



**Pengaruh Penambahan Minyak Atsiri Biji Pala (*Myristica fragrans* Houtt.)  
pada *Edible Coating* Kitosan terhadap Kualitas *Fillet* Daging Ayam Broiler  
selama Penyimpanan Suhu Dingin**

*Effect of Nutmeg (Myristica fragrans Houtt.) Seed Essential Oil Addition to Chitosan  
Edible Coating on The Quality of Broiler Chicken Fillet during Cold Storage*

**Windi Atmaka\*, Siti Khodijah Putri Wibisono, Siswanti, dan Esti Widowati**

Program Studi Ilmu Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret,  
Jl. Ir. Sutami, No.36A, Jebres, Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia 57126

\*email: [windi atmaka@staff.uns.ac.id](mailto:windi atmaka@staff.uns.ac.id)

Diserahkan [12 September 2024]; Diterima [18 Desember 2024]; Dipublikasi [25 Desember 2024]

**ABSTRACT**

Chicken is a highly demanded meat due to its high nutritional value and affordability. However, chicken meat has a relatively short shelf life and is susceptible to damage during storage. One way to preserve the quality of chicken meat is to use an edible coating. This study was conducted to determine the effect of adding nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt.) seed essential oil at a specified concentration in chitosan edible coating on the quality of broiler meat fillets during 12 days of storage at cold temperatures. The test parameters used as a reference for the quality of broiler meat fillets include TPC, TVB, TBA, pH, and cooking loss tests. The experimental design in this study was a completely randomized design (CRD) with a factor of variation in the concentration of nutmeg essential oil (0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, and 1%). The data obtained were analyzed using one-way ANOVA. If there is a difference, it is continued with the Duncan Multiple Range Test (DMRT) to determine whether there is a difference in each sample at a significance level of  $\alpha = 0,05$ . Then, the potency test was conducted to determine the sample with the best concentration of nutmeg essential oil. The results showed that 1% concentration of nutmeg essential oil showed the best results in maintaining the quality of chicken fillet during cold storage (4°C), based on the efficacy test. There was a difference between the quality of chicken fillet meat in the best concentration sample (addition of 1% nutmeg seed essential oil) and chicken meat samples without coating on the parameters of cooking loss, pH, TBA, and TPC.

**Keywords:** broiler chicken; edible coating; meat fillet; chitosan; nutmeg seed essential oil

**ABSTRAK**

Daging ayam merupakan daging yang banyak diminati karena memiliki kandungan gizi yang cukup baik dan harganya yang terjangkau. Namun daging ayam memiliki umur simpan yang relatif pendek dan mudah mengalami kerusakan selama penyimpanan. Salah satu cara untuk menjaga kualitas daging ayam adalah dengan penggunaan *edible coating*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan minyak atsiri biji pala (*Myristica fragrans* Houtt.) dengan konsentrasi tertentu pada *edible coating* kitosan terhadap kualitas *fillet* daging ayam broiler selama 12 hari penyimpanan pada suhu dingin. Parameter uji yang digunakan sebagai acuan kualitas *fillet* daging ayam broiler meliputi uji TPC, TVB, TBA, pH, dan susut masak. Rancangan percobaan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor, yaitu variasi konsentrasi minyak atsiri biji pala (0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1%). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *One Way ANOVA*. Jika terdapat perbedaan, maka akan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan pada masing-masing sampel pada tingkat signifikansi  $\alpha=0,05$ , kemudian dilakukan uji efektivitas untuk mengetahui sampel dengan konsentrasi minyak atsiri biji pala terbaik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi minyak atsiri biji pala 1% menunjukkan hasil terbaik untuk mempertahankan kualitas *fillet* daging ayam selama penyimpanan suhu dingin (4°C), berdasarkan uji efektivitas. Terdapat perbedaan antara kualitas *fillet* daging ayam pada sampel konsentrasi terbaik (penambahan minyak asiri biji pala 1%) dengan

sampel daging ayam tanpa *coating* pada parameter susut masak, pH, TBA, dan TPC.

**Kata Kunci:** ayam broiler; *edible coating*; *fillet* daging; kitosan; minyak atsiri biji pala

**Saran sitasi:** Atmaka, W., Wibisono, S. K. P., Siswanti, & Widowati E. 2024. Pengaruh Penambahan Minyak Atsiri Biji Pala (*Myristica fragrans* Houtt.) pada *Edible Coating* Kitosan terhadap Kualitas *Fillet* Daging Ayam Broiler selama Penyimpanan Suhu Dingin. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 17(2), 200-212. <https://doi.org/10.20961/jthp.v17i2.84063>

## PENDAHULUAN

Daging ayam dikenal memiliki kandungan gizi yang cukup baik karena mengandung protein, air, mineral dan vitamin. Selain kandungannya, daging ayam juga merupakan daging yang paling terjangkau karena jumlah produksinya yang tinggi. Namun daging ayam memiliki umur simpan yang terbatas karena oksidasi lemak yang menyebabkan tengik serta adanya mikroba yang tumbuh sehingga daging ayam menjadi busuk. Menurut Afshar Mehrabi *et al.* (2021), kandungan protein dan kadar air yang tinggi pada daging ayam merupakan media yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme, sehingga umur simpan daging ayam menjadi lebih singkat.

Formaldehida (HCHO) atau formalin sering disalah gunakan oleh produsen makanan yang tidak bertanggung jawab sebagai bahan pengawet untuk produk makanan di Indonesia, salah satunya yaitu daging ayam (Yulianti, 2021). Peraturan Menteri Kesehatan No. 1168/Menkes/PER/X/1999 melarang penggunaan formalin sebagai bahan pengawet makanan karena dalam dosis tertentu menyebabkan penyakit seperti obstruksi otak, hati, dan penyakit kanker. Meningkatnya kesadaran konsumen akan kesehatan telah memicu persepsi negatif terhadap bahan tambahan makanan sintetis. Oleh karena itu diperlukan metode pengawetan alami untuk memperpanjang umur simpan *fillet* daging ayam.

Pendinginan adalah salah satu cara alami untuk mencegah pembusukan *fillet* daging ayam. Pendinginan dapat dikombinasikan dengan metode pengawetan lain untuk memperpanjang umur simpan salah satunya dengan pelapisan (*coating*). *Edible coating* merupakan lapisan

tipis yang terbuat dari bahan yang dapat dikonsumsi, yang diaplikasikan secara langsung pada permukaan produk yang berfungsi sebagai penahan (*barrier*) dari perpindahan massa seperti uap air, O<sub>2</sub>, dan CO<sub>2</sub> (Rosida *et al.*, 2018).

