

Pengaruh Marinasi Kapulaga (*Amomum Compactum*) Terhadap Sifat Fisik Dan *Total Plate Count* Pada Daging Ayam Broiler

Effect of Cardamom Marination (Amomum Compactum) on Physical Characteristics and Total Plate Count of Broiler Chicken Meat

Renardo Akhmad Kautsar^{1*}, Mardiana¹, Robi Tubagus¹

¹Prodi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Garut, Indonesia

*Korespondensi penulis: renardo_a@ymail.com

ABSTRAK

Daging ayam broiler memiliki beberapa kekurangan, yaitu mudah rusak karena kontaminasi bakteri, sehingga diperlukan pengolahan lebih lanjut seperti marinasi untuk mempertahankan kesegaran dan menghambat pertumbuhan bakteri. Salah satu rempah yang sering digunakan untuk marinasi adalah biji kapulaga. Biji kapulaga mengandung senyawa antibakteri yaitu flavonoid, alkaloid, terpenoid, dan tanin. Komponen tersebut dapat mengganggu kinerja pertumbuhan bakteri selama penyimpanan daging ayam broiler. Penelitian dilakukan untuk mengidentifikasi pengaruh, interaksi dan lama marinasi konsentrasi ekstrak biji kapulaga yang menghasilkan karakteristik fisik dan *Total Plate Count* terbaik daging ayam broiler. Desain Rancangan Acak Kelompok (RAK) digunakan dalam penelitian ini dengan 2 faktor, yaitu lama marinasi P1 (4jam), P2 (8jam), P3 (12jam) dan konsentrasi ekstrak biji kapulaga A1 (1,25%), (2,5%), (5%) dan diulang sebanyak 3 kali. Variabel yang diamati yaitu pH, susut masak, daya ikat air, *total plate count*. Dari penelitian ini didapat hasil bahwa konsentrasi biji kapulaga yang bervariasi dan lama marinasi berpengaruh nyata terhadap pH, daya ikat air, susut masak, TPC daging ayam *broiler*. Serta interaksi antara lama marinasi dan konsentrasi ekstrak biji kapulaga berpengaruh nyata terhadap susut masak & TPC. Perlakuan terbaik adalah P1A3 (konsentrasi ekstrak biji kapulaga 5% dan lama marinasi 4 jam) terhadap pH (5,66), susut masak (23,82%), daya ikat air (67,46%), TPC($5,75 \times 10^6$ CFU/g).

Kata kunci: Daging ayam *broiler* ; Biji kapulaga ; Marinasi

ABSTRACT

Broiler chicken meat has several drawbacks, namely that it is easily damaged by bacterial contamination, so further processing such as marination is needed to maintain freshness and inhibit bacterial growth. One of the spices often used for marination is cardamom seeds. Cardamom seeds contain antibacterial compounds, namely flavonoids, alkaloids, terpenoids, and tannins. These components can interfere with the performance of bacterial growth during broiler meat storage. The study was conducted to identify the effect, interaction and marination

time of cardamom seed extract concentration that produced the best physical characteristics and Total Plate Count of broiler chicken meat. Randomised Block Design (RAK) design was used in this study with 2 factors, namely marination time P1 (4h), P2 (8h), P3 (12h) and cardamom seed extract concentration A1 (1.25%), (2.5%), (5%) and repeated 3 times. The variables observed were pH, cooking shrinkage, water binding capacity, total plate count. From this study, it was found that various concentrations of cardamom seeds and marination time had a significant effect on pH, water binding capacity, cooking shrinkage, TPC of broiler chicken meat. And the interaction between the length of marination and the concentration of cardamom seed extract had a significant effect on cooking shrinkage & TPC. The best treatment was PIA3 (5% cardamom seed extract concentration and 4 hours marination time) on pH (5,66), cooking loss (23,82%), water holding capacity (67,46%), TPC(5,75 x 10⁶ CFU/g).

