

PENGARUH PENAMBAHAN MINYAK ASIRI KULIT JERUK MANIS PADA *EDIBLE COATING* KITOSAN TERHADAP KUALITAS FILET AYAM

Siswanti*, Nadiya Fistianati Aunillah, Esti Widowati,
Windi Atmaka, Dyah Widowati

Program Studi Ilmu Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret,
Jalan Ir. Sutami 36A, Kentingan, Surakarta, Jawa Tengah Indonesia, 57126

Dikirim: 7 Mei 2024/Disetujui: 6 Agustus 2024

*Korespondensi: siswanti@staff.uns.ac.id

Cara sitasi (APA Style 7th): Siswanti, Aunillah, N. F., Widowati, E., Atmaka, W., & Widowati, D. (2024). Pengaruh penambahan minyak asiri kulit jeruk manis pada *edible coating* kitosan terhadap kualitas filet ayam. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(8), 740-753. <http://dx.doi.org/10.17844/jphphi.v27i8.55251>

Abstrak

Daging ayam merupakan salah satu sumber protein hewani yang mudah didapatkan dalam bentuk karkas utuh, potongan bagian-bagian tertentu, atau filet. Umur simpan filet ayam relatif rendah dan memiliki risiko kerusakan fisikokimia dan mikrob yang tinggi selama proses penyimpanan. Upaya untuk menjaga kualitas daging filet ayam selama penyimpanan salah satunya melalui aplikasi *edible coating* dari kitosan kombinasi dengan minyak asiri. Penelitian ini bertujuan menentukan konsentrasi terbaik penambahan minyak asiri kulit jeruk manis pada *edible coating* kitosan filet ayam selama 12 hari penyimpanan suhu dingin berdasarkan parameter susut masak, TPC, pH, TBA, dan TVB. Penelitian dilakukan melalui pembuatan *edible coating* menggunakan beberapa konsentrasi minyak asiri kulit jeruk manis, pengaplikasiannya pada filet ayam, dan penyimpanan suhu dingin (4°C; 12 hari). Variasi konsentrasi minyak asiri kulit jeruk manis pada *edible coating*, yaitu 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1% (v/v). Perlakuan terbaik ditentukan dengan metode Bayes yang dilanjutkan *Independent Samples T-Test* terhadap sampel tanpa perlakuan *coating*. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan konsentrasi 1% minyak asiri kulit jeruk manis merupakan perlakuan terbaik selama penyimpanan 3 hari (suhu dingin; 4°C) dengan kisaran nilai susut masak 16,65-25,17%; pH 5,39-6,49; TPC 4,46-7,50 log cfu/mL; TBA 0,061-0,258 mg malonaldehid/kg; TVB 15,81-17,54 mgN/100 g. Kualitas sampel perlakuan terbaik berbeda signifikan dan lebih baik daripada sampel tanpa *coating* berdasarkan semua parameter (kecuali TVB). Oleh sebab itu, lapisan kitosan dan 1% minyak asiri pada filet ayam mengindikasikan perlindungan potensial terhadap kualitas fisikokimia dan mikrob selama penyimpanan suhu dingin.

Kata kunci: fisikokimia, lapisan kitosan, mikrob, suhu dingin, unggas

Sweet Orange Peel Essential Oil Addition Effect in Chitosan Edible Coating on Chicken Fillet Quality

Abstract

Chicken meat is a source of animal protein that can be easily obtained from whole carcasses, certain cuts, or fillets. The shelf life of chicken fillets is relatively low, and poses a high risk of physicochemical and microbial damage during storage. Efforts to maintain the quality of chicken fillets during storage include the use of edible coatings of chitosan combined with essential oils. This study aimed to determine the optimal concentration of sweet orange peel essential oil added to chitosan edible coatings of chicken fillets for 12 days of cold storage, based on cooking loss, TPC, pH, TBA, and TVB parameters. The study was conducted by preparing edible coatings using several concentrations of sweet orange peel essential oil, applying them to chicken fillets, and storing them at cold temperatures (4°C for 12 d). Variations in the concentrations of sweet orange peel essential oil in edible coatings were 0, 0.25, 0.5, 0.75, and 1% (v/v). The best treatment was determined using the Bayes method, followed by the Independent Samples T-Test for samples without

coating treatment. The results showed that the treatment with 1% concentration of sweet orange peel essential oil was the best treatment during 3-day storage (cold temperature; 4°C) with a range of cooking loss values of 16.65-25.17%; pH 5.39-6.49; TPC 4.46-7.50 log cfu/mL; TBA 0.061-0.258 mg malonaldehyde/kg; TVB 15.81-17.54 mgN/100 g. The quality of the best treated sample was significantly different and better than that of the sample without coating, based on all parameters (except TVB). Therefore, chitosan coating and 1% essential oil on chicken fillets indicate potential protection against physicochemical and microbial quality during cold storage.

Keywords: chilling temperature, chitosan coating, microbiology, physicochemical, poultry

PENDAHULUAN

Sumber protein hewani yang banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia salah satunya adalah daging ayam. Daging ayam banyak dijual dalam bentuk karkas utuh, potongan tertentu, atau filet yang dapat ditemukan di pasar tradisional ataupun *supermarket*. Daging ayam dijual dalam kondisi segar ataupun beku. Daging filet ayam banyak diminati masyarakat karena proses pemasakannya yang mudah sebab bagian daging telah terpisah dari bagian tulangnya (Soeparno, 2011). Aplikasi daging filet ayam sebagai bahan pangan pokok cukup luas, misalnya pada industri hotel, restoran, dan catering ataupun pada *end user* (pelanggan langsung). Oleh sebab itu, peningkatan minat terhadap daging filet ayam harus diiringi dengan penjaminan kualitasnya (Rahmawati *et al.*, 2021). Daging ayam rentan mengalami kerusakan mikrobiologi akibat kandungan air dan nutrisi yang mendukung pertumbuhan bakteri (Hajrawati *et al.*, 2016). Selain itu, faktor suhu, pH, dan oksigen selama masa penyimpanan juga memengaruhi tingkat kerusakan fisikokimia daging ayam. Tingkat kerusakan daging ayam dapat meningkat seiring dengan banyaknya tahap pengolahan (Gunanda *et al.*, 2021).

Industri pengemasan produk pangan secara intensif mulai menggunakan *edible coating* untuk mengatasi kerusakan produk, menjawab isu *food waste* dan isu kerusakan lingkungan (sampah kemasan plastik) yang semakin meningkat (Nunes *et al.*, 2023). *Edible coating* dapat terbuat dari *food-grade binding agents*, pelarut, dan *fillers* (Yaashikaa *et al.*, 2023). *Edible coating* berbasis pati terbukti menghambat pertumbuhan mikrob pada ikan bawal, serta meningkatkan umur simpan produk hingga 15 hari (Remya *et al.*, 2022). *Edible coating* kitosan mampu

menghambat pertumbuhan bakteri *S. aureus* pada karkas ayam yang disimpan selama 3 bulan pada suhu beku (Abdel-Naeem *et al.*, 2021). Kerusakan produk pangan dapat juga diatasi melalui penyimpanan produk pada suhu rendah. Penyimpanan produk pangan dengan pengaturan suhu terbukti berpengaruh terhadap kondisi mikrobiologis filet dada ayam. Dada filet ayam yang disimpan dengan suhu 5°C menunjukkan pertumbuhan bakteri *S. aureus* dan *Salmonella choleraesuis* yang lebih rendah dibandingkan dengan suhu penyimpanan 20°C dan 25°C (Casanova *et al.*, 2022).