Kitosan merupakan polisakarida yang diperoleh dari senyawa kitin melalui proses deasetilisasi. Kitosan (C<sub>6</sub>H<sub>11</sub>NO<sub>4</sub>)<sub>n</sub> berbentuk padatan amorf dengan warna putih kekuningan, memiliki sifat polielektrolit, tidak larut dalam air dan alkali, umumnya larut dalam asam organik (Rosida *et al.*, 2018). Penggunaan *edible coating* kitosan pada daging dapat memberikan beberapa manfaat seperti menghambat pertumbuhan mikroba karena kitosan memiliki aktivitas antimikroba.

Sifat antimikroba pada *edible film* dan *edible coating* dapat ditingkatkan dengan penambahan minyak atsiri. Berdasarkan Hashemi *et al* (2023), Penggabungan kitosan dengan senyawa bioaktif seperti minyak atsiri dan ekstrak alami telah terbukti efektif sebagai *film* atau pelapis aktif untuk pengawetan daging dan produk perikanan. Penggabungan minyak atsiri ke dalam *film* atau pelapis kitosan tidak hanya dapat meningkatkan sifat antimikroba tetapi juga sebagai antioksidan bagi produk yang dilapisi (Vieira *et al.*, 2019).

Pala merupakan salah satu sumber daya alam lokal Indonesia yang dapat diolah lebih lanjut menjadi minyak yang memiliki aktivitas antimikroba (Horison *et al.*, 2019). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Adiani *et al.* (2015), elemisin, 4-terpineol, miristisi dan trans-sabinene hidrat sebagai komponen terpenting minyak atsiri biji pala yang memiliki aktivitas antioksidan. Aktivitas antimikroba minyak atsiri pala berasal dari efek sinergis senyawa terpen dan senyawa aromatik dalam minyak.

Penelitian yang membahas tentang penambahan minyak atsiri pada *edible coating* kitosan sebagai pengawetan alami daging telah banyak dilakukan. Karimnezhad *et al.* (2019) menyebutkan bahwa pelapisan kitosan yang diperkaya dengan minyak atsiri oregano 2% dapat menghambat pertumbuhan mikroba pada *fillet* daging ayam. Khare *et al* (2017) menggunakan minyak kayu manis dalam *edible coating* kitosan untuk meningkatkan umur simpan dada ayam hingga 7 hari pada suhu dingin. Namun, belum ada pemanfaatan *edible coating* kitosan dengan penambahan minyak atsiri biji pala sebagai pengawet pangan, khususnya pada daging ayam. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh penambahan minyak atsiri biji pala dengan konsentrasi tertentu pada *edible coating* kitosan terhadap kualitas *fillet* daging ayam selama penyimpanan suhu dingin berdasarkan uji *total plate count* (TPC), pH, susut masak, *total volatile base* (TVB), dan *thiobarbituric acid* (TBA).

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan larutan *edible coating* adalah minyak atsiri biji pala (PT. Syailendra Bumi Investama), kitosan kulit udang komersial (CV. Bio Chitosan Indonesia, Jakarta), CH<sub>3</sub>COOH (PT. Sidola, Bandung), gliserol (Merck, Germany), *Tween* 80 (Merck, Germany), *aquadest*, dan *fillet* daging ayam broiler diperoleh dari Rumah Potongang Unggas di Surakarta. Bahan analisis yaitu *Plate count agar* (Merck, Germany), larutan garam fisiologis (Merck, Germany), HCl 4N (Merck, Germany), dan reagen TBA.

### Alat

Alat yang digunakan dalam pembuatan larutan *edible coating* adalah neraca analitik (OHAUS SPX622), kaca arloji, *hotplate stirrer* (IKA C-MAG HS 7), termometer, gelas beaker, pipet volume,

*tray*, *hairdrayer*, dan pengaduk. Alat untuk analisis yaitu tabung reaksi, *micro* pipet, petridish, *vortex* (Gemmy VM-300), inkubator, autoklaf (HIRAYAMA HVE-50), LAF (Thermo Scientific 1300 A2), alat destilasi sederhana, *heating mantle*, erlenmayer, spektrofotometer UV-VIS, pH meter (OHAUS ST300), kompor, panci, plastik polietilen, dan bunsen.

### Tahapan Penelitian

#### *Pembuatan Larutan Edible Coating*

Pembuatan *edible coating* kitosan mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Jonaidi Jafari *et al.* (2018) dengan sedikit perubahan. Larutan kitosan dibuat dengan melarutkan 2 g kitosan ditambahkan ke dalam 100 ml larutan asam asetat (1% v/v) yang telah dipanaskan pada suhu 60°C, kemudian diaduk perlahan selama 1 jam pada kecepatan 750 rpm. Larutan tersebut kemudian ditambah dengan 0,75% gliserol dan 0,2% *Tween* 80, pencampuran dilakukan pada suhu 30°C selama 30 menit. Setelah larutan dingin, dilakukan penambahan minyak atsiri biji pala dengan konsentrasi sebesar 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1%. Larutan *edible coating* dihomogenisasi menggunakan *magnetic stirrer* selama 10 menit dengan kecepatan 250 rpm.

#### *Pengaplikasian Edible Coating*

*Fillet* daging ayam dipotong dengan ukuran (4x3x1) cm setiap sampelnya. Pengaplikasian *edible coating* mengacu pada penelitian yang telah dilakukan oleh (Apriantini *et al.*, 2021). Sampel *fillet* daging ayam dicelupkan selama 3 menit ke dalam larutan *edible coating* kitosan dengan penambahan minyak atsiri biji pala 0%, 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1%. Sampel yang telah dicelupkan pada larutan *coating* diletakkan di atas *tray* aluminium dikeringkan menggunakan *hairdryer* hingga lapisan *edible coating* mengering. Sampel yang telah di *coating* kemudian dimasukkan ke dalam *styrofoam plate* dan ditutup dengan *cling wrap* lalu disimpan dalam kondisi pendingin (4±1°C).

## Analisis Kerusakan Fillet Daging Ayam

Analisis kerusakan dilakukan pada hari ke-0, 3, 6, 9, dan 12 yang meliputi:

- *Total Plate Count (TPC)*

Pengujian *Total Plate Count* (TPC) mengacu pada penelitian yang dilakukan Millan dan Sirante (2020). Daging ayam ditimbang sebanyak 10g kemudian dimasukkan ke dalam *erlenmeyer*. Sampel tersebut kemudian diencerkan dengan larutan garam fisiologis (NaCl). Masing-masing hasil pengenceran diambil menggunakan pipet sebanyak 1 ml dan dimasukkan ke dalam cawan petri steril lalu media *plate count agar* (PCA) dituangkan dalam cawan petri sebanyak 10-15 ml. Dilakukan inkubasi pada suhu 37°C selama 24-48 jam dengan posisi terbalik.

