

Reviu: Aplikasi bahan marinasi terhadap kualitas daging unggas

A Review: Application of marinating ingredients on poultry meat quality

Agus Hadi Prayitno^{1*}, Noor Asrianto¹, Budi Utomo³, Adib Norma Respati², Niati Ningsih², Reikha Rahmasari², Nur Muhamad², Rusna Meswari⁴, Agung Irawan^{5,6}, Yoga Dwi Kurnia Putra¹, Melda Nur Agustin¹, dan Faradziba Rahayu Sifa' Iftitah Ramadhanti¹

¹Program Studi Manajemen Bisnis Unggas, Jurusan Peternakan, Politeknik Negeri Jember, Jl. Mastrip Po Box 164 Jember 68101

²Program Studi Teknologi Pakan Ternak, Jurusan Peternakan, Politeknik Negeri Jember, Jl. Mastrip Po Box 164 Jember 68101

³Program Studi Produksi Ternak, Jurusan Peternakan, Politeknik Negeri Jember, Jl. Mastrip Po Box 164 Jember 68101

⁴School of Health Sciences, Universiti Sains Malaysia, Kubang Kerian, 16150 Kota Bharu, Kelantan, Malaysia

⁵Program Studi Budidaya Ternak, Sekolah Vokasi, Universitas Sebelas Maret, Kentingan, Jl. Ir. Sutami No. 36, Kec. Jebres, Surakarta 57126

⁶Department of Animal and Rangeland Sciences, Oregon State University, Corvallis, 97331 OR, USA

*Email Koresponden: agushp@polije.ac.id

Abstrak. Marinasi merupakan salah satu dari proses yang penting dalam persiapan daging unggas sebelum dimasak yang melibatkan proses perendaman daging dalam campuran bahan-bahan seperti rempah-rempah, kecap, dan bumbu-bumbu lainnya. Penerapan berbagai macam bahan marinasi telah umum digunakan baik di rumah tangga maupun industri pengolahan daging unggas untuk waktu yang lama. Daging dan produk olahan daging unggas yang telah diolah dengan berbagai macam bahan marinasi baik secara tunggal atau dikombinasikan dengan beberapa proses marinasi dapat meningkatkan warna, rasa, dan keempukan, serta meningkatkan umur simpan dari daging unggas melalui proses mekanisme dari mengurangi tingkat pertumbuhan mikroorganisme patogen dan juga dapat mengurangi terjadinya proses oksidasi lemak pada daging unggas. Penerapan dari berbagai macam bahan marinasi menunjukkan fakta dapat meningkatkan keamanan pangan dari daging unggas, kualitas, dan juga nilai tambah dari daging unggas. Reviu ini dapat menjadi informasi untuk arah dari upaya untuk pengembangan berbagai macam bahan marinasi yang akan digunakan dalam industri pengolahan daging unggas.

Kata kunci: daging unggas, kualitas daging, *marinade*, marinasi

Abstract. *Marinating is one of the important processes in preparing poultry meat before cooking which involves soaking the meat in a mixture of ingredients such as spices, soy sauce, and other seasonings. The application of various types of marinating agents has been commonly used in both households and the poultry meat processing industry for a long time. Meat and processed poultry meat products that have been processed with various kinds of marinating ingredients either singly or in combination with several marinating processes can improve color, taste, and tenderness, as well as increase the shelf life of poultry meat through a mechanical process that reduces the growth rate of pathogenic microorganisms and can also reduce the process of fat oxidation in poultry meat. The application of various kinds of marinating ingredients shows that it can increase the food safety, quality, and added value of poultry meat. This review can provide information for the direction of*

efforts to develop various types of marinating ingredients that will be used in the poultry meat processing industry.

Keywords: *poultry meat, meat quality, marinade, marination*

PENDAHULUAN

Marinasi adalah salah satu teknik pengolahan daging unggas yang melibatkan perendaman atau penggabungan bumbu cair, bumbu mentah atau matang yang mungkin mengandung berbagai macam zat tambahan seperti asam, enzim, dan juga rempah-rempah (Lopes, da Silva, & Tondo, 2022). Marinasi termasuk teknik untuk melunakkan daging menggunakan metode alami, kimia, dan fisik (Gómez, Janardhanan, Ibañez, & Beriain, 2020). *Marinade* adalah campuran komponen bumbu atau *flavor* yang digunakan untuk meningkatkan warna, rasa, tekstur, palatabilitas, dan keempukan daging dan produk daging (Gómez, Ibañez, & Beriain, 2019; Latoch, 2020). Seiring berjalannya waktu, berbagai bahan telah dimasukkan ke dalam bumbu untuk perendaman, sehingga mengalihkan fokus utama dari pengawetan atau pengawetan ke pelunakan dan peningkatan rasa (Lopes et al., 2022). Daging diolah dengan berbagai jenis bumbu alami, seperti kefir, yogurt, mentega (Latoch, 2020; Latoch & Libera, 2019), kunyit, jahe obor, serai, daun kari (Jinap, Iqbal, Talib, & Hasnol, 2016), jus karuk (Ozturk & Sengun, 2019), cabai, merica, bawang putih, dan jahe (Gamage, Mutucumarana, & Andrew, 2017). Berbagai bahan kimia juga digunakan dalam proses marinasi untuk meningkatkan sifat daging, termasuk asam sitrat, asam asetat, asam tartarat, cuka sari apel, anggur *agraz-verjus*, natrium klorida (NaCl), natrium nitrit (NaNO₂), dan juga natrium bikarbonat (NaHCO₃) (Petracci et al., 2012; Gómez-Salazar, Ochoa-Montes, Cerón-García, Ozuna, & Sosa-Morales, 2018; Gómez et al., 2020). Selain itu, metode fisik seperti penggunaan *ultrasound*, *tumbling*, dan kromatografi gas semakin lazim pada beberapa tahun terakhir untuk membantu dalam marinasi daging (Kao, Chen, Chen, Huang, & Chen, 2012; Gao et al., 2015; Inguglia, Burgess, Kerry, & Tiwari, 2019).