Kitin dan kitosan merupakan polisakarida linier, terdiri dari residu yang terhubung dengan ikatan $\beta 1 \rightarrow 4$ dari glukosamin dan N-asetil-glukosamin. Kitin merupakan biopolimer yang mudah ditemukan pada eksoskeleton *crustacea*, kutikula serangga, alga, dan dinding sel fungi, sedangkan kitosan dihasilkan dari deasetilasi kimia *crustacean* (Aranaz *et al.*, 2021; Natalia *et al.*, 2021). Kitosan sebagai agen antibakteri dengan mekanisme pengikatan dengan protein membran sel (glutamat) dan membran fosfolipid (terutama fosfatidil kolin), sehingga permeabilitas *inner membrane* meningkat yang memicu kematian sel bakteri akibat keluarnya cairan sel tersebut (Sitorus *et al.*, 2014; Luthfiyana *et al.*, 2022). Oleh sebab itu, kitosan banyak digunakan sebagai bahan baku *edible coating* untuk menghambat kerusakan produk pangan (Rochima *et al.*, 2018) di antaranya produk bandeng cabut duri (Suharto *et al.*, 2024). Kitosan pada *edible coating* dapat dikombinasikan dengan bahan baku lain, misalnya minyak asiri. Kombinasi kitosan dengan minyak asiri *rosemary* dan jahe pada *edible coating* menunjukkan pertumbuhan *total mesophilic aerobic bacteria* sebesar 9,17-9,54 log (cfu/g) dan

pertumbuhan *coliform* sebesar 2,96-3,88 log (MPN/g) pada penyimpanan produk unggas dalam suhu dingin (4°C) selama 10 hari. Nilai tersebut lebih rendah daripada sampel tanpa *edible coating* atau dengan *edible coating* non minyak asiri (Pires *et al.*, 2018).

Kombinasi kitosan dan minyak asiri terbukti menghambat proses oksidasi produk. Nilai *thiobarbituric acid reactive substances* pada filet ayam dengan *edible coating* (kitosan dan minyak asiri *thyme*) lebih rendah (0,27-0,28 mg MDA/kg) daripada sampel dengan *edible coating* berbahan kitosan tanpa minyak asiri dalam penyimpanan suhu 4°C selama 7 hari. Hal tersebut disebabkan oleh mekanisme antioksidan melalui sistem pertahanan preventif pada minyak asiri yang mampu menghambat produksi *reactive oxygen species* dan radikal bebas melalui pengikatan logam (Habiburrohman & Sukohar, 2018; Giannakas *et al.*, 2020).

Kulit buah jeruk menyumbangkan limbah sebesar 40–50% dari total bobot buah. Nilai tambah kulit buah jeruk dapat ditingkatkan melalui pemanfaatannya menjadi minyak asiri (Indrastuti & Aminah, 2019). Minyak asiri kulit jeruk manis dapat dihasilkan melalui beberapa cara, yakni pengempaan, ekstraksi dengan pelarut, ataupun penyulingan. Minyak asiri kulit jeruk manis memiliki aktivitas antimikrob dan antioksidan yang baik untuk penghambatan kerusakan produk pangan selama penyimpanan. Udang yang disimpan pada suhu dingin (4°C) selama 15 hari menggunakan *edible coating* minyak asiri kulit jeruk manis menunjukkan peningkatan nilai *coliform* yang tidak berbeda signifikan dari nilai awal (1,5 MNP/g), daripada udang tanpa *edible coating* minyak asiri kulit jeruk manis (Alparslan & Baygar, 2017). Mekanisme antibakteri dari senyawa limonen pada minyak asiri kulit jeruk manis mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, dan *Salmonella typhi* (Dewi, 2019).

Filet ayam rentan mengalami penurunan kualitas selama penyimpanan (bahkan pada suhu dingin) berdasarkan beberapa penelitian terdahulu tersebut. Penyimpanan daging ayam dan atau *seafood* menggunakan *edible coating* berbahan

kitosan dan minyak asiri efektif menghambat kerusakan produk selama 7-15 hari. Minyak asiri kulit jeruk manis memiliki mekanisme antibakteri. Kombinasi kitosan dan minyak asiri kulit jeruk manis yang belum banyak diimplementasikan, berpotensi besar diaplikasikan sebagai *edible coating* pada filet ayam selama proses penyimpanan. Tujuan penelitian adalah menentukan konsentrasi terbaik penambahan minyak asiri kulit jeruk manis pada *edible coating* kitosan filet ayam selama 12 hari penyimpanan suhu dingin berdasarkan parameter susut masak, TPC, pH, TBA, dan TVB.

BAHAN DAN METODE

Pembuatan Larutan *Edible Coating*

Bahan-bahan yang digunakan dalam tahap penelitian ini ialah kitosan (CV Chimultiguna, Cirebon), asam asetat 1% (Merck, Indonesia), gliserol (Merck, Indonesia), tween 80 (Merck, Indonesia), akuades dan garam (Saba Kimia, Surakarta), serta minyak asiri kulit jeruk (Nares Essential Oil, Yogyakarta). Pembuatan larutan *edible coating* kitosan mengacu pada metode penelitian Mehrabi *et al.* (2021) dengan sedikit modifikasi pada variasi konsentrasi minyak asiri yang digunakan. Kitosan udang sebanyak 2 g ditambahkan kedalam 100 mL asam asetat 1% dan dipanaskan dengan *hotplate* serta diaduk dengan *magnetic stirrer* (80°C, 1 jam, 1.000 rpm). Suhu pemanasan diturunkan hingga $\pm 25^\circ\text{C}$, lalu 0,75 mL gliserol dan 0,2 mL tween 80 ditambahkan kedalam campuran tersebut. Pengadukan dilakukan hingga tidak terdapat gelembung udara di dalam larutan. Tahap selanjutnya ialah penambahan minyak asiri kulit jeruk kedalam campuran larutan sebelumnya, dengan variasi konsentrasi yaitu 0%; 0,25%; 0,5%; 0,75%; dan 1% (v/v). Larutan tersebut diaduk hingga homogen (± 30 menit). *Edible coating* disimpan pada wadah bersih dan kedap udara untuk langsung digunakan pada tahap penelitian berikutnya.

Proses Pengaplikasian *Edible Coating*

Bahan – bahan yang digunakan dalam tahap penelitian ini ialah daging filet ayam (Pasar Sangkrah, Surakarta), *styrofoam plate*

dan *plastic wrap* (Pasar Gede, Surakarta). Proses pengaplikasian *edible coating* mengacu pada metode penelitian Toynbe *et al.* (2016). Daging filet ayam dipotong dengan ukuran 3 x 4 x 1,5 cm. Filet ayam selanjutnya dicelupkan pada *edible coating* yang sudah disiapkan dan langsung disusun diatas *tray* untuk dilakukan pemanasan menggunakan *hair dryer* (1 jam atau hingga *coating* kering). Tahapan ini dilakukan berulang pada masing – masing variasi konsentrasi minyak asiri kulit jeruk manis pada *edible coating* kitosan. Sampel yang sudah kering selanjutnya dikemas menggunakan *styrofoam plate* dan *plastic wrap* lalu disimpan selama 12 hari pada suhu dingin ($\pm 4^{\circ}\text{C}$).

Analisis Fisikokimia dan Mikrob

Analisis kualitas fisikokimia dan mikrob filet ayam selama penyimpanan 12 hari ($\pm 4^{\circ}\text{C}$) dilakukan setiap 3 hari, yaitu hari ke-0, 3, 6, 9, dan 12 yang meliputi uji susut masak (Prabawa *et al.*, 2021), *total plate count* (Badan Standardisasi Nasional, 2009), pH (AOAC, 2005), *thiobarbituric acid* (Timung *et al.*, 2021), dan *total volatile base* (Bekhit *et al.*, 2021).