- *pH*

Daging ayam dihaluskan menggunakan mortal alu kemudian ditimbang sebanyak 2g. Daging ayam yang telah ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam gelas beker dan diencerkan dengan akuades sampai volume 10 ml lalu dihomogenkan. Larutan disaring kemudian diambil filtratnya untuk diukur pHnya menggunakan pH meter. Pengujian ini mengacu pada Silvia *et al.* (2022).

- *Susut Masak*

Pengujian susut masak mengacu pada Prabawa *et al.* (2021). Daging ayam ditimbang lalu dimasukkan pada plastik *zip-lock*, kemudian sampel dimasukkan ke dalam panci yang berisi air dengan suhu 80°C selama 10 menit. Setelah 10 menit, daging ditiriskan dan didinginkan hingga mencapai suhu ruang. Daging yang telah dingin kemudian dilap menggunakan tisu dan ditimbang Kembali. Perhitungan susut masak dapat dilakukan dengan rumus berikut:

$$\text{Susut masak (\%)} = \frac{(M_1 - M_2)}{M_1} \times 100\% \dots (1)$$

Keterangan:

M<sub>1</sub> = berat awal sebelum perebusan (gr)

M<sub>2</sub> = berat sesudah perebusan (gr)

- *Total Volatile Base (TVB)*

Sampel ditimbang sebanyak 25g kemudian ditambahkan dengan 75 ml larutan asam trikloroasetat (TCA) 7% lalu dihomogenkan dan diambil filtratnya. Sebanyak 1 ml filtrat kemudian dimasukkan ke dalam *outer chamber* cawan conway. Setelah itu, dilakukan pemasukkan 1 ml larutan asam borat ke dalam *inner chamber* dan K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> jenuh sebanyak 1 ml pada *outer chamber* lalu cawan conway segera ditutup dengan rapat. Cawan digoyang perlahan selama 1 menit agar kedua cairan di *outer chamber* tercampur. Cawan conway kemudian diinkubasi dalam inkubator pada suhu 37°C selama 2 jam. Setelah inkubasi selesai, larutan asam borat dalam inner chamber cawan Conway dititrasi dengan larutan 0,002N (Normalitas) HCl hingga warna larutan asam borat berubah menjadi merah muda. Pengujian ini mengacu pada penelitian Pribadi *et al.* (2018).

- *Thiobarbituric Acid (TBA)*

Pengujian dilakukan mengacu pada Abdel-Naeem *et al.* (2021), dengan cara menimbang sampel sebanyak 10g kemudian ditambahkan dengan 2,5 ml larutan HCl 4 N dan 97,5 ml akuades lalu dihomogenkan. Setelah itu, dilakukan proses destilasi uap agar dihasilkan destilat sebanyak 50 ml. Sebanyak 5 ml destilat dipindah ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 5 ml reagen TBA, kemudian dihomogenkan dan dipanaskan selama 35 menit dalam air panas. Tabung reaksi kemudian didinginkan dengan air mengalir selama 10 menit kemudian diukur absorbansinya (D) menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 528 nm dengan larutan blanko sebagai titik nol.

- *Penentuan Perlakuan Terbaik*

Penentuan perlakuan terbaik menggunakan uji efektivitas sesuai dengan metode De Gramo dilakukan berdasarkan Hayati *et al.* (2020). Bobot Normal (BN) ditetapkan berdasarkan nilai Bobot Variabel (BV) dengan membagi BV dengan total BV. Bobot Variabel (BV) untuk uji susut masak,

pH, TVB, TBA, dan TPC berturut-turut 1; 2; 2; 2; dan 3. Nilai efektivitas (NE) dan nilai hasil (NH) diperoleh dari rumus berikut:

$$NE = \frac{(\text{Nilai perlakuan} - \text{Nilai terjelek})}{(\text{Nilai terbaik} - \text{Nilai terjelek})} \times 100\% \dots (2)$$

$$NH = NE \times \text{Bobot Normal} \dots (3)$$

#### Analisis Statistik

Rancangan percobaan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor. Data yang diperoleh dianalisis dengan SPSS versi 25 menggunakan *One Way ANOVA* ( $\alpha=0,05$ ). Jika terdapat perbedaan, maka akan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada tingkat signifikansi 0,05. Uji efektivitas dilakukan sesuai dengan De Garmo *et al.* (1984), untuk mengetahui sampel dengan konsentrasi minyak atsiri biji pala terbaik. Sampel dengan konsentrasi minyak atsiri biji pala terbaik dibandingkan dengan sampel *fillet* daging ayam tanpa perlakuan *edible coating* menggunakan uji *Independent Sample T-test*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Total Plate Count (TPC)

Uji *Total Plate Count* (TPC) adalah metode yang digunakan untuk menentukan apakah suatu produk pangan dapat dianggap aman untuk dikonsumsi berdasarkan jumlah mikroba kontaminan yang ada dalam produk tersebut. Tabel 1 menunjukkan hasil analisis variansi dimana variasi konsentrasi minyak atsiri biji pala

berpengaruh nyata ( $P<0,05$ ) terhadap nilai TPC *fillet* daging ayam selama penyimpanan 12 hari pada suhu dingin.

Batas maksimum cemaran mikoba pada daging ayam berdasarkan SNI 3924:2009 adalah  $1 \times 10^6$  CFU/g sampel ( $1 \times 10^6$  CFU/g =  $6 \log$  CFU/g). Sampel dengan penambahan minyak atsiri biji pala 0% ( $6,25 \log$  CFU/g) dan 0,25% ( $6,12 \log$  CFU/g) sudah melewati ambang batas pada hari ke-6. Sedangkan sampel dengan penambahan minyak atsiri biji pala 0,5% ( $6,61 \log$  CFU/g), 0,75% ( $6,45 \log$  CFU/g), dan 1% ( $6,39 \log$  CFU/g) melewati batas cemaran mikroba pada hari ke-9. Nilai TPC pada *fillet* daging ayam yang dilapisi *edible coating* dengan penambahan minyak atsiri biji pala 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1% memiliki laju peningkatan yang lebih lambat dibandingkan dengan sampel kontrol (0%). Hal ini menunjukkan bahwa minyak atsiri memiliki aktivitas antimikroba. Kemampuan penghambatan pertumbuhan mikroba pada sampel dengan penambahan minyak atsiri biji pala berkaitan dengan senyawa kimia yang dikandungnya. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Saputro *et al.* (2016), minyak atsiri biji pala memiliki beberapa komponen kimia seperti miristisin (14,02%),  $\alpha$ -pinene (17,75%),  $\beta$ -pinene (13,37%), sabinene (11,09%), 4-terpineol (10,35%),  $\gamma$ -terpinene (5,19%), limonene (5,12%), dan safrol (1,24%) dan senyawa lainnya.