Keywords: *Broiler chicken meat; cardamom seed; marination*

PENDAHULUAN

Ayam *broiler* merupakan hasil dari penerapan prinsip-prinsip genetika pada ayam petelur, yang mengakibatkan produksi daging yang tinggi dalam periode waktu singkat (Rumondor dkk., 2023). Daging ayam memiliki tekstur yang empuk, rasa dan aroma yang luar biasa, serta kaya akan nutrisi. Harganya juga terjangkau, sehingga banyak masyarakat yang mengonsumsinya (Amaliyah dkk., 2023). Selain itu, Ayam *broiler* memiliki karakteristik tubuh yang lebih besar dan berlemak, pertumbuhannya cepat, serta dagingnya mengandung protein tinggi. Nutrisi dalam daging ayam mencakup karbohidrat, protein, lemak, mineral, dan zat lainnya yang bermanfaat bagi tubuh (Rumondor dkk., 2023). Meskipun kaya akan nutrisi, daging ayam *broiler* memiliki beberapa kekurangan, terutama dalam hal kecenderungan mudah rusak karena ketersediaan makanan yang mendukung pertumbuhan mikroba.

Berdasarkan SNI 3924:2009 tentang karkas ayam tingkat maksimum kontaminasi mikrobiologis daging ayam adalah *total plate count* (TPC) 1×10^6 . Nilai TPC adalah indikator yang dapat digunakan untuk menilai kualitas bahan pangan. Semakin tinggi nilai TPC, semakin tinggi kemungkinan bahan pangan tersebut telah mengalami kerusakan dan tidak aman untuk dikonsumsi (Barus dkk., 2017). Selain itu, pH, susut masak, dan daya ikat air pada daging juga memainkan peran penting dalam menentukan kualitas fisik yang baik. Nilai pH baik menentukan kualitas yang baik untuk daging karna pH merupakan indikator penentu pembusukan pada daging. Susut masak yang baik memberikan kesan *juicy* yang baik pada daging dan mempertahankan berat yang dimiliki daging setelah dimasak. Daya ikat air pada daging adalah indikator kualitas daging, yang mengindikasikan seberapa baik daging dapat mengikat air. Oleh karena itu dibutuhkan usaha dalam melakukan pengolahan bahan yang aman namun tetap mampu menghambat perkembangan mikroba dan meningkatkan kualitas fisik daging ayam *broiler*. Salah satu metode pengawetan yang sering digunakan dalam pengolahan daging yaitu dengan marinasi.

Marinasi adalah langkah merendam daging sapi dalam larutan bumbu tertentu sebelum melanjutkan proses pengolahan lebih lanjut (Windyasmara & Sariri, 2021). Menurut

(Nurwantoro dkk., 2012) manfaat dari proses marinasi mencakup peningkatan kualitas sensorik daging seperti rasa, kelembutan, dan kesan jus, perbaikan sifat fisik daging dengan memperbaiki kemampuan daya ikat air, serta perpanjangan masa simpan. Pengolahan daging ayam broiler menggunakan metode marinasi juga memiliki peran dalam mengurangi jumlah bakteri. Biji kapulaga merupakan salah satu rempah-rempah dengan kualitas antibakteri yang dapat digunakan sebagai solusi perendaman untuk daging ayam *broiler*.

Kapulaga, yang dikenal dengan nama ilmiah *Elletaria cardamomum (L.) Maton*, adalah sebuah tanaman yang tergolong dalam suku *Zingiberaceae* dan telah digunakan sebagai bumbu masak dan juga sebagai bahan obat-obatan (Pangestu dkk., 2023). Menurut (Husna dkk., 2022) kapulaga memiliki sifat sebagai antibakteri dan dapat digunakan untuk mengatasi berbagai masalah kesehatan seperti bronkitis, kanker, batuk, radang, rematik, mual, dan muntah. Di masyarakat, kapulaga juga dimanfaatkan untuk mengurangi kadar asam urat yang tinggi. Tanaman ini mengandung senyawa *1,8 Cineole* yang merupakan antibakteri serta memiliki kandungan lemak, protein, kalsium, dan oksalat.