Bahan-bahan yang digunakan dalam formulasi *marinade* menjadi hal yang sangat penting dalam mencapai sifat sensori yang diinginkan, seperti rasa dan tekstur yang pada akhirnya menentukan kualitas produk akhir (Birk et al., 2010). Bahan *marinade* dapat meningkatkan laju alami proteolisis dalam daging dengan menurunkan pH setelah hewan disembelih, sehingga merangsang aktivitas enzimatis dan proteolitik selama pematangan otot. Bahan *marinade* juga mempercepat penuaan daging dengan mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk melunak daging (Gómez et al., 2020). Dalam beberapa studi, penggunaan asam yang berbeda dapat membantu memecah jaringan ikat daging, berkontribusi terhadap keempukan daging, sementara bumbu dan rempah menambah rasa pada daging. Selain berkontribusi terhadap sifat sensori, *marinade* juga mempunyai pengaruh efektif terhadap enzim dan inaktivasi atau penghambatan mikroorganisme patogen dan pembusuk untuk memperpanjang umur simpan daging. Efek ini dapat dikaitkan dengan senyawa yang ada di dalam bahan marinasi seperti polifenol, asam organik, etanol, dan zat antimikroba (Latoch, 2020; Lopes et al., 2022).

Sejumlah penelitian menunjukkan peran penting dari bahan marinasi, seperti polifenol dalam melakukan berbagai aktivitas yang bermanfaat termasuk sebagai anti-inflamasi, antimikroba, anti-alergi, antitrombotik, hepatoprotektif, antivirus, kardioprotektif, antikarsinogenik, dan efek vasodilatasi (Benhammou, Bekkara, & Kadifkova Panovska, 2009). Misalnya, pada penambahan kecap dapat meningkatkan sifat fisikokimia daging seperti warna, tekstur, hasil marinasi, hasil pemasakan, dan juga daya ikat air. Hal ini disebabkan adanya ekstraksi protein dan penurunan pH protein otot (Kim et al., 2014). *Marinade* dengan minyak jeruk dan *thyme* merupakan agen antimikroba dalam proses marinasi yang dapat mengurangi *Campylobacter* dan *Salmonella enteritidis* sehingga dapat menjamin keamanan dan kualitas daging (Thanissery & Smith, 2014). Bir, oregano, peterseli, *mustard*, garam, merica, bawang putih, minyak zaitun, vinegar, dan larutan bumbu bawang bombay segar berperan sebagai antioksidan dalam proses marinasi (Manful et al., 2021). Oleh karena itu, bumbu dan rempah yang ditambahkan ke dalam *marinade* secara substansial dapat meningkatkan kualitas daging dan mempengaruhi hasil kesehatan dengan mengendalikan atau meminimalkan oksidasi lipid (Istrati, Constantin, Ionescu, Vizireanu, & Dinica, 2011).

Saat ini bahan marinasi tidak hanya digunakan di rumah tangga tetapi juga di berbagai industri dan sektor industri pangan karena kemampuannya dalam meningkatkan cita rasa dan tekstur

daging. Saat digunakan di rumah, daging cukup dicelupkan ke dalam bumbu marinasi sehingga bahan marinasi dapat diserap secara pasif. Beberapa metode marinasi, yang telah banyak digunakan yaitu *vacuum tumbling*, injeksi, penekanan, dan perendaman (Lopes et al., 2022). Setelah dimarinasi, daging dikemas dan disimpan, setengah matang, dan bahkan siap disantap tanpa perlakuan panas dapat menghasilkan produk daging yang berkualitas tinggi (Rahman et al., 2023). Oleh karena itu, bumbu *marinade* selama proses marinasi daging sangat berkontribusi terhadap keamanan pangan. Tujuan revidi ini adalah untuk mengkaji berbagai bahan *marinade* untuk arah pengembangan berbagai bahan marinasi yang dapat digunakan di industri pengolahan daging unggas.