Sesuai dengan penelitian Freitas *et al.* (2020),  $\alpha$ -pinene menunjukkan efek modulasi pada strain bakteri gram-positif maupun gram-negatif.

**Tabel 1.** Hasil Uji *Total Plate Count Fillet* Daging Ayam

Penambahan Minyak Atsiri	TPC (Log CFU/g)				
	Hari ke-0	Hari ke-3	Hari ke-6	Hari ke-9	Hari ke-12
0%	3,93 ± 0,02 <sup>c</sup>	5,64 ± 0,09 <sup>d</sup>	6,25 ± 0,05 <sup>d</sup>	7,23 ± 0,06 <sup>d</sup>	8,67 ± 0,11 <sup>c</sup>
0,25%	3,93 ± 0,03 <sup>c</sup>	5,69 ± 0,06 <sup>d</sup>	6,12 ± 0,06 <sup>c</sup>	7,08 ± 0,03 <sup>c</sup>	8,47 ± 0,06 <sup>b</sup>
0,5%	3,76 ± 0,04 <sup>a</sup>	5,51 ± 0,04 <sup>c</sup>	5,64 ± 0,09 <sup>b</sup>	6,61 ± 0,10 <sup>b</sup>	8,40 ± 0,04 <sup>b</sup>
0,75%	3,85 ± 0,03 <sup>b</sup>	5,37 ± 0,08 <sup>b</sup>	5,47 ± 0,06 <sup>a</sup>	6,45 ± 0,03 <sup>a</sup>	8,25 ± 0,06 <sup>a</sup>
1%	3,92 ± 0,06 <sup>c</sup>	5,12 ± 0,05 <sup>a</sup>	5,51 ± 0,08 <sup>a</sup>	6,39 ± 0,11 <sup>a</sup>	8,19 ± 0,04 <sup>a</sup>

Keterangan: Superskrip yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada taraf signifikansi ( $\alpha=0,05$ ).

**Tabel 2.** Hasil Uji Derajat Keasaman (pH)

Penambahan Minyak Atsiri	pH				
	Hari ke-0	Hari ke-3	Hari ke-6	Hari ke-9	Hari ke-12
0%	6,65±0,02 <sup>c</sup>	6,66±0,01 <sup>c</sup>	6,88±0,01 <sup>c</sup>	7,00±0,02 <sup>d</sup>	6,77±0,02 <sup>c</sup>
0,25%	6,59±0,01 <sup>b</sup>	6,71±0,02 <sup>d</sup>	6,86±0,01 <sup>c</sup>	6,76±0,02 <sup>c</sup>	6,77±0,01 <sup>c</sup>
0,5%	6,67±0,01 <sup>c</sup>	6,64±0,02 <sup>bc</sup>	6,64±0,02 <sup>a</sup>	6,65±0,02 <sup>b</sup>	6,68±0,03 <sup>b</sup>
0,75%	6,53±0,04 <sup>a</sup>	6,62±0,02 <sup>ab</sup>	6,79±0,02 <sup>b</sup>	6,65±0,02 <sup>b</sup>	6,66±0,02 <sup>b</sup>
1%	6,55±0,01 <sup>a</sup>	6,59±0,02 <sup>a</sup>	6,78±0,02 <sup>b</sup>	6,60±0,02 <sup>a</sup>	6,61±0,01 <sup>a</sup>

Keterangan: Superskrip yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada taraf signifikansi ( $\alpha=0,05$ ).

$\alpha$ -Pinene dan  $\beta$ - pinene dilaporkan menunjukkan aktivitas antimikroba dan diduga berperan dalam gangguan membran oleh senyawa yang bersifat lipofilik (Gupta & Rajpurohit, 2011). Menurut Santos *et al.* (2018), miristin dan 4-terpineol merupakan senyawa yang bertanggung jawab atas aktivitas antimikroba pada minyak atsiri pala. 4-terpineol yang merupakan terpenoid alkohol yang menunjukkan aktivitas antimikroba dengan bertindak sebagai agen denaturasi protein, pelarut atau agen dehidrasi. Sedangkan miristin memiliki rantai samping tak jenuh pada cincin aromatik yang bertanggung jawab atas aktivitas antibakteri, yang bekerja pada dinding sel bakteri. Aktivitas antimikroba dari minyak atsiri pala merupakan efek sinergis dari berbagai unsur terpenoid dan aromatik yang terdapat dalam minyak tersebut (Nikolic *et al.*, 2021). Selain itu, sinergi antara polikation yang terkandung dalam kitosan serta senyawa aktif yang terdapat dalam minyak atsiri biji pala seperti senyawa terpenoid dan fenilpropanoid mampu merusak permeabilitas membran sel bakteri yang mengakibatkan keluarnya cairan sel sehingga akan terjadi lisis (Indrasti *et al.*, 2012).

### Derajat Keasaman (pH)

Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa penambahan minyak atsiri biji pala berpengaruh nyata ( $P<0,05$ ) terhadap nilai derajat keasaman (pH) *fillet* daging ayam pada penyimpanan hari ke-0, 3, 6, 9, dan 12. Menurut Triyannanto *et al.* (2021), nilai pH memiliki peran sebagai indikator yang membantu dalam menentukan apakah suatu

produk telah mengalami pembusukan yang disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme.

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat pH *fillet* daging ayam mengalami peningkatan selama masa penyimpanan 12 hari pada setiap sampel. Namun nilai pH *fillet* daging ayam yang dilapisi *edible coating* dengan penambahan minyak atsiri biji pala 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1% memiliki laju peningkatan yang lebih lambat dibandingkan dengan sampel kontrol (0%). Kirasan pH *fillet* daging ayam yang dilapisi *edible coating* kitosan dengan variasi konsentrasi minyak atsiri biji pala berkisar antara 6,53-6,67 pada penyimpanan hari ke-0. Nilai pH ini lebih rendah bila dibandingkan dengan penelitian Afrianti *et al.* (2013) dimana pH daging ayam broiler yang tidak diberi sebesar 6,79 pada penyimpanan 6–12 jam. Namun lebih tinggi dibandingkan penelitian (Hajrawati *et al.*, 2016), daging ayam broiler tanpa diberi perlakuan memiliki pH berkisar antara 6,00-6,37.