METODE PENELITIAN

Digunakan pendekatan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial untuk melakukan penelitian ini., 2 faktor dan 3 kali ulangan untuk faktor pertama yaitu konsentrasi ekstrak kapulaga terdiri dari 3 taraf perlakuan (1,25%, 2,5%, 5%) dan faktor kedua yaitu lama marinasi, terdiri dari 3 taraf perlakuan (4 jam, 8 jam, 12 jam), suhu penyimpanan 7°C dan analisis dilakukan secara triplo. Variabel yang diamati yaitu pH, susut masak, daya ikat air, & TPC.

Bahan

Untuk penelitian ini, bahan-bahan berikut digunakan : Daging ayam *broiler* bagian dada, Kapulaga, etanol 96% (Teknis), aquades, larutan fisiologis 0,9 %, *Nutrient Agar (NA)* (Merck).

Alat

Alat pengujian mikrobiologi diantaranya erlenmeyer, tabung reaksi (IWAKI), *Vortex*, *Laminar Air Flow (LAF)*, inkubator, cawan petri (IWAKI), bunsen burner, jarum ose, mikropipet 100 µL-1000 µL dan mikropipet 20 µL -200 µL. Alat untuk ekstraksi : grinder, gelas beker (Pyrex), oven, corong pisah, erlenmeyer (IWAKI), *rotary evaporator*, dan *vacuum filter*. Alat pengujian fisik antara lain *Centrifuge*, *tube centrifuge* 15 ml, kompor, kertas saring, timbangan analitik (JOLI) (OHAUS) dua digit, dan pinset.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil data kualitas fisik dan *total plate count* daging ayam broiler penelitian ini disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Kualitas Fisik dan TPC Daging Ayam Broiler

| Parameter | Lama Marinasi | Ekstrak Biji Kapulaga | | |
|-------------------|---------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| | | A1 (1,25%) | A2 (2,5%) | A3 (5%) |
| pH | P1 (4 Jam) | 5,85 ± 0,08 | 5,77 ± 0,05 | 5,66 ± 0,05 |
| | P2 (8 Jam) | 5,77 ± 0,05 | 5,69 ± 0,03 | 5,59 ± 0,04 |
| | P3 (12 Jam) | 5,72 ± 0,05 | 5,61 ± 0,05 | 5,50 ± 0,005 |
| Susut Masak (%) | P1 (4 Jam) | 25,58 ± 0,17 ^d | 24,73 ± 0,08 ^c | 23,82 ± 0,16 ^a |
| | P2 (8 Jam) | 26,85 ± 0,16 ^f | 25,56 ± 0,09 ^d | 24,14 ± 0,11 ^b |
| | P3 (12 Jam) | 27,75 ± 0,06 ^g | 26,40 ± 0,23 ^e | 25,57 ± 0,22 ^d |
| Daya Ikat Air (%) | P1 (4 Jam) | 70,45 ± 0,37 | 68,80 ± 0,26 | 67,46 ± 0,11 |
| | P2 (8 Jam) | 68,78 ± 0,06 | 67,76 ± 0,07 | 66,25 ± 0,32 |
| | P3 (12 Jam) | 67,22 ± 0,33 | 66,40 ± 0,34 | 64,36 ± 0,42 |
| TPC (CFU/g) | P1 (4 Jam) | 11,33 ± 0,08 ⁱ | 7,41 ± 0,03 ^g | 5,75 ± 0,13 ^d |
| | P2 (8 Jam) | 9,29 ± 0,10 ^h | 6,18 ± 0,09 ^e | 3,94 ± 0,20 ^b |
| | P3 (12 Jam) | 7,00 ± 0,15 ^f | 5,33 ± 0,09 ^c | 2,19 ± 0,10 ^a |