Analisis Data

Rancangan percobaan penelitian yang digunakan ialah rancangan acak lengkap satu faktor, yaitu variasi konsentrasi minyak asiri kulit jeruk manis (0,25%; 0,5%; 0,75%; dan 1% v/v) pada *edible coating* kitosan dengan tiga kali pengulangan sampel. Data hasil penelitian dianalisis dengan *One Way Analysis of Variances* dan dilanjutkan dengan *Duncans’ Multiple Range Test* ($\alpha = 5\%$) jika ditemukan

perbedaan antar sampel. Penentuan perlakuan terbaik menggunakan metode *Naïve Bayes Classifier* (Cahyanti *et al.*, 2015), yang dilanjutkan uji pembeda antara sampel perlakuan terbaik dengan sampel tanpa perlakuan *edible coating* melalui *Independent Samples T-Test*.

HASIL DAN PEMBAHASAN
Nilai Susut Masak

Nilai susut masak daging filet ayam dengan *edible coating* kitosan dan minyak asiri kulit jeruk manis ditampilkan pada *Table 1*. Nilai susut masak pada daging dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu jumlah kerusakan membran sel, umur simpan, degradasi protein, kemampuan daging dalam mengikat air, nilai pH, struktur otot daging, ukuran daging, berat daging, dan penampang lintang daging (Lapase, 2016). Hasil penelitian menunjukkan perlakuan variasi konsentrasi minyak asiri kulit jeruk manis pada *edible coating* kitosan berpengaruh terhadap nilai susut masak filet ayam hingga penyimpanan hari ke-3. Nilai susut hari ke-0 berkisar antara 17,58-30,76%, sedangkan pada hari ke-3 sebesar 19,35-26,41%. Penyimpanan hari ke-0 memiliki nilai susut masak perlakuan 0% yang berbeda signifikan terhadap perlakuan lainnya (kecuali perlakuan 0,25%). Pengamatan hari ke-3, nilai susut masak perlakuan 0,75% berbeda signifikan terhadap perlakuan 1%. Hasil penelitian tersebut menunjukkan terdapat kecenderungan penurunan nilai susut filet ayam seiring dengan peningkatan jumlah konsentrasi minyak asiri kulit jeruk manis pada *edible coating* kitosan hingga penyimpanan hari ke-3. Hasil tersebut

Table 1 Cooking loss of chicken fillet with chitosan edible coating and orange peel essential oil
Tabel 1 Susut masak filet ayam dengan *edible coating* kitosan dan minyak asiri kulit jeruk manis

Orange peel essential oil (%)	Cooking loss (%)				
	Day-0	Day-3	Day-6	Day-9	Day-12
0	30.76±4.72 ^b	22.84±0.34 ^{ab}	24.38±4.64 ^a	22.26±10.04 ^a	23.61±3.62 ^a
0.25	23.26±4.95 ^{ab}	26.41±0.96 ^b	18.73±3.11 ^a	18.43±2.47 ^a	21.78±5.17 ^a
0.50	22.77±2.89 ^a	22.85±3.76 ^{ab}	22.61±6.40 ^a	19.20±7.29 ^a	19.69±2.81 ^a
0.75	17.58±3.01 ^a	19.35±2.87 ^a	16.30±3.50 ^a	11.55±1.64 ^a	20.18±8.71 ^a
1	19.69±4.76 ^a	25.17±1.27 ^b	18.39±7.02 ^a	16.65±7.70 ^a	18.38±6.43 ^a

Different letters indicate statistically significant differences ($p < 0.05$)

mengindikasikan kemampuan minyak asiri kulit jeruk manis pada *edible coating* kitosan dalam menghambat perubahan kualitas filet ayam selama 3 hari penyimpanan suhu dingin.

Table 1 menunjukkan perlakuan penelitian tidak berpengaruh terhadap nilai susut sampel penyimpanan hari ke-6, 9, dan 12, sehingga hasil data tidak berbeda signifikan antar perlakuannya. Hal ini disebabkan oleh variabilitas data dan besaran efek yang cukup tinggi akibat laju pelepasan air sampel yang meningkat seiring dengan meningkatnya waktu penyimpanan. Kondisi tersebut mengindikasikan perubahan kualitas daging yang disebabkan oleh berkurangnya jumlah nutrisi melalui pelepasan air akibat proses penyimpanan. Nilai susut masak daging umumnya berada pada kisaran 15-40% (Soeparno, 2005; Soeparno, 2011). Laju pelepasan air yang tinggi pada daging disebabkan oleh daya ikat air yang rendah akibat melemahnya ikatan protein pada daging (aktivitas mikroorganisme pembusuk), sehingga nilai susut masak meningkat dan daging terindikasi mengalami penurunan nutrisi (Jaelani *et al.*, 2014). Nilai susut masak penelitian ini telah sesuai dengan penelitian Kucukozet & Uslu (2018) yang menunjukkan nilai susut masak filet ayam dengan perlakuan *edible coating* berbahan minyak asiri kunyit dan oregano lebih rendah daripada filet ayam tanpa *edible coating* berbahan minyak asiri.

Nilai pH

Nilai pH filet ayam dengan *edible coating* kitosan minyak asiri kulit jeruk manis pada penyimpanan 12 hari suhu dingin (4°C) ditampilkan pada *Table 2*. Nilai pH akan

mengalami perubahan selama penyimpanan sebagai indikasi terjadinya perubahan kualitas daging ayam. Suhu dan lama penyimpanan berpengaruh terhadap pH daging ayam (Afrianti *et al.*, 2013). Hasil penelitian menunjukkan perlakuan variasi konsentrasi minyak asiri kulit jeruk manis pada *edible coating* kitosan berpengaruh terhadap nilai pH filet ayam selama 12 hari penyimpanan suhu dingin (4°C). Nilai pH terendah pada penyimpanan hari ke 0, 3, 6, 9, dan 12 berturut-turut terdapat pada perlakuan 0,75% (5,15), 1% (6,37), 1% (6,22), 0,75% (6,35), dan 1% (6,40), sedangkan nilai pH tertinggi pada hari ke 0, 3, 6, 9, dan 12 berturut-turut terdapat pada perlakuan 0,25% (5,78), 0,50% (6,60), 0,25% (6,88), 0,25% (7,05), dan 0,25% (6,94). Secara umum terjadi peningkatan nilai pH pada perlakuan 0% ke 0,25%, pada tiap masa penyimpanan. Hal ini menunjukkan bahwa nilai pH filet ayam dipengaruhi oleh pH minyak asiri kulit jeruk manis (asam: 3,8) dan nilai pH daging ayam yang umumnya berkisar antara 6,00-6,37 (Hajrawati *et al.*, 2016; Salafa *et al.*, 2020).

Nilai pH filet ayam pada penelitian ini cenderung meningkat seiring dengan masa penyimpanan yang semakin lama. Hal ini diyakini sebagai tanda penurunan kualitas filet ayam akibat mulai rusaknya protein yang dipicu oleh aktivitas mikroorganisme sehingga menghasilkan ammonia, hidrogen sulfida atau jenis basa lain (indol, skator, amina, atau kadaverin) (Gunanda *et al.*, 2021; Rusdianto *et al.*, 2021; Silvia *et al.*, 2022). Aplikasi minyak asiri kulit jeruk manis sebagai *edible coating* pada filet ayam terindikasi efektif menghambat aktivitas mikroorganisme

Table 2 pH value of chicken fillet with chitosan edible coating and orange peel essential oil
Tabel 2 Nilai pH filet ayam dengan *edible coating* kitosan dan minyak asiri kulit jeruk manis

Orange peel essential oil (%)	pH				
	Day-0	Day-3	Day-6	Day-9	Day-12
0	5.27±0.052 ^{ab}	6.56±0.032 ^{bc}	6.29±0.029 ^b	6.48±0.032 ^b	6.50±0.025 ^b
0.25	5.78±0.090 ^d	6.56±0.010 ^{bc}	6.88±0.025 ^e	7.05±0.015 ^d	6.94±0.015 ^d
0.50	5.60±0.090 ^c	6.60±0.029 ^c	6.55±0.010 ^d	6.63±0.012 ^c	6.56±0.017 ^c
0.75	5.15±0.090 ^a	6.53±0.035 ^b	6.45±0.015 ^c	6.35±0.023 ^a	6.42±0.010 ^a
1	5.39±0.031 ^b	6.37±0.020 ^a	6.22±0.006 ^a	6.49±0.045 ^b	6.40±0.035 ^a

Different letters indicate statistically significant differences (*p*<0.05)

pembusuk, sehingga pembentukan senyawa nitrogen dan amonia (deaminasi asam amino) dapat ditekan. Hal ini ditunjukkan oleh nilai pH (Table 2) dengan kisaran 6,4-6,94 pada penyimpanan hari ke-12, sedangkan filet ayam tanpa *coating* yang disimpan pada suhu 2-6°C memiliki pH 5,66-6,89 hanya dalam 8 hari penyimpanan (Augustynska-Prejsnar *et al.*, 2023).