Besarnya nilai pH berkaitan dengan aktivitas mikroba dalam daging. Aktivitas mikroba dalam daging selama penyimpanan menyebabkan meningkatnya laju degradasi protein sehingga pH daging meningkat (Utami *et al.*, 2014). Hal ini sesuai dengan hasil uji TPC, dimana sampel dengan penambahan minyak atsiri biji pala memiliki nilai TPC yang lebih rendah dibandingkan dengan sampel kontrol. Efek sinergis dari aktivitas antimikroba pada minyak atsiri biji pala dan kemampuan *edible coating* sebagai *barrier* O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub> dapat menekan pertumbuhan bakteri dan jamur sehingga laju kenaikan pH menjadi lebih lambat (Kiarsi *et al.*, 2020).

## Susut Masak

Susut masak merupakan jumlah kehilangan air dan kehilangan berat daging selama proses pemasakan. Hal ini terjadi karena air dalam daging menguap saat pemasakan. Nilai susut masak *fillet* daging ayam broiler yang dilapisi *edible coating* kitosan dengan penambahan minyak atsiri biji pala dapat dilihat pada **Tabel 3**. Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa variasi konsentrasi minyak atsiri biji pala yang ditambahkan pada *edible coating* kitosan berpengaruh secara signifikan ( $P < 0,05$ ) terhadap nilai susut masak *fillet* daging ayam pada penyimpanan hari ke-6 dan 12. *Fillet* daging ayam yang di *coating* menggunakan *edible coating* kitosan dengan penambahan minyak atsiri biji pala memiliki nilai susut masak yang lebih rendah jika dibandingkan dengan sampel kontrol (0%).

Nilai susut masak daging biasanya berada dalam rentang 15%-40% (Soeparno dalam Kristiawan *et al.*, 2019). Semakin tinggi kemampuan protein daging untuk menahan air, maka semakin sedikit air yang akan terlepas selama proses memasak, sehingga menghasilkan tingkat susut masak yang lebih rendah (Nur *et al.*, 2021). Minyak atsiri biji pala memiliki senyawa antimikroba sehingga nilai susut masak pada sampel yang dilapisi *edible coating* kitosan tanpa penambahan minyak atsiri (kontrol) lebih tinggi dibandingkan sampel dengan penambahan minyak atsiri biji pala. Aktivitas mikroba yang mendegradasi protein menyebabkan daya ikat air semakin melemah sehingga susut masaknya meningkat. Nilai susut masak juga berkorelasi dengan nilai pH, dimana

semakin tinggi pH daging maka presentase susut masak daging akan semakin menurun. Buckle *et al.* (1987) dalam Nurfawaidi *et al.* (2018) menyebutkan bahwa pH yang rendah (5,1-6,1) menyebabkan terbukanya struktur daging sedangkan pada pH yang tinggi (6,2-7,2) akan menyebabkan daging memiliki struktur yang tertutup namun lebih memungkinkan untuk perkembangan mikroorganisme.

## Total Volatile Base (TVB)

Hasil pengujian *total volatile base* (TVB) pada *fillet* daging ayam yang dilapisi *edible coating* kitosan dengan penambahan minyak atsiri biji pala dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa penambahan minyak atsiri biji pala tidak berpengaruh nyata ( $P > 0,05$ ) terhadap nilai *total volatile base fillet* daging ayam selama penyimpanan 6 hari pada suhu dingin.

Semakin lama penyimpanan maka nilai TVB *fillet* daging ayam yang di *coating* dengan *edible coating* kitosan semakin meningkat, baik pada perlakuan kontrol maupun perlakuan penambahan minyak atsiri biji pala. *Fillet* daging ayam broiler yang di *coating* menggunakan *edible coating* kitosan dengan penambahan minyak atsiri biji pala 0,75% menghasilkan nilai TVB yang terendah pada penyimpanan hari ke-6 yaitu sebesar 17,22 mgN/100g. Nilai TVB merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk mendeteksi kesegaran daging.

Kenaikan nilai TVB seiring dengan lamanya penyimpanan disebabkan karena adanya aktivitas mikroorganisme pembusuk (Kinanthi *et al.*, 2022).

**Tabel 3.** Hasil Uji Susut Masak (*Cooking Loss*)

Penambahan Minyak Atsiri	Susut Masak (%)				
	Hari ke-0	Hari ke-3	Hari ke-6	Hari ke-9	Hari ke-12
0%	33,05±0,17 <sup>a</sup>	25,44±4,78 <sup>a</sup>	22,36±0,59 <sup>d</sup>	20,14±5,38 <sup>a</sup>	17,78±2,89 <sup>b</sup>
0,25%	30,54±5,46 <sup>a</sup>	14,65±8,24 <sup>a</sup>	16,00±1,81 <sup>bc</sup>	10,61±2,88 <sup>a</sup>	11,11±1,24 <sup>ab</sup>
0,5%	32,77±2,39 <sup>a</sup>	28,56±6,94 <sup>a</sup>	17,89±1,91 <sup>c</sup>	16,81±10,82 <sup>a</sup>	15,36±6,99 <sup>ab</sup>
0,75%	30,20±1,49 <sup>a</sup>	24,38±5,05 <sup>a</sup>	14,03±0,39 <sup>ab</sup>	7,56±0,54 <sup>a</sup>	8,32±0,91 <sup>a</sup>
1%	35,02±3,66 <sup>a</sup>	16,80±5,94 <sup>a</sup>	12,84±0,20 <sup>a</sup>	11,11±6,24 <sup>a</sup>	8,35±4,22 <sup>a</sup>

Keterangan: Superskrip yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada taraf signifikansi ( $\alpha = 0,05$ ).

**Tabel 4.** Hasil Uji *Total Volatil Base* (TVB)

Penambahan Minyak Atsiri	TVB (mgN/100g)		
	Hari Ke-0	Hari Ke-3	Hari Ke-6
0%	18,06±2,33 <sup>a</sup>	18,76±2,48 <sup>a</sup>	18,92±0,94 <sup>a</sup>
0,25%	16,21±0,75 <sup>a</sup>	16,44±1,74 <sup>a</sup>	17,58±1,14 <sup>a</sup>
0,5%	17,23±1,42 <sup>a</sup>	17,03±0,84 <sup>a</sup>	18,26±0,57 <sup>a</sup>
0,75%	15,85±1,24 <sup>a</sup>	15,22±0,86 <sup>a</sup>	17,22±0,95 <sup>a</sup>
1%	15,62±1,39 <sup>a</sup>	16,60±1,32 <sup>a</sup>	17,26±0,82 <sup>a</sup>

Keterangan: Superskrip yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada taraf signifikansi ( $\alpha=0,05$ ).