MATERI DAN METODE

Naskah ini disusun dengan merangkum berbagai sumber literatur atau artikel ilmiah yang terkait (*literature review*) dari aplikasi bahan marinasi terhadap kualitas daging unggas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis Bahan *Marinade*

Bahan marinasi yang telah digunakan untuk proses marinasi daging selama puluhan tahun dan kini juga semakin banyak digunakan tidak hanya di rumah tangga tetapi juga di industri pangan. Secara tradisional, bumbu *marinade* yang umum digunakan pada zaman dahulu adalah garam, bumbu, dan rempah-rempah (Lopes et al., 2022). Terdapat berbagai kategori *marinade* yang tersedia secara komersial yang menggabungkan beragam bahan *marinade* seperti bubuk cabai, bawang putih, dan bawang merah untuk tujuan marinasi daging.

Marinade alami

Marinade alami mengacu pada komponen atau bahan yang berasal dari organisme hidup atau produknya yang digunakan dalam proses marinasi. Bahan *marinade* alami dapat dikelompokkan menjadi bumbu-bumbu atau rempah-rempah, produk susu atau probiotik, dan *marinade* yang berbahan dasar biji atau minyak.

Bawang merah, kunyit, serai, bawang putih, ketumbar, kayu manis, oregano, mustard, merica, peterseli, rosemary, dan jus lemon merupakan bumbu atau rempah yang paling umum digunakan dalam marinasi secara tradisional dan hingga saat ini (Farhadian, Jinap, Faridah, & Zaidul, 2012; Kumar, Singh, Pandey, Tanwar, & Kumar, 2017; Siroli et al., 2020; Manful et al., 2021; Oktafa, Prayitno, & Handayani, 2021; Patent No. S00202110484, 2021; Patent No. S00202110495, 2021; Oktafa, Prayitno, Handayani, & Rukmi, 2022; Oktafa, Prayitno, & Handayani, 2023). Untuk meningkatkan sifat sensori seperti keempukan, *juiciness*, rasa dan nilai gizi seperti kadar protein, lemak, abu, dan kolesterol adalah salah satu fungsi penting marinasi dari bumbu atau rempah melalui mekanisme yaitu mereduksi hidrokarbon aromatik polisiklik (PAH) dan amina heterosiklik (HCA). PAH dan HCA adalah senyawa yang bersifat karsinogenik dan mutagenik yang dihasilkan dari metode memasak tradisional, diantaranya pengasapan, penggorengan atau pemanggangan, dan pembakaran karena adanya bahan organik. Jalur proses produksi dari PAH dan HCA belum cukup jelas, namun beberapa studi menunjukkan bahwa hal tersebut terjadi terutama karena aksi pirolisis asam amino atau protein ketika daging dan produk daging dimasak pada pembakaran >300°C (Farhadian et al., 2012; Jinap et al., 2016).

Studi mengenai pengurangan produksi HCA dan PAH dengan proses marinasi daging dan produk daging masih terbatas; sangat sedikit penelitian yang telah dilakukan hingga saat ini mengenai topik tersebut. Misalnya saja, penggunaan rempah-rempah lokal seperti jahe obor, daun kari, serai dengan konsentrasi 10%, dan kunyit dengan konsentrasi 4% efektif mencegah berkembangnya HCA saat menggoreng daging. Pada pemasakan yang matang, penggunaan 10% jahe obor dapat menghasilkan penurunan sebesar 86,6% AαC. Tingginya produksi dari HCA disebabkan karena rendahnya kadar air pada saat menggoreng dapat merangsang sintesis HCA. Selain itu, selama proses pemasakan lemaknya meleleh sehingga prekursor yang khas pada daging tersebut bebas dari asam amino, kreatin, dan gula yang mempercepat produksi HCA (Jinap et al., 2016).

Jinap, Iqbal, & Selvam (2015) melaporkan bahwa jahe, serai, kunyit, dan daun kari secara efektif dapat mengurangi jumlah HCA dalam daging panggang. Dengan menggunakan bumbu pilihan dalam jumlah yang optimal, seperti 10 g/100 g jahe obor, 4 g/100 g kunyit, serai, dan daun kari,

HCA berkurang dari 40 menjadi 85 ng/100 g. Selain itu, penggunaan jus lemon 1,2% pada proses marinasi juga terbukti dapat menurunkan PAH pada daging panggang (Farhadian et al., 2012). Saat ini, penggunaan berbagai produk susu fermentasi dan probiotik untuk marinasi daging sedang populer. Meskipun, dadih adalah bahan umum yang digunakan untuk marinasi daging di rumah, kultur bakteri asam laktat (BAL) dan campuran berbagai probiotik juga banyak digunakan untuk proses marinasi. Yogurt, kefir, dan mentega adalah produk susu fermentasi yang paling umum digunakan untuk meningkatkan kualitas daging. Karena untuk tujuan peningkatan kualitas sensori dan nutrisi, mentega dan yogurt paling banyak disarankan sebagai *marinade* yang cocok untuk digunakan dalam proses marinasi daging. Penelitian mengenai produk dari susu fermentasi masih sangat sedikit dalam marinasi daging, dan bagaimana bakteri dapat memberi keuntungan dalam produk tersebut meningkatkan kualitasnya (Latoch & Libera, 2019; Latoch, 2020).