Efektivitas minyak asiri kulit jeruk manis tersebut juga didukung oleh penurunan nilai pH seiring dengan peningkatan konsentrasi minyak asiri kulit jeruk manis pada tiap masa penyimpanan. Hal ini disebabkan oleh aktivitas antimikrob kulit jeruk manis, sehingga laju pertumbuhan mikroorganisme penyebab terjadinya peningkatan nilai pH dapat dihambat. Kulit jeruk manis terbukti memiliki aktivitas antimikrob yang tersusun oleh komponen decanal, octanal, dan linalool (*E.coli*, *S.aureus*, dan lainnya), sehingga secara luas diaplikasikan pada industri pangan sebagai bahan pengawet (Dewi, 2019; Octaviani *et al.*, 2023).

Total Plate Count (TPC)

Nilai TPC filet ayam dengan *edible coating* kitosan dan minyak asiri kulit jeruk manis ditampilkan pada Table 3. Variasi konsentrasi minyak asiri kulit jeruk manis pada *edible coating* kitosan berpengaruh terhadap nilai TPC filet ayam selama penyimpanan. Nilai TPC filet ayam menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi minyak asiri kulit jeruk manis dan meningkat seiring dengan peningkatan masa simpan. Nilai TPC terendah pada hari ke 0 dan 3 terdapat pada perlakuan 1% dengan nilai berturut – turut 4,46 log cfu/

mL dan 5,46 log cfu/mL.

Batas nilai TPC daging ayam adalah 1 x 10⁶ cfu/g atau 6 log cfu/g, sehingga nilai TPC seluruh perlakuan di hari ke 6, 9, dan 12 melebihi ambang batas berdasarkan SNI Nomor 3924:2023. Oleh sebab itu, terindikasi bahwa filet ayam dengan masa simpan >6 hari telah mengalami kerusakan akibat mikroorganisme bahkan dengan penggunaan *coating* kitosan yang mengandung minyak asiri kulit jeruk manis sebagai agen antimikrob. Penyimpanan filet ayam pada suhu dingin (4°C) bertujuan untuk menghambat laju kerusakan akibat mikroorganisme, namun peningkatan aktivitas mikroorganisme pembusuk pada filet ayam selama penyimpanan tetap tidak terhindarkan. Hal ini disebabkan oleh terciptanya kondisi yang sesuai dengan kebutuhan hidup mikroorganisme pembusuk, yaitu nutrisi (daging ayam merupakan sumber nutrisi kompleks), suhu, dan pH (Mile, 2013). Aplikasi minyak asiri kulit jeruk manis terbukti menghambat peningkatan TPC filet ayam hanya selama 3 hari penyimpanan pada suhu dingin (4°C).

Kulit jeruk manis memiliki aktivitas antibakteri yang cukup kuat terhadap bakteri *E. coli*, *S. aureus*, dan *S. typhii*. Aktivitas antibakteri tersebut dihasilkan dari kandungan 1,8-cineole, d-limonene, 5-C-glycosyl flavones, serta senyawa lain. Komponen fenol, flavonoid, dan terpenoid dalam minyak asiri kulit jeruk manis memiliki mekanisme penghambatan terbentuknya dinding sel hingga perusakan membran sel bakteri (Dewi, 2019). Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi minyak asiri kulit jeruk manis memicu penurunan nilai TPC

Table 3 TPC value of chicken fillet with chitosan edible coating and orange peel essential oil
Tabel 3 Nilai TPC filet ayam dengan *edible coating* kitosan dan minyak asiri kulit jeruk manis

Orange peel essential oil (%)	TPC (log cfu/mL)				
	Day-0	Day-3	Day-6	Day-9	Day-12
0	4.49±0.051 ^a	5.68±0.080 ^c	7.47±0.021 ^b	7.40±0.025 ^{ab}	8.25±0.023 ^c
0.25	4.69±0.035 ^b	5.66±0.049 ^{bc}	7.80±0.026 ^c	7.49±0.122 ^b	7.78±0.066 ^b
0.50	5.37±0.095 ^c	5.62±0.035 ^{bc}	7.24±0.015 ^a	7.39±0.090 ^a	7.79±0.059 ^b
0.75	5.30±0.100 ^c	5.57±0.006 ^b	7.28±0.035 ^a	7.32±0.075 ^a	7.58±0.006 ^a
1	4.46±0.005 ^a	5.46±0.055 ^a	7.27±0.012 ^a	7.24±0.061 ^a	7.50±0.038 ^a

Different letters indicate statistically significant differences (p<0.05)

hingga hari ke-3 penyimpanan. Alfianur (2017) melaporkan bahwa semakin tinggi konsentrasi minyak asiri kulit jeruk manis maka semakin meningkat diameter zona hambat bakteri.

Thiobarbituric Acid (TBA)

Nilai TBA pada filet ayam dengan *edible coating* kitosan dan minyak asiri kulit jeruk manis ditunjukkan pada *Table 4*. Data hasil penelitian menunjukkan perlakuan variasi konsentrasi minyak asiri kulit jeruk manis dalam *edible coating* kitosan berpengaruh terhadap nilai TBA filet ayam selama 12 hari penyimpanan suhu dingin (4°C). Perlakuan 0% berbeda signifikan dengan semua perlakuan di setiap waktu penyimpanan (kecuali dengan perlakuan 0,25% hari ke-0). Nilai TBA tertinggi terdapat pada perlakuan 0,75% (0,083 mg malonaldehid/kg) hari ke-0, perlakuan 0% (0,125 mg malonaldehid/kg) hari ke-3, perlakuan 0% (0,173 mg malonaldehid/kg) hari ke-6, perlakuan 0% (0,224 mg malonaldehid/kg) hari ke-9, dan perlakuan 0% (0,352 mg malonaldehid/kg) hari ke-12. Hasil penelitian cenderung menampilkan penurunan nilai TBA seiring dengan peningkatan konsentrasi minyak asiri kulit jeruk manis. Nilai TBA menunjukkan terjadinya penurunan kualitas produk pangan yang ditandai dengan ketengikan akibat kerusakan oksidatif. Malonaldehid sebagai produk akhir dari proses oksidasi memiliki sifat yang reaktif dan mudah berikatan dengan senyawa protein, asam amino, glikogen, maupun lemak (Laila *et al.*, 2020; Timung *et al.*, 2021)

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, perlakuan tanpa penambahan minyak asiri terbukti memiliki tingkat kerusakan oksidatif tertinggi daripada perlakuan lainnya yang menggunakan minyak asiri selama 12 hari penyimpanan. Hal tersebut disebabkan oleh kandungan antioksidan pada minyak asiri kulit jeruk manis yang dapat menghambat terjadinya peroksidasi lipid dan menekan laju kerusakan oksidatif pada sampel. Minyak asiri kulit jeruk manis mengandung 97,08% senyawa hidrokarbon monoterpen, dengan komponen utama yakni limonene. Kandungan antioksidan lainnya ialah γ -terpinene dan α -pinene (Silalahi *et al.*, 2022; Manzur *et al.*, 2023). Mekanisme kerja antioksidan yakni menyumbangkan atom hidrogen untuk bereaksi dengan radikal bebas sehingga menghasilkan senyawa yang lebih stabil, atau dengan memperlambat laju autooksidasi melalui pengikatan logam, penangkapan oksigen, serta mengubah hidroperoksida menjadi spesies non radikal. Minyak asiri kulit jeruk manis mengandung senyawa fenolik yang mampu menyumbangkan atom hidrogen untuk menghambat proses oksidasi (Ciptadi, 2018).