Keterangan : Temuan yang berbeda secara signifikan ($P < 0,05$) ditunjukkan dengan superskip dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama.

pH

Pemberian ekstrak kapulaga dan lama marinasi terbukti memiliki dampak yang signifikan terhadap pH daging ayam *broiler*. Akan tetapi, interaksi antara kedua faktor tersebut belum terbukti memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pH daging *broiler*. Berdasarkan Tabel 1 dan didapat bahwa nilai pH terendah pada perlakuan P3A3 yaitu 5,50 dan nilai pH tertinggi 5,85 pada perlakuan P1A1.

Semakin besar penambahan kadar ekstrak kapulaga maka pH daging ayam *broiler* semakin turun. Hal ini disebabkan karena ekstrak kapulaga bersifat asam yang membuat daging ayam *broiler* termarinasi dalam keadaan asam. Pengaruh penambahan ekstrak kapulaga terhadap pH daging dapat disebabkan juga karena kapulaga mengandung senyawa aktif yang bersifat asam. Nilai pH daging ayam *broiler* akan turun seiring dengan lamanya marinasi. Hal ini disebabkan oleh flavonoid, saponin, dan tanin yang ditemukan dalam biji kapulaga. Senyawa flavonoid, saponin, dan tanin mampu menurunkan pH yang menyebabkan pH pada daging ayam *broiler* menurun seiring bertambah lamanya waktu marinasi (Neuman dkk., 2023). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Rahayu dkk., (2020) bahwa marinasi dengan menggunakan senyawa yang bersifat asam akan menurunkan pH daging seiring bertambahnya waktu marinasi.

Seiring dengan lama penyimpanan daging dan pH yang menurun, kadar air dalam daging ayam *broiler* akan mengalami penurunan, akan tetapi, salah satu komponen yang mempengaruhi variasi pH pada daging ayam *broiler* adalah tingkat kelembapannya. Daging berinteraksi dengan

oksigen selama proses glikolisis untuk melepaskan atom H dan menghasilkan air. Sebagai hasil dari proses glikolisis ini, asam laktat tercipta, yang menyebabkan tingkat pH daging menurun (Rumondor dkk., 2023). Nilai pH daging ayam *broiler* yang dimarinasi dengan ekstrak kapulaga pada penelitian ini masih dalam batas normal, menurut Soeparno, (2005) pH ultimate daging normal berada di kisaran 5,4-5.8.

Susut Masak

Data yang ditunjukkan pada Tabel 1 menjelaskan bahwa penambahan ekstrak kapulaga, lama marinasi, dan interaksi antara penambahan ekstrak kapulaga dengan lama marinasi ayam *broiler* secara signifikan dipengaruhi oleh marinasi. Interaksi antara ekstrak biji kapulaga dan lama marinasi memengaruhi nilai susut masak. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak biji kapulaga yang diberikan maka nilai susut masak semakin berkurang dan semakin lama marinasi nilai susut masak semakin meningkat. Hal ini konsisten dengan penelitian Patriani & Hafid, (2023) yang menemukan bahwa susut masak meningkat dengan waktu penyimpanan yang lebih lama dan menurun dengan konsentrasi ekstrak yang lebih besar.

Menurunnya susut masak tergantung pada nilai pH daging. Semakin asam kondisi daging maka tingkat susut masak semakin rendah. Kandungan asam organik yang terdapat pada biji kapulaga dapat menyerap kadar air pada proses marinasi sehingga persentase susut masak menjadi lebih rendah. Menurut Oreskovich dkk., (1992) menyatakan bahwa marinasi dengan bahan bersenyawa asam dapat menurunkan pH pada daging. Selain itu, tingkat keasaman daging akibat marinasi dapat mengurangi tingkat susut masak. Kualitas daging meningkat dengan berkurangnya penyusutan saat dimasak karena lebih sedikit nutrisi yang dihilangkan selama pemasakan. Menurut Soeparno, (2005) susut masak daging normal ada pada rentang 15%-40%. Susut masak pada penelitian ini termasuk normal.