Kata 'probiotik' berasal dari kata 'pro' (Latin) dan 'bios' (Yunani) yang memiliki arti sebagai mikroorganisme yang memiliki dampak positif terhadap kesehatan manusia. *Bifidobacteria* dan BAL merupakan sebagian besar sifat probiotik. Mikroorganisme ini yang banyak menawarkan manfaat bagi kesehatan yang sangat baik, terutama untuk sistem kekebalan tubuh dan saluran pencernaan, memiliki efek antimikroba dengan memproduksi asam organik. Penggabungan dari probiotik (*Lactobacillus rhamnosus*, *L. casei*, *L. acidophilus*, atau kombinasi keduanya) dapat meningkatkan kualitas sensori dan keamanan daging selama proses marinasi. Kandungan dari total fenolik, keasaman, aktivitas antimikroba, dan antioksidan berada pada kisaran 331,00-513,80 mg setara asam galat (GAE)/L, 0,70-0,92 g asam tartarat/100 mL, 6,50-10,00 mm, dan 71,10-93,37 %. Setelah proses marinasi, *Salmonella typhimurium*, *Listeria monocytogenes*, dan *Escherichia coli* O157:H7 dikultur pada sampel daging (kira-kira 6 unit pembentuk koloni log (CFU)/g) menurun hingga kisaran 0,8-2,0, 2,1-3,3, dan 0,7-2,7 log CFU/g. Selain itu, sampel daging marinasi yang mengandung probiotik *L. casei* memberikan pengaruh yang sangat memuaskan dalam hal warna, tampilan, rasa, dan daya terima (Gargi & Sengun, 2021).

Selain itu, BAL 0,5% menghasilkan komposisi protein 74,32%, lemak 6,37%, air 12,51%, dan abu 1,14%, serta rasa, warna, dan tekstur diterima oleh panelis pada daging dendeng (Nairfana & Afgani, 2021). *L. sakei* dapat menekan bakteri mesofilik sebesar log 1,7 CFU/g dan dapat menghambat bakteri psikotropik sebesar log 1,5 CFU/g pada daging sapi yang dimarinasi. *L. sakei* merupakan alternatif pengganti nisin dan juga memiliki intervensi yang penting untuk meningkatkan umur simpan daging yang dimarinasi (Mutegi & Patimakorn, 2020). Berbagai biji-bijian (*Plantago*) dan minyak atsiri (jeruk *thyme*, sayuran, juniper, dan *Citrus limon*) yang semakin populer untuk marinasi daging dan produk daging. Senyawa organik ini dapat meningkatkan umur simpan dan kualitas daging serta produk daging lainnya: minyak atsiri jeruk *thyme* 0,5% dapat menurunkan *S. enteritidis* sebesar 2,45 log CFU/mL pada daging *fillet* dada ayam broiler dan *Campylobacter coli* sebesar 3,35 log CFU/mL di seluruh bagian sayap broiler (Thanissery & Smith, 2014).

Dari hari ke-6 sampai ke-13 penyimpanan, sampel daging yang dimarinasi dengan minyak atsiri mengalami penurunan dari jumlah bakteri patogen. Marinasi menghambat pertumbuhan dari *Staphylococcus aureus*, *L. monocytogenes*, dan *S. enteritidis* sehingga dapat meningkatkan keamanan dari bakteri patogen yang ada di daging (Siroli et al., 2020). Cara paling efektif untuk meningkatkan nilai gizi, kualitas sensori, keamanan daging dan produk daging adalah melalui penggunaan *marinade* alami karena tidak meninggalkan residu pada daging. Oleh karena itu, *marinade* alami dapat digunakan dalam industri pengolahan daging unggas karena harganya yang murah dan dapat mengurangi risiko kesehatan.

Marinade kimia

Teknik yang paling umum di sektor komersial dalam proses marinasi daging dan produk daging untuk menambah nilai adalah menggunakan *marinade* kimia yang berbeda. *Marinade* kimia yang banyak digunakan dalam industri daging adalah asam organik, kecap, natrium klorida (NaCl), natrium bifosfat (NaHCO₃), natrium trifosfat, fosfat, kalsium klorida (CaCl₂), amonium hidroksida (NH₄OH), dan anggur. Secara tradisional, bumbu marinasi mengandung garam, air, dan berbagai komponen asam, seperti anggur, vinegar, dan jus buah. Fosfat dan natrium umumnya digunakan untuk meningkatkan kualitas dan juga karakteristik dari daging. Marinasi dengan menggunakan asam populer untuk diaplikasikan pada daging yang keras untuk meningkatkan keempukannya (Kim et al., 2014).