Nilai TBA pada penelitian ini nampak meningkat seiring dengan semakin lamanya masa penyimpanan. Hal tersebut wajar terjadi akibat akumulasi malonaldehid sebagai hasil reaksi oksidasi lemak selama masa penyimpanan (Ayu *et al.*, 2022) Perlakuan tanpa dan dengan penambahan minyak asiri kulit jeruk manis tetap efektif dalam menghambat kerusakan oksidatif karena peningkatan nilai TBA selama masa

Table 4 TBA value of chicken fillet with chitosan edible coating and orange peel essential oil
Tabel 4 Nilai TBA filet ayam dengan *edible coating* kitosan dan minyak asiri kulit jeruk manis

Orange peel essential oil (%)	TBA value (mg malonaldehid/kg)				
	Day-0	Day-3	Day-6	Day-9	Day-12
0	0.093±0.001 ^a	0.125±0.001 ^d	0.173±0.006 ^d	0.224±0.006 ^e	0.352±0.120 ^d
0.25	0.056±0.004 ^{ab}	0.102±0.005 ^c	0.117±0.004 ^b	0.182±0.002 ^d	0.327±0.006 ^c
0.50	0.076±0.001 ^c	0.081±0.001 ^a	0.154±0.003 ^c	0.150±0.003 ^c	0.338±0.110 ^{cd}
0.75	0.083±0.004 ^d	0.101±0.003 ^c	0.121±0.003 ^b	0.141±0.003 ^b	0.287±0.002 ^b
1	0.061±0.002 ^b	0.100±0.015 ^b	0.102±0.001 ^a	0.128±0.002 ^a	0.258±0.002 ^a

Different letters indicate statistically significant differences ($p < 0.05$)

penyimpanan tersebut berada di bawah nilai TBA penelitian Zhou *et al.* (2021) dan Dalvandi *et al.* (2020), dengan kisaran nilai berturut-turut 0,695-1,824 mg malonaldehid/kg dan 0,27-1,1 mg malonaldehid/kg.

Nilai ambang batas TBA daging ayam yakni 1-2 mg malonaldehid/kg (Moura-Alves *et al.*, 2023), 0,90 mg malonaldehid/kg (EOS, 2005), atau 0,5 mg malonaldehid/kg (Shon *et al.*, 2010). Nilai TBA seluruh perlakuan dalam penelitian jauh lebih rendah dibandingkan beberapa nilai ambang batas tersebut. Hal ini mengindikasikan bahwa kerusakan oksidatif yang terjadi pada filet ayam masih tahap awal dan didukung oleh penghambatan reaksi oksidasi lipid oleh mekanisme antioksidan dari minyak asiri kulit jeruk manis yang digunakan.

Total Volatile Base (TVB)

Nilai TVB filet ayam dengan *edible coating* kitosan dan minyak asiri kulit jeruk manis selama penyimpanan suhu dingin (4°C) ditunjukkan pada *Table 5*. Berdasarkan *China standard protocol GB 2707-2005*, batas kesegaran produk ternak dan unggas yang dapat diterima adalah 15 mgN/100 g (Tang & Yu, 2020). Oleh sebab itu, analisis TVB pada penelitian ini dilakukan hanya hingga penyimpanan hari ke-6 karena secara nyata nilai TVB yang dihasilkan sudah melebihi batas kesegaran produk ternak dan unggas sejak hari ke-0. Nilai TVB karkas ayam yang diperoleh dari pasar tradisional dipengaruhi oleh paparan langsung dengan kontaminan sekitar area penjualan, penjualan, hingga pengemasan (tanpa proses sterilisasi) (Prabawa *et al.*, 2021). Nilai cemaran *coliform* dan *E. coli*

karkas ayam beberapa pasar tradisional di Pulau Jawa melebihi batas maksimum (>20%), dengan standar nilai cemaran berturut – turut yakni 1×10^2 cfu/g dan 1×10^1 cfu/g (Wibawati *et al.*, 2024). Kondisi tersebut menjadi dasar atas tingginya nilai TVB sampel penelitian ini sehingga melebihi batas kesegaran produk unggas sejak hari ke 0. Nilai cemaran mikroorganisme yang tinggi memengaruhi tingkat kerusakan protein akibat aktivitas mikrob, enzim autolitik dan proteolitik yang menghasilkan basa volatile sehingga nilai TVB meningkat (Kawiji *et al.*, 2014).

Berdasarkan data *Table 5* diketahui bahwa perlakuan variasi konsentrasi minyak asiri kulit jeruk manis berpengaruh signifikan terhadap nilai TVB filet ayam. Nilai TVB tertinggi terdapat pada perlakuan 0,25% (18,29 mgN/100g) penyimpanan hari ke-0, perlakuan 0% (19,21 mgN/100g) penyimpanan hari ke-3, dan perlakuan 0% (18,91 mgN/100g) penyimpanan hari ke-6. *Total Volatile Base* (TVB) menunjukkan tingkat kesegaran produk daging dan ikan melalui penentuan jumlah senyawa volatil yang terbentuk akibat degradasi protein (Kawiji *et al.*, 2014). Berdasarkan hal tersebut, diketahui bahwa minyak asiri kulit jeruk manis terbukti mempertahankan tingkat kesegaran sampel yang ditunjukkan dengan penurunan nilai TVB selama penyimpanan seiring dengan peningkatan konsentrasi minyak asiri kulit jeruk manis. Aktivitas antimikrob minyak asiri kulit jeruk manis menghambat pertumbuhan mikrob pada daging ayam, sehingga pembentukan senyawa basa volatil hasil degradasi protein oleh mikrob dapat diminimalisir dan peningkatan nilai TVB

Table 5 TVB value of chicken fillet with chitosan edible coating and orange peel essential oil
Tabel 5 Nilai TVB filet ayam dengan *edible coating* kitosan dan minyak asiri kulit jeruk manis

Orange peel essential oil (%)	TVB Value (mgN/100g)		
	Day-0	Day-3	Day-6
0	17.40±2.27 ^c	19.21±1.68 ^c	18.91±0.93 ^d
0.25	18.29±1.05 ^d	16.79±0.35 ^a	18.06±0.77 ^c
0.50	17.40±1.19 ^c	16.38±1.09 ^a	18.08±1.11 ^c
0.75	16.13±0.68 ^b	17.81±0.86 ^b	17.80±0.93 ^b
1	15.81±0.55 ^a	16.06±1.68 ^a	17.54±1.78 ^a

Different letters indicate statistically significant differences ($p < 0.05$)

dapat ditekan (Alfianur, 2017).

Hasil penelitian menunjukkan peningkatan nilai TVB seiring dengan peningkatan lama masa simpan. Kenaikan nilai TVB disebabkan oleh penguraian protein akibat aktivitas mikroba dan enzim proteolitik yang menghasilkan asam amino, amoniak, serta senyawa lain sehingga terjadi peningkatan jumlah basa nitrogen yang menguap (Daud *et al.*, 2018). Suhu penyimpanan berpengaruh terhadap laju penguraian basa volatil oleh bakteri. Suhu yang rendah menyebabkan penguraian basa volatil oleh bakteri akan semakin terhambat (Nurilmala *et al.*, 2018).