Peningkatan jumlah total mikroba selama penyimpanan mengakibatkan percepatan degradasi protein oleh mikroba. Hal ini menyebabkan peningkatan jumlah amonia dan senyawa volatil lainnya yang merupakan indikator kebusukan dalam bahan, serta menyebabkan kenaikan nilai TVB (Utami *et al.*, 2014).

*Fillet* daging ayam dengan penambahan minyak atsiri biji pala memiliki nilai TVB yang lebih rendah dibandingkan sampel kontrol disebabkan karena aktivitas antimikroba minyak atsiri biji yang menghambat degradasi protein oleh mikroba. Berkaitan dengan hasil uji TPC, dimana sampel dengan penambahan minyak atsiri biji pala memiliki nilai TPC yang lebih rendah dibandingkan dengan sampel kontrol yang menunjukkan bahwa penambahan minyak atsiri biji pala dapat menekan pertumbuhan mikroba. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Indrasti *et al.* (2012) dimana nilai TVB pada *fillet* kakap merah semakin meningkat seiring dengan lamanya penyimpanan, namun pada *fillet* kakap merah yang direndam dengan kitosan dan ekstrak pala memiliki peningkatan nilai TVB yang lebih kecil.

### **Thiobarbituric Acid (TBA)**

Uji *Thiobarbituric Acid* (TBA) merupakan metode yang umum digunakan untuk mengukur tingkat ketengikan dalam berbagai jenis bahan, uji ini digunakan untuk mengidentifikasi tingkat oksidasi lemak. Kerusakan oksidatif yang terjadi pada daging selama masa penyimpanan dapat diketahui melalui nilai *Thiobarbituric acid* (TBA) dengan melihat banyaknya (mg)

malonaldehid/kg sampel.

Hasil analisis variansi menunjukkan bahwa variasi konsentrasi minyak atsiri biji pala berpengaruh nyata ( $P<0,05$ ) terhadap nilai TBA *fillet* daging ayam selama penyimpanan 12 hari pada suhu dingin. Perlakuan penambahan minyak atsiri 0,25%, 0,5%, 0,75%, dan 1% mampu menekan kenaikan nilai TBA dibandingkan dengan perlakuan kontrol (0%). Hal ini dapat dilihat pada Tabel 5 dimana sampel kontrol memiliki nilai TBA paling tinggi dibandingkan sampel dengan penambahan konsentrasi minyak atsiri pala. Ockerman (1976) dalam Šojić *et al.* (2015), menyebutkan bahwa nilai TBA di atas 1 mg malonaldehid/kg menyebabkan munculnya ketengikan pada produk daging. Nilai TBA tertinggi pada penelitian ini sebesar 0,35 mg malonaldehid/kg yaitu pada sampel kontrol penyimpanan hari ke-12 masih dibawah angka kritis TBA tersebut.

Laju peningkatan nilai TBA yang lebih rendah pada sampel menunjukkan stabilitas oksidatif yang lebih baik pada sampel yang di beri penambahan minyak atsiri. Penambahan minyak atsiri biji pala ternyata mampu menekan laju kenaikan nilai TBA selama penyimpanan. Hal ini dikarenakan minyak biji pala memiliki aktivitas antioksidan yang dapat menghambat oksidasi lemak. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Adiani *et al.* (2015), didapatkan bahwa myristisin, 4-terpineol, dan elemisin merupakan senyawa antioksidan utama yang terdapat pada minyak atsiri biji pala. Antioksidan merupakan senyawa yang bertindak sebagai pendonor hidrogen atau elektron (reduktan) untuk mengurangi efek oksidasi.



**Tabel 5.** Hasil Uji *Thiobarbituric Acid* (TBA)

Penambahan Minyak Atsiri	TBA (mg malonaldehid/kg)				
	Hari ke-0	Hari ke-3	Hari ke-6	Hari ke-9	Hari ke-12
0%	0,05±0,003 <sup>b</sup>	0,16±0,005 <sup>d</sup>	0,14±0,020 <sup>c</sup>	0,22±0,006 <sup>d</sup>	0,35±0,012 <sup>d</sup>
0,25%	0,06±0,003 <sup>c</sup>	0,11±0,003 <sup>b</sup>	0,11±0,008 <sup>b</sup>	0,21±0,004 <sup>c</sup>	0,31±0,004 <sup>c</sup>
0,5%	0,03±0,002 <sup>a</sup>	0,09±0,010 <sup>a</sup>	0,09±0,018 <sup>ab</sup>	0,20±0,006 <sup>ab</sup>	0,22±0,004 <sup>a</sup>
0,75%	0,08±0,003 <sup>d</sup>	0,12±0,004 <sup>c</sup>	0,08±0,001 <sup>a</sup>	0,20±0,003 <sup>b</sup>	0,25±0,006 <sup>b</sup>
1%	0,03±0,003 <sup>a</sup>	0,10±0,004 <sup>a</sup>	0,09±0,007 <sup>ab</sup>	0,19±0,003 <sup>a</sup>	0,22±0,004 <sup>a</sup>

Keterangan: Superskrip yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada taraf signifikansi

Senyawa ini memiliki kemampuan untuk menonaktifkan perkembangan reaksi oksidasi dengan mencegah pembentukan radikal bebas yang dapat merusak komponen makromolekul, seperti protein (Suloi, 2021).

### Penentuan Perlakuan Terbaik dengan Uji Efektivitas

Uji efektivitas dilakukan sesuai dengan metode De Gramo (1984), untuk mengetahui sampel dengan penambahan konsentrasi minyak atsiri biji pala terbaik. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa Nilai Hasil (NH) tertinggi pada hari ke- 0,3,6,9, dan 12 berturut-turut sebesar 0,62; 0,88; 0,86; 0,96; dan 1,00. Nilai hasil (NH) tertinggi pada penyimpanan hari ke-0 dan 6 ditemukan pada penambahan konsentrasi minyak atsiri biji pala 0,75%, sedangkan pada penyimpanan hari ke-3, 9, dan 12 pada penambahan konsentrasi minyak atsiri biji pala 1%. Berdasarkan keseluruhan hasil pengujian pada seluruh parameter uji kualitas *fillet* daging ayam dengan penambahan minyak atsiri biji pala, disimpulkan bahwa konsentrasi terbaik ditemukan pada perlakuan dengan konsentrasi minyak atsiri biji pala sebanyak 1%. Hal ini disebabkan oleh banyaknya Nilai Hasil (NH) yang tinggi pada setiap hari penyimpanan.