Marinasi dalam lingkungan yang asam dapat menurunkan pH daging sehingga meningkatkan keempukan daging melalui kelarutan kolagen dan miofibrilar serta pembengkakan protein otot (Kim

et al., 2014). Demikian pula, banyak hasil penelitian yang mengungkapkan bahwa *marinade* yang bersifat asam, termasuk kecap, asam laktat, asam asetat, natrium laktat, dan anggur merah dapat meningkatkan keempukan daging unggas (Lin, & Chou, 2000; Lin, Chen, & Chou, 2000; Berge et al., 2001; Hwang,; Smaoui, Ben Hlima, & Ghorbel, 2012; Gómez-Salazar et al., 2018). Di sisi lain, Gómez-Salazar et al. (2018) melaporkan hasil yang sebaliknya dimana *marinade* asam dengan asam sitrat sebanyak 1,5% kekerasan daging jadi meningkat. Aktaş & Kaya (2001) merekomendasikan untuk penggunaan asam sitrat sebanyak 1% dalam marinasi daging karena rasa dan aromanya masih dapat diterima.

Natrium klorida (NaCl), natrium bikarbonat (NaHCO₃), natrium trifosfat (STP), kalsium klorida (CaCl₂), amonium hidroksida (NH₄OH), dan berbagai fosfat lainnya memainkan peran penting dalam agregasi dan denaturasi protein yang selanjutnya dapat meningkatkan daya ikat air (DIA), elastisitas yang dapat diterima, dan kekakuan daging (Smith & Young, 2007; Naveena et al., 2011; Rimini, Petracci, & Smith, 2014; Sharedeh, Gatellier, Astruc, & Daudin, 2015; Li, Sun, Pan, Wang, & Cao, 2017). Petracci, Bianchi, Mudalal, & Cavani (2013) merekomendasikan tidak menggunakan natrium bikarbonat (NaHCO₃) lebih dari 0,3% dalam proses marinasi daging untuk dapat meningkatkan kualitas daging. Akan tetapi, penggunaan natrium bikarbonat dapat merusak penampilan daging, kualitas sensori, dan juga umur simpan karena peningkatan nilai pH dan efek penggelapan (Petracci et al., 2012). Komoltri & Pakdeechuan (2012) menyatakan bahwa jika kombinasi natrium tripolifosfat, natrium klorida, dan asam sitrat merupakan kombinasi dari bahan *marinade* terbaik untuk meningkatkan kualitas tekstur daging sehingga meningkatkan rendemen pemasakan hingga 110,95% dan mendapatkan penerimaan yang tertinggi.

Larutan air garam yang mengandung sitrat, natrium tripolifosfat, dan juga garam meja dapat menghambat fase lag dari *Salmonella spp.*, dimana natrium sitrat lebih efektif daripada natrium tripolifosfat (Tatjana et al., 2015). Naveena et al. (2011) melaporkan bahwa amonium hidroksida sebanyak 0,5% adalah bahan marinasi yang baik untuk meningkatkan keempukan dari daging yang keras. Fosfat merupakan bahan marinasi yang penting untuk keperluan memasak karena diketahui dapat meningkatkan berat masak dari 94,9 menjadi 106,1 g dan hasil masak dari 76,6% menjadi 86,1% pada daging dada broiler (Smith & Young, 2007). Perlakuan CaCl₂ pada proses marinasi daging angsa selama 168 jam menghancurkan filamen aktin sehingga menghasilkan fraksi miofibril secara langsung dan dapat mengempukan daging. Kalsium klorida (CaCl₂) juga dapat mempercepat konversi *F-actin* menjadi *G-actin* (Li et al., 2017).

Marinade fisik

Proses marinasi daging dan produk daging adalah suatu proses yang panjang untuk memperoleh daging dengan tingkat kualitas dan karakteristik tertentu. Dalam pengertian ini, *marinade* fisik merupakan jenis *marinade* yang tidak mempunyai fungsi langsung untuk proses marinasi, tetapi digabungkan dengan jenis *marinade* yang lain (alami, kimia, baik alami maupun kimia) untuk mempercepat proses marinasi dan meningkatkan mutu dan keamanan daging. Saat ini, *marinade* fisik dengan *marinade* alami atau kimia telah mendapatkan popularitas di industri pengolahan daging karena melampaui dari metode tradisional dan mempercepat kinerjanya (Ramírez, Vega-Castro, Simpson, Ramirez, & Nuñez, 2021). Teknologi baru yang disebut dengan *marinade* fisik mencakup impregnasi vakum berdenyut, perforasi mikro CO₂, *ultrasound*, dan perlakuan tekanan tinggi (Alvarado, Barrios, Xóchihua, & Hernández, 2017; Gómez-Salazar et al., 2018; Yang, Sun, Pan, Wang, & Cao, 2018; Figueroa, Ramírez, Núñez, Jaques, & Simpson, 2020; Ramírez et al., 2021).