Perlakuan Terbaik

Penentuan perlakuan terbaik dilakukan melalui metode Bayes. Nilai alternatif diberikan terhadap masing-masing atribut pengambilan keputusan dengan catatan bobot setiap atribut dinilai sama penting. Nilai setiap analisis diubah menjadi nilai alternatif dengan ketentuan nilai alternatif 1 untuk nilai terbaik, nilai alternatif 2 untuk nilai di bawahnya dan seterusnya. Nilai alternatif tersebut kemudian dikalikan nilai hasil analisisnya (data analisis). Hasil perkalian masing-masing analisis pada setiap perlakuan dijumlahkan. Total nilai tertinggi merupakan perlakuan terbaik (Cahyanti *et al.*, 2015). Hasil analisis perlakuan terbaik ditampilkan pada *Table 6*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa total skor paling tinggi ditunjukkan pada perlakuan 1% minyak asiri kulit jeruk manis. Perlakuan tersebut terpilih sebagai perlakuan terbaik dengan karakteristik nilai

cooking loss dan pH yang rendah, serta nilai TPC, TBA, dan TVB terendah, sehingga terindikasi tingkat kerusakan filet ayam yang rendah dibandingkan perlakuan lainnya.

Uji Pembeda

Uji pembeda dilakukan untuk mengetahui perbedaan kualitas antara filet ayam berlapis *edible coating* minyak asiri kulit jeruk manis perlakuan terbaik dengan filet ayam tanpa *coating*. Uji pembeda menggunakan metode *Independent Samples T-Test* karena kedua kelompok sampel bukan merupakan sampel yang berpasangan. Hasil analisis dapat dilihat pada *Figure 1*, yakni parameter susut masak, pH, TPC, dan TBA menunjukkan perbedaan signifikan antara sampel perlakuan terbaik dan sampel tanpa *coating*. Analisis *T-Test* menghasilkan nilai *t* hitung yang lebih besar dari *t* tabel, sehingga terindikasi perbedaan nilai susut masak, pH, TBA, dan TPC penyimpanan hari ke 0, 3, 6, 9, dan 12 antara sampel A dan B. Analisis *T-Test* parameter TVB nilai *t* hitung tidak lebih besar dari *t* tabel, sehingga tidak terdapat perbedaan nilai antara sampel perlakuan terbaik dengan *coating* dan tanpa *coating*.

Figure 1 menunjukkan nilai susut masak, pH, TPC, dan TBA sampel perlakuan terbaik yang lebih rendah daripada sampel tanpa *coating*, sedangkan nilai TVB kedua sampel tersebut tidak berbeda signifikan. Hal tersebut disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang lebih tinggi lajunya pada sampel tanpa *coating* karena tidak adanya perlindungan secara fisik dan kimia terhadap filet ayam. Semakin tinggi aktivitas mikroorganisme,

Table 6 Determination of the best treatment

Tabel 6 Penentuan perlakuan terbaik

Parameter	Orange peel essential oil (%)				
	0	0.25	0.50	0.75	1
Cooking loss (%)	0.4	0.55	0.7	1.15	0.95
TPC (log cfu/mL)	3	3.6	4.2	5.1	6.6
pH	4	1.5	2.25	5	3.3
TBA (mg MDA/kg)	1.35	2.25	2.1	2.25	3.3
TVB (mgN/100g)	1	1.175	2	2.25	3.5
Total	9.75	9.65	11.25	15.75	19.60

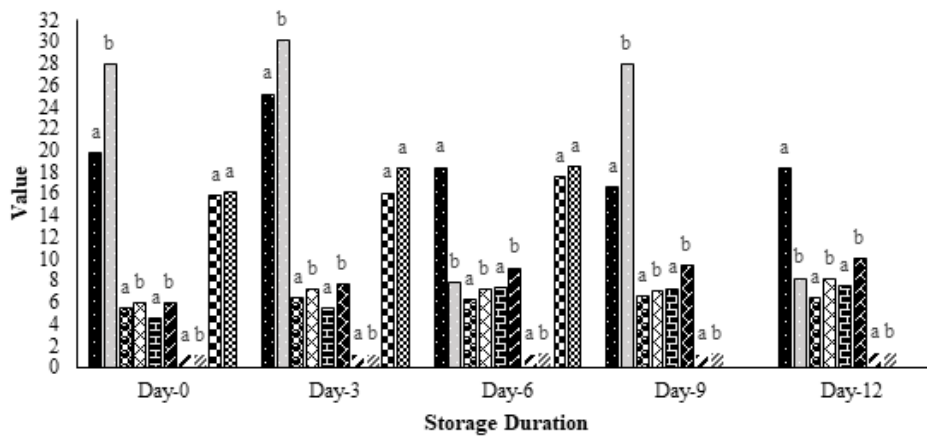


Figure 1 Independent sample t-test of the best treatment (A) and uncoating sample (B); cooking loss A (■), cooking loss B (□), pH A (▨), pH B (▩), TPC A (▧), TPC B (▦), TBA A (▬), TBA B (▭), TVB A (▮), TVB B (▯); different superscripts showed a significant difference ($p < 0.05$)

Gambar 1 *Independent sample t-test* terhadap perlakuan terbaik (A) dan sampel tanpa *coating* (B); *cooking loss* A (■), *cooking loss* B (□), pH A (▨), pH B (▩), TPC A (▧), TPC B (▦), TBA A (▬), TBA B (▭), TVB A (▮), TVB B (▯); huruf superskrip berbeda menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0.05$)

semakin tinggi nilai pH, TPC, dan TVB. Semakin tinggi laju kerusakan oksidatif, semakin tinggi nilai TBA nya (Alfianur, 2017; Dewi, 2019; Silalahi *et al.*, 2022). Penyimpanan setelah hari ke-3 dinilai sebagai titik awal terjadinya penurunan kualitas filet ayam dengan *coating* kitosan dan minyak asiri kulit jeruk manis. Kondisi ini diperkuat dengan nilai TPC hari ke-6 penyimpanan tidak sesuai batas maksimum keamanan pangan ($>6 \log \text{cfu/g}$), walaupun nilai *cooking loss*, pH, dan TBA semua perlakuan masih berada dalam kisaran nilai yang sesuai ketentuan.

Perlakuan penambahan minyak asiri kulit jeruk manis sebanyak 1% pada *edible coating* kitosan terbukti mampu menghambat penurunan kualitas filet ayam selama 3 hari penyimpanan suhu dingin (4°C) berdasarkan nilai karakteristik fisikokimia dan mikrob yang terbukti lebih baik daripada penyimpanan filet ayam tanpa perlakuan *coating*.

KESIMPULAN

Perlakuan penambahan minyak asiri kulit jeruk manis pada *edible coating* kitosan berpengaruh terhadap kualitas filet ayam selama 12 hari penyimpanan suhu dingin (4°C). *Edible coating* kitosan

dengan penambahan 1% minyak asiri kulit jeruk manis merupakan perlakuan terbaik dengan nilai susut masak dan TBA yang relatif rendah, serta nilai pH, TPC, dan TBA terendah. Penyimpanan filet ayam dengan *edible coating* kitosan dan minyak asiri kulit jeruk manis (perlakuan terbaik) terkonfirmasi efektif terhadap penghambatan penurunan kualitas fisikokimia dan mikrob filet ayam hingga penyimpanan hari ke 3 (suhu dingin; 4°C). Perlakuan tersebut juga terbukti lebih baik daripada penyimpanan filet ayam tanpa pelapisan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan oleh penulis kepada Universitas Sebelas Maret Surakarta atas dana yang diberikan melalui Hibah Grup Riset (Penelitian-HGR UNS) Tahun 2024 berdasarkan kontrak nomor: 1994.2/UN27.22/PT.01.03/2024 atas nama Dr. Setyaningrum Ariviani, S.T.P., M.Sc.