### Perbandingan dengan Sampel Tanpa Coating

Uji pembeda dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan pada kualitas fisik, kimia, dan mikrobiologis dari *fillet* daging ayam yang di *coating*

dengan penambahan minyak atsiri biji pala terbaik yaitu pada konsentrasi 1% dengan *fillet* daging ayam yang hanya dibungkus *plastic wrap*. Hasil uji *Independent Sample T-Test* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan ( $p \leq 0,05$ ) antara kualitas *fillet* daging ayam pada sampel dengan penambahan konsentrasi terbaik dan sampel daging ayam tanpa *coating* pada parameter pH, TBA, dan TPC. Sedangkan untuk parameter susut masak, perbedaan hanya ditunjukkan pada penyimpanan hari ke 6 dan 12. Pada parameter TVB menunjukkan tidak ada perbedaan antara sampel *fillet* daging ayam yang di *coating* dengan penambahan konsentrasi terbaik dan sampel daging ayam tanpa *coating*.

### KESIMPULAN

Penambahan minyak atsiri biji pala pada *edible coating* kitosan memberikan pengaruh signifikan terhadap kualitas *fillet* daging ayam yang disimpan pada suhu dingin berdasarkan parameter susut masak pada hari ke-6 dan 12, serta pH, TBA, dan TPC pada penyimpanan hari ke-0, 3, 6, 9, dan 12. Semakin tinggi konsentrasi minyak atsiri biji pala yang ditambahkan maka nilai susut masak, pH, TBA, dan TPC pada sampel semakin rendah. Konsentrasi minyak atsiri biji pala 1% menunjukkan hasil terbaik untuk mempertahankan kualitas *fillet* daging ayam berdasarkan uji efektivitas. Terdapat perbedaan antara kualitas *fillet* daging ayam pada sampel dengan konsentrasi terbaik (penambahan minyak asiri pala 1%) dengan sampel daging ayam tanpa *coating* pada parameter susut masak, pH, TBA, dan TPC.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Universitas Sebelas Maret Surakarta yang telah mendukung pendanaan penelitian ini melalui program Penelitian Hibah Grup Riset (Penelitian HGR-UNS) Tahun Anggaran 2023.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Naeem, H. H. S., Sallam, K. I., & Malak, N. M. L. (2021). Improvement of the microbial quality, antioxidant activity, phenolic and flavonoid contents, and shelf life of smoked herring (*Clupea harengus*) during frozen storage by using chitosan edible coating. *Food Control*, 130(May), 108317. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108317>
- Adiani, V., Gupta, S., Chatterjee, S., Variyar, P. S., & Sharma, A. (2015). Activity guided characterization of antioxidant components from essential oil of Nutmeg (*Myristica fragrans*). *Journal of Food Science and Technology*, 52(1), 221–230. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-013-1034-7>
- Afrianti, M., Dwiloka, B., & Setiani, E. (2013). Total Bakteri, pH, dan Kadar Air Daging Ayam Broiler Setelah Direndam dengan Ekstrak Daun Senduduk (*Melastoma malabathricum* L.) Selama Masa Simpan an Effect of Soaking Senduduk (*Melastoma malabathricum* L.) leaf extract for Bacteria Total, pH, an. *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 04(07). Retrieved from <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/JPDG/article/view/1063>
- Afshar Mehrabi, F., Sharifi, A., & Ahvazi, M. (2021). Effect of chitosan coating containing Nepeta pogonosperma extract on shelf life of chicken fillets during chilled storage. *Food Science & Nutrition*, 9(8), 4517–4528. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2429>
- Apriantini, A., S, A., & Y, C. E. (2021). Karakteristik Fisikokimia dan Aktifitas Antioksidan Daging Itik yang Dilapisi Ekstrak Propolis Selama Penyimpanan Suhu Ruang. *Jurnal Ilmu Produksi Dan Teknologi Hasil Peternakan*, 9(3), 151–157. <https://doi.org/10.29244/jipthp.9.3.151-157>
- De Garmo, E.P., W.G. Sullivan., dan C.R. Candra. 1984. *Engineering Economi*.7th edition. Mc Millan Publ. Co. New York.
- Freitas, P. R., de Araújo, A. C. J., dos Santos Barbosa, C. R., Muniz, D. F., da Silva, A. C. A., Rocha, J. E., de Moraes Oliveira-Tintino, C. D., Ribeiro-Filho, J., da Silva, L. E., Confortin, C., do Amaral, W., Deschamps, C., Barbosa-Filho, J. M., de Lima, N. T. R., Tintino, S. R., & Melo Coutinho, H. D. (2020). GC- MS-FID and potentiation of the antibiotic activity of the essential oil of *Baccharis reticulata* (ruiz & amp; pav.) pers. and  $\alpha$ -pinene. *Industrial Crops and Products*, 145(November 2019), 112106. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112106>
- Gupta, A. D., & Rajpurohit, D. (2011). Antioxidant and Antimicrobial Activity of Nutmeg (*Myristica fragrans*). In *Nuts and Seeds in Health and Disease Prevention* (pp. 831–839). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375688-6.10098-2>
- Hajrawati, H., M., F., Wahyuni, W., & Arief, I. I. (2016). Kualitas Fisik, Mikrobiologis, dan Organoleptik Daging Ayam Broiler pada Pasar Tradisional di Bogor. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 4(3), 386–389. Retrieved from <https://journal.ipb.ac.id/index.php/ipth>