Marinade fisik dapat mengurangi waktu pemrosesan, meningkatkan laju difusi, mempercepat perpindahan massa, mengurangi pembusukan mikroba, mengurangi oksidasi lipid, mengubah komposisi asam lemak, dan dapat meningkatkan kualitas produk (keempukan) karena ekspansi, kompresi, dan kavitas (González-González et al., 2017; Gómez-Salazar et al., 2018; Yang et al., 2018; Figueroa et al., 2020; Ramírez et al., 2021). Mekanisme kavitas dapat mengeluarkan molekul dan memfasilitasi pelepasan radikal bebas sehingga mengoptimalkan proses marinasi. Selain itu, menyebabkan pelepasan beberapa enzim proteolitik, perubahan metabolisme, dan pelepasan ion Ca (Demir, Çelik, & Sezer, 2022). Figueroa et al. (2020) menemukan pengurangan proses marinasi sebesar 47,8% setelah menggunakan impregnasi vakum dan perforasi mikro. Smith (2011) melaporkan bahawa *ultrasound* tidak begitu efektif dalam mengurangi jumlah sel *E.*

coli atau *Salmonella* yang diinokulasi dalam daging dan dapat mengindikasikan penggunaan rendaman *ultrasound* berkekuatan rendah.

Marinade nanopartikel

Nanoteknologi telah berkembang sebagai alternatif mutakhir yang dengan cepat digunakan pada jaringan dari produksi daging untuk memastikan umur simpan yang lebih lama, meningkatkan keamanan pangan, dan juga dapat meningkatkan sifat sensori. Nanoteknologi dapat didefinisikan sebagai bidang teknologi yang ditujukan pada komponen partikel yang berukuran nano sebagian besar <1.000 nm yang menunjukkan sifat baru dan unik. Partikel berukuran nano mengakses dan beroperasi lebih efektif pada targetnya pada konsentrasi yang sangat kecil, karena memiliki rasio permukaan terhadap volumenya yang tinggi. Nanopartikel telah mendapatkan popularitas dalam bidang nanoteknologi sebagai bahan cerdas untuk menciptakan sistem pangan yang hemat biaya, lebih aman, dan juga berkelanjutan (Yusop et al., 2012; Lamri et al., 2021). Berdasarkan hasil studi terbaru, penyertaan dan penerapan dari nanopartikel maka fungsional dan sifat bioaktif dari daging dan produk daging telah menandai sebagian besar bidang nanoteknologi (Lamri et al., 2021).

Daging dan produk daging sering kali dikaitkan dengan berbagai klaim kesehatan yang tidak menguntungkan. Salah satu tantangan terbesarnya adalah adanya kandungan lemak jenuh dan kolesterol yang tinggi. Keamanan daging dan produk daging dapat ditingkatkan dengan cara memperkenalkan komponen-komponen yang bermanfaat bagi kesehatan dan juga membatasi dampak zat-zat yang tidak berlabel merupakan masalah yang mempengaruhi industri daging (Lamri et al., 2021). Weiss, Gibis, Schuh, & Salminen (2010) menggunakan elemen nabati seperti serat kedelai, serat oat, *pulp* apel, serat jeruk, dan biji rami sebagai bahan pengganti lemak untuk meningkatkan manfaat nutrisi daging dan produk daging dengan mengurangi lemak jenuh dan garam. Penggunaan nanopartikel untuk dapat meningkatkan manfaat sebagai pengganti lemak dapat menjadi pilihan yang tepat dengan meningkatkan sistem antioksidan dan antimikroba dari zat aktif yang terkandung di dalamnya (Nakano, Ikawa, & Ozimek, 2003; Lamri et al., 2021).

Singh, Manikandan, & Kumaraguru (2011) menyatakan bahwa nanopartikel yang diproduksi menggunakan bahan non-kimia dapat membantu dalam proses produksi produk daging yang hemat biaya dengan kualitas alami. Dalam prosesnya, penambahan lada atau paprika dalam ukuran nanopartikel pada daging dan produk daging yang dimarinasi dapat meningkatkan kinerja marinasi dan penerimaan konsumen. Yusop et al. (2012) mengamati kualitas warna yang lebih baik pada daging ayam yang dimarinasi dengan menggunakan paprika oleoresin sebagai bahan yang berukuran nanopartikel. Efektivitas bahan tambahan warna nanopartikel dalam marinasi daging dan produk daging dapat ditingkatkan dengan memilih metode pembawa bahan marinasi yang cermat.

Studi di masa yang akan datang dapat mengenalkan penggabungan komponen-komponen nanopartikel alami fungsional yang mengandung pewarna, perasa, antioksidan, dan antimikroba yang tidak diragukan lagi akan dapat meningkatkan industri pengolahan daging marinasi dengan meningkatkan kualitas daging melalui proses marinasi yang cepat. Beberapa nanopartikel kimia telah digunakan untuk meningkatkan kualitas penyimpanan daging. Nanopartikel ZnO (ukuran 1-100 nm) adalah salah satunya dan memiliki sifat antibakteri yang sangat baik. Tubuh manusia dapat mendegradasi nanopartikel ZnO yang ada dalam pangan menjadi ion seng, yang tidak menyebabkan penumpukan kronis di dalam tubuh seperti yang terjadi pada partikel perak (Xu, Zhang, Cao, & Adhikari, 2020).