Daya Ikat Air

Pemberian ekstrak kapulaga dan lama marinasi terbukti berpengaruh nyata terhadap kemampuan daging ayam *broiler* dalam mengikat air. Akan tetapi, interaksi antara kedua faktor tersebut belum terbukti memberikan pengaruh yang signifikan terhadap susut masak daging ayam *broiler*. Tabel 1 menunjukkan bahwa proporsi daya ikat terendah pada perlakuan P3A3 yaitu 64,36% dan persentase daya ikat tertinggi pada P1A1 70,45% pada perlakuan P1A1.

Interaksi antara ekstrak biji kapulaga dan lama marinasi memengaruhi nilai daya ikat air, semakin banyak ekstrak biji kapulaga yang digunakan, semakin rendah daya ikat air pada daging ayam *broiler*. Hal ini dikarenakan oleh semakin tinggi konsentrasi yang digunakan akan menyebabkan pH pada daging menurun dikarenakan senyawa asam yang ada pada ekstrak biji kapulaga. Menurut Fennema, (1976) ketika daging diberikan perlakuan dengan konsentrasi yang tinggi akan menyebabkan lebih banyak ion hidrogen yang masuk ke dalam daging, sehingga pH daging akan semakin rendah. Sedangkan menurut Forrest dkk., (1975) berkurangnya kapasitas retensi air pada daging bergantung pada jumlah gugus reaktif dalam protein, dan jumlah asam

laktat yang menurunkan pH. Temuan ini sependapat dengan Bouton dkk., (1971); Price & Schweigert, (1971); Soeparno, (1992) dan penelitian yang dilakukan oleh Priskayani dkk., (2020) bahwa kapasitas pengikatan air erat kaitannya dengan pH. Lebih lanjut dikatakan bahwa menurunnya nilai pH akan menyebabkan miofibrin daging menyusut dan protein kehilangan kemampuannya dalam mengikat cairan, struktur daging menjadi longgar sehingga kemampuan pengikatan air pada protein daging akan menjadi lemah.

Semakin bertambahnya lama waktu marinasi, persentase daya ikat air pun menurun. Hal ini sependapat dengan Soeparno (2015) & Priskayani dkk., (2020) bahwa laju dan besarnya nilai pH mempengaruhi variasi dalam kapasitas retensi air, semakin lama marinasi dengan senyawa asam yang menyebabkan nilai pH turun maka persentase daya ikat air pada daging akan semakin menurun. Selain itu bertambahnya lama marinasi dengan senyawa asam akan menyebabkan terjadinya denaturasi protein dan terbukanya struktur daging sehingga menyebabkan daya ikat air menurun. Dampak pH terhadap denaturasi protein terjadi akibat perubahan muatan di antara asam amino yang membentuk protein., dengan gaya tarik menarik yang paling besar antara protein yang sama kemungkinan besar terjadi pada pH isoelektrik (Lehninger, 1982). Menurut Pratiwi dkk., (2018) molekul protein lebih mungkin terdegradasi jika nilai pH melebihi atau berada di bawah titik isoelektrik karena perbedaan muatan yang mengakibatkan pengurangan gaya tarik antara protein. Pada penelitian ini walaupun DIA (daya ikat air) menurun, kisaran nilai DIA tersebut masih dalam batas aman dan melebihi dari kualitas standar yaitu 20% -60% (Lapase dkk., 2016).