DAFTAR PUSTAKA

Abdel-Naeem, H. H. S., Zayed, N. E. R., & Mansour, H. A. (2021). Effect of chitosan and lauric arginate edible coating on bacteriological quality, deterioration

- criteria, and sensory attributes of frozen stored chicken meat. *LWT Food Science and Technology*, 150(111928), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111928>
- Aranaz, I., Alcántara, A. R., Civera, M. C., Arias, C., Elorza, B., Caballero, A. H., & Acosta, N. (2021). Chitosan: an overview of its properties and applications. *Polymers*, 13(3256), 1–27. <https://doi.org/10.3390/polym13193256>
- Afrianti, M., Dwiloka, B., & Setiani, B. E. (2013). Total bakteri, pH, dan kadar air daging ayam broiler setelah direndam dengan ekstrak daun senduduk (*Melastoma malabathricum* L.) selama masa simpan. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 4(7), 49–56.
- Alfanur. (2017). Identifikasi komponen penyusun minyak asiri kulit. [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Alparslan, Y., & Baygar, T. (2017). Effect of chitosan film coating combined with orange peel essential oil on the shelf life of deepwater pink shrimp. *Food and Bioprocess Technology*, 10(5), 842–853. <https://doi.org/10.1007/s11947-017-1862-y>
- Association of Official Agricultural Chemists. (2005). Official methods of analysis of association of official analytical chemist 18th Edition, AOAC International.
- Augustynska-Prejsnar, A., Hanus, P., Ormian, M., Kacaniova, M., Sokolowicz, Z., & Topczewska, J. (2023). The effect of temperature and storage duration on the quality and attributes of the breast meat of hens after their laying periods. *Foods*, 12(23), 1–15. <https://doi.org/10.3390/foods12234340>
- Ayu, D. F., Efendy, R., Nopiani, Y., Saputra, E., & Haryani, S. (2022). Pendugaan umur simpan ikan patin salai menggunakan metode akselerasi dengan kemasan HDPE dan teknik pengemasan aluminium foil. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*, 14(2), 88–96. <https://doi.org/10.17969/jtipi.v14i2.23128>
- Badan Standardisasi Nasional. (2009). Mutu karkas dan daging ayam. SNI 3924 : 2009.
- Bekhit, A. E. D. A., Holman, B. W. B., Giteru, S. G., & Hopkins, D. L. (2021). Total volatile basic nitrogen (TVB-N) and its role in meat spoilage: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 109(1), 280–302. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.01.006>
- Cahyanti, A. F., Saptono, R., & Sihwi, S. W. (2015). Penentuan model terbaik pada metode *Naïve Bayes Classifier* dalam menentukan status gizi balita dengan mempertimbangkan independensi parameter. *Jurnal ITSMART*, 4(1), 28–55.
- Casanova, C. F., de Souza, M. A., Fisher, B., Colet, R., Marchesi, C. M., Zeni, J., Cansian, R. L., Backes, G. T., & Steffens, C. (2022). Bacterial growth in chicken breast fillet submitted to temperature abuse condition. *Food Science and Technology*, 42(1), 1–5. <https://doi.org/10.1590/fst.47920>
- Ciptadi, P. P. (2018). Ekstraksi senyawa antioksidan kulit jeruk baby java (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) menggunakan metode *microwave assisted extraction* (kajian konsentrasi etanol dan lama ekstraksi). [Skripsi]. Universitas Brawijaya.
- Dalvandi, F., Almasi, H., Ghanbarzadeh, B., Hosseini, H., & Khosroshahi, N. K. (2020). Effect of vacuum packaging and edible coating containing black pepper seeds and turmeric extracts on shelf life extension of chicken breast fillets. *Journal of Food and Bioprocess Engineering*, 3(1), 69–78.
- Daud, A., Sahriawati, & Suriati. (2018). Pengembangan prosedur analisis total volatil bases dengan menggunakan indikator alami. *Agrokompleks*, 17(1), 8–16.
- Dewi, A. D. R. (2019). Aktivitas antioksidan dan antibakteri ekstrak kulit jeruk manis (*Citrus sinensis*) dan aplikasinya sebagai pengawet pangan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 30(1), 83–90. <https://doi.org/10.6066/jtip.2019.30.1.83>
- Egyptian Organization for Standardization

- and Quality Control. (2005). Detection of poisons and control. Report No. 1796.
- Giannakas, A., Stathopoulou, P., Tsiamis, G., & Salmas, C. (2020). The effect of different preparation methods on the development of chitosan/thyme oil/montmorillonite nanocomposite active packaging films. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(2), 1–15. <https://doi.org/10.1111/jfpp.14327>
- Gunanda, I. G. P. W., Septinova, D., Riyanti, R., & Wanniatie, V. (2021). Pengaruh lama marinasi dengan air kelapa terfermentasi pada suhu refrigerator terhadap kualitas fisik daging broiler bagian paha. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan*, 5(2), 119–126. <https://doi.org/10.23960/jrip.2021.5.2.119-126>
- Habiburrohman, D., & Sukohar, A. (2018). Aktivitas antioksidan dan antimikrobal pada polifenol teh hijau. *Journal Agromedicine Unila*, 5(2), 587–592.
- Hajrawati, Fadliah, M., Wahyuni, & Arief, I. I. (2016). Kualitas fisik, mikrobiologis, dan organoleptik daging ayam broiler pada pasar tradisional di Bogor. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Pertanian*, 4(3), 386–389.
- Indrastuti, N. A., & Aminah, S. (2019). Potensi limbah kulit jeruk lokal sebagai pangan fungsional. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan 2019, Surabaya, Indonesia, 10 Oktober 2019*, 22–129.
- Jaelani, A., Dharmawati, S., & Wanda. (2014). Berbagai lama penyimpanan daging ayam broiler segar dalam kemasan plastik pada lemari es (suhu 4°C) dan pengaruhnya terhadap sifat fisik dan organoleptik. *Jurnal ZIRAAH*, 39(3), 119–5128.
- Kawiji, K., Utami, R., & Khasanah, L. U. (2014). Pengaruh penambahan oleoresin daun jeruk purut (*Citrus Hystrix DC*) pada edible coating terhadap penghambatan kerusakan oksidatif dan mikrobiologis daging sapi yang disimpan di suhu rendah. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 7(1), 39–47. <https://doi.org/10.20961/jthp.v0i1.12916>
- Kucukozet, A. O., & Uslu, M. K. (2018). Cooking loss, tenderness, and sensory evaluation of chicken meat roasted after wrapping with edible films. *Food Science and Technology International*, 24(7), 1–9. <https://doi.org/10.1177/1082013218776540>
- Laila, U., Indriani, S., & Nurhayati, R. (2020). Penentuan tingkat ketengikan secara spektrofotometer pada produk pangan berwarna melalui metode thiobarbituric acid. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 12(1), 19–30. <https://dx.doi.org/10.33749/jpti.v12i1.6259>
- Lapase, O. A. (2016). Kualitas fisik (daya ikat air, susut masak, dan keempukan) daging paha ayam sentul akibat lama perebusan. *Students e-Journal UNPAD*, 5(4), 1–7.
- Luthfiyana, N., Ratrinia, P. W., Rukisah, Asniar, & Hidayat, T. (2022). Optimasi tahap demineralisasi pada ekstraksi kitosan dari cangkang kepiting bakau (*Scylla sp.*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 25(2), 352–363. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v25i2.41853>
- Manzur, M., Luciardi, M. C., Blázquez, M. A., Alberto, M. R., Cartagena, E., & Arena, M. E. (2023). Citrus sinensis essential oils an innovative antioxidant and antipathogenic dual strategy in food preservation against spoilage bacteria. *Antioxidants*, 12(246), 1–18. <https://doi.org/10.3390/antiox12020246>
- Mehrabi, F. A., Sharifi, A., & Ahvazi, M. (2021). Effect of chitosan coating containing *Nepeta pogonosperma* extract on shelf life of chicken fillets during chilled storage. *Food Science and Nutrition*, 9(8), 4517–4528. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2429>
- Mile, L. (2013). Analisis TPC dan total bakteri psikrofilik pada ikan layang (*Decapterus macrosoma*) selama penyimpanan suhu rendah. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 1(2), 103–106.
- Moura-Alves, M., Esteves, A., Ciríaco, M., Silva, J. A., & Saraiva, C. (2023). Antimicrobial and antioxidant edible films and coatings in the shelf-life improvement of chicken meat. *Foods*, 12(12), 1–13. <https://doi.org/10.3390/foods12122308>