Ali et al. (2021) membandingkan nanopartikel oksida logam yang berbeda dari nanopartikel seng oksida (ZnO-NPs), nanopartikel titanium dioksida (TiO₂-NPs), dan nanopartikel seng peroksida (ZnO₂-NPs) terhadap strain *S. aureus* yang resistan terhadap beberapa obat dan menyimpulkan bahwa penggunaan nanopartikel ZnO-NPs merupakan bahan utama yang dapat dikembangkan sebagai agen antimikroba baru terhadap *S. aureus* yang resistan terhadap obat. Oktafa et al. (2021) melaporkan bahwa nano kalsium laktat (NCaL) dari kerabang telur dapat digunakan sebagai *marinade* dalam proses marinasi daging ayam.

Aplikasi nanoteknologi dalam industri pengolahan daging unggas sebagian besar ditentukan oleh pentingnya teknologi tersebut secara ekonomi, penerimaan pelanggan, dan pertimbangan dari undang-undang tertentu yang mengatur penerapannya. Aplikasi nanopartikel alami dapat digunakan dalam industri pengolahan daging unggas dalam upaya memprioritaskan kesehatan manusia karena efek residu nanopartikel kimia yang bertahan lama (Lamri et al., 2021). Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut mengenai kualitas, keamanan, dan kesehatan harus dilakukan

untuk membangun kepercayaan masyarakat dari aplikasi nanopartikel dalam industri pengolahan daging unggas.

Mekanisme Selama Proses Marinasi

Penggunaan *marinade* sebagai bahan pengawet yang efektif dalam marinasi adalah praktik tertua dan paling umum dalam industri pengolahan daging. *Marinade* dapat meningkatkan rasa, mempertahankan kadar air, memperbaiki tekstur, menghambat pertumbuhan bakteri, dan meningkatkan hasil produk daging akhir (Kamoltri & Pakdeechanuan, 2012). *Marinade* diterapkan secara terus menerus di sektor industri pengolahan daging karena mudah larut dalam air dan memiliki kekuatan ionik air yang meningkat dengan begitu cepatnya. Berbagai jenis daging memiliki kadar air sekitar 70%, sedangkan cairan pada jaringan otot memiliki kekuatan ionik yang lebih rendah daripada larutan *marinade*. Larutan *marinade* diketahui mudah diserap oleh daging dan produk daging melalui proses osmotik hingga tercapai titik keseimbangan (Alvarado & McKee, 2007).

Komponen fungsional dari tanaman dan hewan, termasuk bahan tambahan digunakan dalam marinasi untuk mencapai berbagai fungsi pada produk daging akhir. Fungsi utama yang dicapai oleh bahan fungsional *marinade* adalah sifat mengikatannya (meningkatkan sifat adhesi antar daging dan bagian daging), modifikasi tekstur (meningkatkan keempukan), lemak, dan daya ikat air (DIA). Selain itu, *marinade* dapat juga mengurangi biaya formulasi dengan menambahkan air ke daging dan produk daging, meningkatkan hasil pengolahan, atau memungkinkan sumber daging mentah yang murah digunakan dalam formulasi produk yang berbeda (Petracci et al., 2014).

Protein miofibrillar paling bertanggung jawab atas sifat tekstur dan DIA daging dan produk daging. Sifat tekstur dan DIA menentukan seberapa efisien *marinade* dapat meningkatkan karakteristik daging tersebut. Aktin (filamen tipis) dan miosin (filamen tebal) dalam protein miofibrillar berkontribusi paling besar terhadap formulasi sifat gel yang sesuai dalam daging dan produk daging. Pada miosin, gelatin mengarah pada pengembangan struktur jaringan tiga dimensi aktomiosin yang menahan air dalam kondisi kurang bergerak. Selain itu, tolakan elektrostatis meningkatkan jarak antara filamen tebal dan tipis sehingga membuka tempat yang bermuatan untuk mengikat air (Alvarado & McKee, 2007; Sun & Holley, 2011; Yusop, O'Sullivan, & Kerry, 2011; Petracci et al., 2014; Gómez et al., 2020).

Ruang antar filamen yang meningkat akan meningkatkan jumlah air yang ditahan oleh otot. Air yang terisi dalam ruang ini disebut air bebas dan tertahan oleh efek sterik. Selain itu, hal ini memaksa *marinade*/air menembus sarkolema, menyebabkan miofibril membengkak dan menyebabkan pelarutan dan ekstraksi protein miofibril. Akibatnya, protein miofibrillar yang terlarut ini bercampur dengan cairan sarkoplasma yang larut dalam air dan kemudian meningkatkan konsentrasi protein yang menciptakan matriks protein untuk memerangkap air. Ini juga membantu membentuk lapisan kental pada permukaan produk yang berfungsi sebagai pelindung untuk mencegah *marinade*/air keluar dari dalam daging, terutama selama masa penahanan (Alvarado & McKee, 2007; Sun & Holley, 2011; Yusop, O'Sullivan, & Kerry, 2011; Petracci et al., 2014; Gómez et al., 2020).