Total Plate Count

Jumlah *Total Plate Count* (TPC) pada daging ayam *broiler* diketahui sangat dipengaruhi oleh periode marinasi dan pemberian ekstrak kapulaga. Selain itu, TPC pada daging ayam *broiler* juga dipengaruhi secara signifikan oleh kombinasi antara lama marinasi dan pemberian ekstrak kapulaga. Interaksi antara ekstrak biji kapulaga dan lama marinasi mempengaruhi nilai TPC. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak kapulaga yang digunakan maka semakin sedikit jumlah mikroba yang tumbuh. Ini disebabkan oleh sifat antibakteri dari ekstrak biji kapulaga, yang dapat menghambat pertumbuhan kuman. Menurut Jebur dkk., (2014) terhambatnya pertumbuhan bakteri ini disebabkan oleh berbagai senyawa kimia yang ada pada ekstrak biji kapulaga yaitu minyak atsiri, alkaloid, tanin, dan lipid. Biji kapulaga menghasilkan 4% minyak atsiri yang mengandung pinil asetat dan cicole dalam jumlah besar yang dimana senyawa ini berperan penting dalam menghambat pertumbuhan bakteri pada daging ayam *broiler*

Interaksi antara ekstrak biji kapulaga dan lama marinasi mempengaruhi nilai TPC. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak kapulaga yang digunakan maka semakin sedikit jumlah mikroba yang tumbuh. Ini disebabkan oleh sifat antibakteri dari ekstrak biji kapulaga, yang dapat menghambat pertumbuhan kuman. Menurut Jebur dkk., (2014) terhambatnya pertumbuhan bakteri ini disebabkan oleh berbagai senyawa kimia yang ada pada ekstrak biji kapulaga yaitu minyak atsiri, alkaloid, tanin, dan lipid. Biji kapulaga menghasilkan 4% minyak atsiri yang

mengandung pinil asetat dan cicole dalam jumlah besar yang dimana senyawa ini berperan penting dalam mencegah pertumbuhan bakteri pada daging ayam *broiler*.

Interaksi antara penambahan ekstrak biji kapulaga dan lama marinasi yaitu semakin tinggi konsentrasi ekstrak biji kapulaga yang digunakan dan semakin lama marinasi yang diberikan maka semakin tinggi antibakteri menghambat laju pertumbuhan bakteri. Semakin rendah konsentrasi ekstrak biji kapulaga dan semakin pendek waktu marinasi yang diberikan maka semakin rendah antibakteri menghambat laju pertumbuhan bakteri. Marinasi memberikan waktu agar senyawa antibakteri yang ada pada biji kapulaga dapat menghambat laju pertumbuhan bakteri. Menurut Putri (2012), Kandung senyawa antibakteri pada biji kapulaga menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara mengurai substansi-substansi pembentuk dinding bakteri, meningkatkan permeabilitas membran sel yang dapat mengakibatkan hilangnya penyusun sel, inaktivasi enzim dan merusak transmisi fungsi materi genetik.

Menurut Badan Standardisasi Nasional Indonesia (2009) tingkat maksimum kontaminasi mikrobiologis daging ayam tersebut yaitu 1×10^6 CFU/g. Pada hasil penelitian ini perlakuan yang diberikan belum bisa menghambat pertumbuhan bakteri hingga ke standar yang sudah ditetapkan oleh SNI 3788:2009 tentang batas maksimum cemaran mikroba dalam pangan, namun dari hasil yang bisa dilihat perlakuan penelitian ini dapat menurunkan pertumbuhan bakteri jika dibandingkan dengan kontrol. Menurut Aneja & Joshi, (2009) & Binimeliz dkk., (2020) walaupun penurunan pertumbuhan bakteri pada daging tidak dibawah standar yang sudah ditetapkan. Akan tetapi, karena beberapa bakteri yang ada dalam bahan makanan memiliki kemampuan untuk menyebabkan kerusakan, pengurangannya sangat signifikan..