- Natalia, D. A., Dharmayanti, N., & Dewi, F. R. (2021). Produksi kitosan dari cangkang rajungan (*Portunus sp.*) pada suhu ruang. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 24(3), 301-309. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v24i3.36635>
- Nunes, C., Silva, M., Farinha, D., Sales, H., Pontes, R., & Nunes, J. (2023). Edible coatings and future trends in active food packaging-fruits and traditional sausages shelf life increasing. *Food*, 12(3308), 1–23. <https://doi.org/10.3390/foods12173308>
- Nurilmala, M., Nurjanah, Fatriani, A., Indarwati, A. R., & Pertiwi, A. M. (2021). Kemunduran mutu ikan baronang (*Siganus javus*) pada penyimpanan suhu chilling. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 12(1), 93–101.
- Octaviani, M., Masnun, L., Nasution, M. R., Susanti, E., Utami, R., & Furi, M. (2023). Aktivitas antimikrob fraksi etil asetat kulit buah jeruk manis (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck). *Jurnal Farmasi Indonesia*, 15(2), 126–133. <https://doi.org/10.35617/jfionline.v15i2.140>
- Pires, J. R. A., de Souza, V. G. L., & Fernando, A. L. (2018). Chitosan/montmorillonite bionanocomposites incorporated with rosemary and ginger essential oil as packaging for fresh poultry meat. *Food Packaging and Shelf Life*, 17(2018), 142–149. <https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2018.06.011>
- Prabawa, S., Putri, D. K. R., Kawiji, K., & Yudhistira, B. (2021). Pengaruh variasi waktu ozonisasi dan suhu penyimpanan terhadap karakteristik fisika, kimia, dan sensoris pada daging ayam broiler (*Gallus domesticus*). *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 9(2), 168–184. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v9i2.277>
- Rahmawati, Winarti, S., & A'yun, Q. (2021). Evaluasi parameter mikrobiologis fillet daging ayam yang diawetkan dengan campuran bubuk kulit buah manggis dan bubuk daun salam pada kondisi penyimpanan suhu dingin. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 9(3), 227–234. <https://doi.org/10.21776/ub.jkptb.2021.009.03.04>
- Remya, S., Sivaraman, G. K., Joseph, T. C., Parmar, E., Sreelakshmi, K. R., Mohan, C. O., & Ravishankar, C. N. (2022). Influence of corn starch based bio-active edible coating containing fumaric acid on the lipid quality and microbial shelf life of silver pomfret fish steaks stored at 4 °C. *Journal of Food Science and Technology*, 59(9), 3387–3398. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05322-y>
- Rochima, E., Fiyanih, E., Afrianto, E., Joni, I. M., Subhan, U., & Pranatarani, C. (2018). Efek penambahan suspensi pada edible coating terhadap aktivitas antibakteri. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 21(1), 127-136. <https://doi.org/10.17844/jphpi.v21i1.21461>
- Rusdianto, A. S., Wiyono, A. E., & Tauvika, N. (2021). Penentuan tingkat kesegaran daging ayam menggunakan label pintar berbasis ekstrak antosianin ubi jalar ungu. *Jurnal Agroindustri*, 11(1), 11–22. <https://doi.org/10.31186/j.agroindustri.11.1.11-22>
- Salafa, F., Hayat, L., & Ma'ruf, A. (2020). Analisis kulit buah jeruk (*Citrus sinensis*) sebagai bahan pembuatan elektrolit pada bio-baterai. *Jurnal Riset Rekayasa Elektro*, 2(1), 1–9.
- Shon, J., Eo, J. H., & Eun, J. B. (2010). Effect of soy protein isolate coating on quality attributes of cut raw hanwoo (Korean Cow) beef, aerobically packaged and held refrigerated. *Journal of Food Quality*, 33(1), 42–60. <https://doi.org/10.1111/j.17454557.2010.00332.x>
- Silalahi, K. P., Swasti, Y. R., & Pranata, F. S. (2022). Aktivitas antioksidan dari produk samping olahan jeruk. *Amerta Nutrition*, 6(1), 100–111. <https://doi.org/10.20473/amnt.v6i1.2022.100-111>
- Silvia, D., Yusuf, M. R., & Zulkarnain, Z. (2022). Analisis kadar ph dan organoleptik daging ayam dengan metode vakum dan non-vakum. *Metana*, 18(1), 1–6. <https://doi.org/10.14710/metana.v18i1.40661>
- Sitorus, R. F., Karo-Karo, T., & Lubis, Z. (2014). Pengaruh konsentrasi kitosan sebagai edible coating dan lama penyimpanan

- terhadap mutu buah jambu biji merah. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 2(1), 37–46.
- Soeparno. (2005). Ilmu dan teknologi daging (4thed.). Gajah Mada University Press.
- Soeparno. (2011). Ilmu nutrisi dan gizi daging. Gajah Mada University Press.
- Suharto, S., Purnamayati, L., Sumardianto, & Arifin, M. H (2024). Aplikasi *edible coating* karagenan dengan penambahan kunyit dan kitosan pada bandeng cabut duri. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 27(6), 511-525. <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v27i6.52898>
- Tang, X., & Yu, Z. (2020). Rapid evaluation of chicken meat freshness using gas sensor array and signal analysis considering total volatile basic nitrogen. *International Journal of Food Properties*, 23(1), 297–305. <https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1716797>
- Timung, M. A., Sabtu, B., & Malelak, G. E. M. (2021). Kadar lemak, nilai TBA, aktivitas antioksidan dan mutu organoleptik karkas ayam petelur afkir setelah direndam dengan sari daun binahong (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis). *Jurnal Peternakan Lahan Kering*, 3(1), 1228–1239.
- Toynbe, S. J., Baehaki, A., & Lestari, S. D. (2016). Pengaruh aplikasi kitosan sebagai coating terhadap mutu dan umur simpan daging giling ikan gabus (*Channa striata*). *Jurnal Fishtech*, 4(1), 67–74. <https://doi.org/10.36706/fishtech.v4i1.3500>
- Yaashikaa, P. R., Kamalesh, R., Kumar, P. S., Saravanan, A., Vijayasri, K., & Rangasamy, G. (2023). Recent advances in edible coatings and their application in food packaging. *Food Research International*, 173(113366), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113366>
- Wibawati, P. A., Chrismonica, Y., Susanti, R. B., Himawan, M. P., Devy, A. H. S., Nirmalasari, J. W. A., & Abdramanov, A. (2024). Microbial contamination in chicken meat in traditional markets in Banyuwangi. *Jurnal Medik Veteriner*, 7(1), 41–47. <https://doi.org/10.20473/jmv.vol7.iss1.2024.41-47>
- Zhou, X., Zong, X., Zhang, M., Ge, Q., Qi, J., Liang, J., Xu, X., & Xiong, G. (2021). Effect of konjac glucomannan/carrageenan-based edible emulsion coatings with camellia oil on quality and shelf-life of chicken meat. *International Journal of Biological Macromolecules*, 183(2021), 331–339. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.04.165>