- Hashemi, S. M. B., Kaveh, S., Abedi, E., & Phimolsiripol, Y. (2023). Polysaccharide-Based Edible Films/Coatings for the Preservation of Meat and Fish Products: Emphasis on Incorporation of Lipid-Based Nanosystems Loaded with Bioactive Compounds. *Foods*, 12(17), 3268. <https://doi.org/10.3390/foods12173268>
- Hayati, R., Efendi., & Rahmadana, F. (2020). Determination of the best treatment of the harvesting, physicochemical properties, organoleptic test using the effectiveness index method on the Aceh local rice genotype M7. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 425(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/425/1/012012>
- Horison, R., Sulaiman, F. O., Alfredo, D., & Wardana, A. A. (2019). Physical characteristics of nanoemulsion from chitosan/nutmeg seed oil and evaluation of its coating against microbial growth on strawberry. *Food Research*, 3(December), 821–827. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.3\(6\).159](https://doi.org/10.26656/fr.2017.3(6).159)
- Indrasti, N. S., Suprihatin, & Setiawan, W. K. (2012). Kombinasi Kitosan-Ekstrak Pala Sebagai Bahan Antibakteri Dan Pengawet Alami Pada Filet Kakap Merah (*Lutjanus sp.*). *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 22(2), 122–130. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/292575755.pdf>
- Jonaidi Jafari, N., Kargozari, M., Ranjbar, R., Rostami, H., & Hamedi, H. (2018). The effect of chitosan coating incorporated with ethanolic extract of propolis on the quality of refrigerated chicken fillet. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(1), e13336. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13336>
- Karimnezhad, F., Razavilar, V., Anvar, A., Dashtgol, S., & Zavareh, A. P. (2019). Combined effect of chitosan-based edible film containing oregano essential oil on the shelf-life extension of fresh chicken meat. *Journal of nutrition and food security*. Retrieved from <https://shorturl.at/CwXDA>
- Kiarsi, Z., Hojjati, M., Behbahani, B. A., & Noshad, M. (2020). In vitro antimicrobial effects of *Myristica fragrans* essential oil on foodborne pathogens and its influence on beef quality during refrigerated storage. *Journal of Food Safety*, 40(3). <https://doi.org/10.1111/jfs.12782>
- Kinanthi, N. A., Dyah, Y. E., & Tjahjaningsih, W. (2022). Pengujian Kadar Total Volatile Base Nitrogen (TVB-N) pada Ikan Tuna (*Thunnus sp.*) di Unit Pelaksana Teknis Pengujian Mutu dan Pengembangan Produk Kelautan dan Perikanan Banyuwangi, Jawa Ttimur. *Journal of Marine and Coastal Science*, 11(2), 1–7. <https://doi.org/10.20473/jmcs.v11i2.36710>
- Kristiawan, I. M., Sriyani, N. L. P., & Ariana, I. N. T. (2019). Kualitas fisik daging babi landrace persilangan yang dilayukan secara tradisional. *Jurnal Peternakan Tropika*, 7(2), 711–722.
- Millan, A., & Sirante, Y. (2020). Efektivitas Mikrokapsul Oleoresin Fuli Pala (*Myristica fragrans* Houtt) Sebagai Pengawet Daging Ayam Broiler. *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, 25(1). Retrieved from <https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JTHP/article/view/3428>
- Nikolic, V., Nikolic, L., Dinic, A., Gajic, I., Urosevic, M., Stanojevic, L., Stanojevic, J., & Danilovic, B. (2021). Chemical Composition, Antioxidant and Antimicrobial Activity of Nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt.) Seed Essential Oil. *Journal of Essential Oil*

- Bearing Plants*, 24(2), 218–227.  
<https://doi.org/10.1080/0972060X.2021.1907230>
- Nur, K., Harifuddin, & Mihrani. (2021). Sifat Organoleptik Dan Nilai Susut Masak Daging Ayam Broiler Menggunakan Beberapa Jenis Pakan Herbal. *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Pertanian Negeri Pangkajene Kepulauan*, 2(2021), (535–546). Retrieved from <https://ojs.polipangkep.ac.id/index.php/proppnp/article/view/106>
- Nurfawaidi, A., Kuswandi, B., & Wulandari, L. (2018). Pengembangan label pintar untuk indikator kesegaran daging sapi pada kemasan. *Pustaka Kesehatan*, 6(2), 199–204.  
<https://doi.org/10.19184/pk.v6i2.7560>
- 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>
- Pribadi, A., Nurhamidah, N., & Elvinawati, E. (2018). Pemanfaatan Ekstrak Air Buah *Flacourtia inermis* Roxb. (LOBI-LOBI) Sebagai Pengawet Ikan Laut. *Alotrop*, 2(1), 1–7.  
<https://doi.org/10.33369/atp.v2i1.4581>
- Rosida, D. F., Hapsari, N., & Dewati, R. (2020). *Edible Coating dan Film dari Biopolimer Bahan Alami Terbarukan*. Retrieved from <http://repository.upnjatim.ac.id/id/eprint/1638>
- Santos, S. M. Dos, Malpass, G. R. P., Okura, M. H., & Granato, A. C. (2018). Edible active coatings incorporated with Cinnamomum cassia and Myristica fragrans essential oils to improve shelf-life of minimally processed apples. *Ciência Rural*, 48(12).  
<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20180447>
- Saputro, M. A., Andarwulan, N., & Nur Faridah, D. (2016). Physical characterization and essential oil properties of West Sumatra mace and nutmeg seed (*Myristica fragrans* Houtt) at different ages at harvest. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 5(6), 371–376. Retrieved from <https://shorturl.at/amo71>
- 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>
- Šojić, B., Tomović, V., Kocić-Tanackov, S., Škaljac, S., Ikonić, P., Džinić, N., Živković, N., Jokanović, M., Tasić, T., & Kravić, S. (2015). Effect of nutmeg (*Myristica fragrans*) essential oil on the oxidative and microbial stability of cooked sausage during refrigerated storage. *Food Control*, 54, 282–286.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.02.007>
- Suloi, A. F. (2021). Bioaktivitas Pala (*Myristica fragrans* Houtt) Ulasan Ilmiah. *Jurnal Teknologi Pengolahan Pertanian*, 3(1), 11.  
<https://doi.org/10.35308/jtpp.v3i1.3702>
- Triyannanto, E., Rahmatulloh, S., Astuti, D., Putra, T. I. D., Diqna, H. I., & Fauziah, S. (2021). Pengaruh Perbedaan Kemasan Primer pada Kualitas Fisik-Kimia, Mikrobiologi serta Sensoris Daging Ayam Frozen Utuh pada Suhu-18°C. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 16(2), 123–129.  
<https://doi.org/10.31186/jspi.id.16.2.123-129>
- Utami, R., Khasanah, L. U., & Utami, A. W. (2014). Pengaruh Oleoresin Daun Jeruk Purut Pada Edible Coating

Terhadap Kualitas Sosis Beku. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 7(2), 119–129.  
<https://doi.org/10.20961/jthp.v0i0.13020>

Vieira, B. B., Mafra, J. F., da Rocha Bispo, A. S., Ferreira, M. A., de Lima Silva, F., Rodrigues, A. V. N., & Evangelista-Barreto, N. S. (2019). Combination of chitosan coating and clove essential oil reduces lipid oxidation and microbial growth in

frozen stored tambaqui (*Colossoma macropomum*) fillets. *Lwt*, 116.  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108546>

Yulianti, C. H. (2021). Perbandingan uji deteksi formalin pada makanan menggunakan pereaksi antilin dan rapid tes kit formalin (Labstest). *Journal Pharmasci*, 6(1), 53-58. Retrieved from <https://www.neliti.com/publications/346204/>