KESIMPULAN

Terdapat pengaruh antara konsentrasi ekstrak kapulaga dan lama marinasi daging ayam *broiler* terhadap pH & daya ikat air, serta interaksi berpengaruh terhadap susut masak & TPC. Perlakuan P1A3 dengan lama marinasi 4 jam dan konsentrasi ekstrak kapulaga 5% memberikan nilai terbaik terhadap pH 5,66, susut masak 23,82%, daya ikat air 67,46, dan TPC $5,75 \times 10^6$ CFU/g.

DAFTAR PUSTAKA

- Amaliyah, H. R., Maharani, N., Wicaksono, D. A., Wilujeng, N. S. R., & Laksanawati, T. A. (2023). Uji Fisikokimia dan Organoleptik Bakso Daging Ayam Broiler dengan Penambahan Bahan Pengikat Tepung Porang. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 6(8), 967–979.
- Aneja, K. R., & Joshi, R. (2009). Antimicrobial activity of *Amomum subulatum* and *Elettaria cardamomum* against dental caries causing microorganisms. *Ethnobotanical Leaflets*, 3(7), 840–849.
- Badan Standardisasi Nasional Indonesia. (2009). *SNI 3788:2009 Batas maksimum cemaran mikroba dalam pangan*. BSN.
- Barus, J. G., Santosa, P. E., & Septinova, D. (2017). Pengaruh lama perendaman dengan menggunakan larutan daun salam (*Syzygium polyanthum*) sebagai pengawet terhadap *total* Pengaruh Marinasi Kapulaga (*Amomum Compactum*) Terhadap Sifat Fisik Dan *Total Plate Count* Pada Daging Ayam Broiler

- plate count dan salmonella daging broiler. . Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan, 1(3), 42–47.*
- Binimeliz, M. F., Martins, M. L., Filho, J. C. C. F., Cabral, L. M., da Cruz, A. G., Maia, L. C., & Fonseca-Gonçalves, A. (2020). Antimicrobial effect of a cardamom ethanolic extract on oral biofilm: An ex vivo study. *Natural oral care in dental therapy*, 121–131.
- Bouton, P. E., HARRIS, P. V. t, & Shorthose, W. R. (1971). Effect of ultimate pH upon the water-holding capacity and tenderness of mutton. *Journal of food science*, 36(3), 435–439.
- Fennema, O. R. (1976). *Principle of Food Science* (Edition 1). New York: Department of Food Science University of Wisconsin Medison. Marcel Dekker Inc.
- Forrest, J. C., Aberle, E. D., Hedrick, H. B., Judge, M. D., & Merkel, R. A. (1975). *Principles of meat science*. San Fransisco : W.H. Freeman and Co.
- Husna, N., Handayani, R., Zakiah, N., & Aulianshah, V. (2022). Efek Diuretik Ekstrak Etanol Kapulaga (*Amomum compactum*) Pada Mencit (*Mus musculus*) Jantan. *Jurnal Ilmiah Farmasi Simplisia (JIFS)*, 1(2), 112–118.
- Jebur, M. H., Bnuyan, I., Yasri, A. A., & Kadhim, N. K. (2014). Antimicrobial Effect Of Seed Extracts, Leaves And Crude Oil Of Cardamom (*elettaria cardamomum*) Against Different Types Of Bacteria In Hilla City, Iraq. *World Journal of Pharmaceutical Research*, 3(3), 710–2277.
- Lapase, O. A., Gumilar, J., & Tanwiriah, W. (2016). Kualitas fisik (daya ikat air, susut masak, dan keempukan) daging paha ayam sentul akibat lama perebusan. *Students e-journal*, 5(4), 1–7.
- Lehninger, A. L. (1982). *Structure and Function Relationships in Biochemical Systems*. Boston: Springer.
- Neuman, B., Salosso, Y., & Djonu, A. (2023). Pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang dipelihara dengan pH yang mengalami penurunan menggunakan rendaman daun ketapang (*Terminalia catappa*). *Pena Akuatika : Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 22(1), 71-80.
- Nurwantoro, N., Bintoro, V. P., Legowo, A. M., Purnomoadi, A., Ambara, L. D., Prakoso, A., & Mulyani, S. (2012). Nilai pH, kadar air, dan total *Escherichia coli* daging sapi yang dimarinasi dalam jus bawang putih. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 1(2), 20–22.
- Oreskovich, D. C., Bechtel, P. J., McKeith, F. K., Novakofski, J., & Basgall, E. J. (1992). Marinade pH affects textural properties of beef. *Journal of food Science*, 57(2), 305–311.
- Pangestu, Z. P. P. Z. P., Ningsih, A. W., Klau, I. C. S., Pitaloka, A. Y., Rohmah, N. W., Sesi, F. G., & Norsyah, M. B. F. F. (2023). Artikel Review: Studi Fitokimia dan Aktivitas Farmakologi pada Tumbuhan Kapulaga (*Elletaria cardamomum* (L.) Maton). *FARMASIS: Jurnal Sains Farmasi*, 4(1), 42–47.
- Patriani, P., & Hafid, H. (2023). Efektivitas Marinasi Menggunakan Jus Buah Asam Sihala (*Etlingera elatior*) Terhadap Kualitas Fisik dan Mikrobiologis Daging Ayam Afkir. *JURNAL GALUNG TROPIKA*, 12(1), 119–128.
- Pratiwi, H., Yusasrini, N. L. A., & Putra, I. N. K. (2018). Pengaruh pH ekstraksi terhadap rendemen, sifat fisiko-kimia dan fungsional konsentrat protein kacang gude (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). *Jurnal ITEPA Vol*, 7(1), 1-11.
- Price, J. F., & Schweigert, B. S. (1971). *The science of meat and meat products*. San Francisco: W.H. Freeman and Company.

- Priskayani, N. K., MIWADA, I. N. S., & Sriyani, N. L. P. (2020). Pengaruh Marinasi Rimpang Kencur (*Kaempferis Galangal L*) dan Lama Penyimpanan pada Suhu Dingin terhadap Kualitas Fisik dan *Total Plate Count* Daging Ayam Petelur Afkir. *Majalah Ilmiah Peternakan*, 23(2), 91–97.
- Putri, S. D. K. (2012). *Uji aktivitas antibakteri ekstrak biji kapulaga (Amomum compactum) terhadap Aeromonas hydrophila secara in vitro* [Skripsi]. Universitas Negeri Surakarta.
- Rahayu, N. P. N., Kawuri, R., & Suriani, N. L. (2014). Uji keberadaan *Staphylococcus aureus* pada sosis tradisional (Urutan) yang beredar di pasar tradisional Di Denpasar, Bali. *Jurnal simbiosis*, 2(1), 147–157.
- Rumondor, D. B. J., Kalele, J. A. D., Tandilino, M., Manangkot, H. J., & Sarajar, C. L. K. (2023a). Pengaruh marinasi bawang putih (*Allium sativum l*) terhadap sifat fisik dan total bakteri daging ayam broiler dalam penyimpanan suhu dingin. *ZOOTEC*, 43(1), 23–31.
- Soeparno. (1992). *Ilmu dan Teknologi Daging* (Edisi Kedua). Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Soeparno. (2005). *Ilmu dan Teknologi Daging* (Edisi Ke-4). Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Windyasmara, L., & Sariri, A. K. (2021). Teknologi Marinasi Daging Ayam Broiler Dengan Ekstrak Buah Nenas (*Ananas comosus (L. Merr)*) Terhadap Kualitas Mikrobiologi: Broiler Chicken Marinade Technology With Fruit Extract Nenas (*Ananas comosus (L. Merr)*) On Microbiological Quality. *Jurnal Ilmu Peternakan dan Veteriner Tropis (Journal of Tropical Animal and Veterinary Science)*, 11(3), 211–216.