Air bebas yang merupakan sebagian besar air ditahan oleh daging. Selain itu, marinasi terkait dengan perendaman larutan *marinade* pada daging dapat meningkatkan rasa dan aroma. Pertama, garam mengeluarkan cairan dari daging melalui osmosis. Lalu, larutan *marinade* diserap daging sementara struktur ototnya dipecah. Akibatnya menarik komponen rasa yang larut dalam air seperti bawang putih dan bawang merah di bawah permukaan daging. Minyak juga membantu mentransfer berbagai jenis rasa yang larut dalam lemak dari berbagai bumbu, seperti cabai, herbal, dan beberapa rempah ke bagian permukaan daging (Alvarado & McKee, 2007; Sun & Holley, 2011; Yusop, O'Sullivan, & Kerry, 2011; Petracci et al., 2014; Gómez et al., 2020).

Pengaruh Marinasi terhadap Kualitas Daging Rasa

Rasa adalah atribut sensori penting pada daging yang dapat berdampak kuat pada penerimaan konsumen dan pemilihan daging (Saha, Perumalla, Lee, Meullenet, & Owens, 2009). Bumbu dan penyedap rasa yang dimasukkan ke dalam proses marinasi merupakan salah satu strategi untuk menjawab keinginan dari konsumen akan keberagaman, rasa baru, pedas, dan penyajian yang

unggul sekaligus memfasilitasi terciptanya nilai tambah pada produk daging. Penyedap rasa dan rempah-rempah yang ditambahkan selama proses marinasi dapat meningkatkan cita rasa produk daging dengan meningkatkan cita rasa dasar daging, memulihkan cita rasa yang hilang selama pemrosesan, menghasilkan profil cita rasa yang khas, menekan dan juga menetralkan cita rasa berlebihan yang terlalu panas (Yusop, O'Sullivan, & Kerry, 2011).

Nairfana & Afgani (2021) menekankan pentingnya penggunaan BAL yang dapat mempengaruhi cita rasa produk daging dimana dengan lebih banyak BAL yang ditambahkan maka panelis dapat mendeteksi rasa yang lebih asam. Fermentasi asam laktat merupakan salah satu metode yang paling populer untuk mengawetkan dan mengolah makanan karena murah, memerlukan sedikit energi, dan juga menghasilkan berbagai macam rasa. Produksi asam laktat mempunyai dampak langsung terhadap kualitas sensori produk daging dengan memberikan rasa agak asam dan memfasilitasi proses pengawetan dengan mekanisme penurunan nilai pH. Selain itu, sintesis sejumlah kecil etanol, asam asetat, asetoin, karbon dioksida, dan juga asam piruvat, serta kecenderungannya untuk memicu sintesis senyawa aromatik mempengaruhi kualitas sensori produk daging yang difermentasi.

Saha et al. (2009) melaporkan bahwa kurang dari 21% konsumen tidak menyukai rasa daging dada broiler tanpa tulang yang direndam dengan garam NaCl 1%, namun konsumen khawatir bahwa penggunaan garam dengan konsentrasi 1% dapat menyebabkan pelanggan tidak lebih menyukai produk tersebut, khususnya jika bahan tambahan atau garam lain, atau bahkan juga keduanya digunakan selama pemrosesan untuk produk akhir. Rasa daging dan produk daging dapat ditingkatkan dengan *marinade* alami. Kebanyakan penelitian menghasilkan kesimpulan bahwa peningkatan rasa menggunakan *marinade* kimia dan berbagai teknik marinasi.

Warna

Warna daging merupakan salah satu karakteristik kualitatif paling penting yang mempengaruhi penerimaan konsumen dan sebagai indikator penting dari daging yang digunakan dalam industri pangan (Latoch, 2020). Latoch & Libera (2019) dan Latoch (2020) melaporkan bahwa dengan menggunakan produk susu (kefir, yogurt, dan mentega) dan menemukan bahwa dengan jenis *marinade* dan suhu memasak *sous vide* tidak berpengaruh nyata terhadap warna b^* (*yellowness*) dan L^* (*lightness*), akan tetapi meningkatkan warna a^* (*redness*). Produk susu fermentasi dapat membatasi oksidasi mioglobin, meningkatkan stabilitas termal, dan mengurangi pengurangan kemerahan, serta meminimalkan variasi kemerahan. Penelitian sebelumnya belum banyak yang mengevaluasi kualitas mikrobiologi, sifat sensori, atau proses oksidasi. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diharapkan dapat membahas parameter-parameter ini dari pengaruh produk susu dalam proses marinasi daging. Diperlukan lebih banyak studi untuk mengoptimalkan marinasi daging dengan menggunakan *yogurt* dan mentega, serta daya terima dari konsumen terhadap *sous vide* (Latoch, 2020; Latoch & Libera, 2019).

Ozturk & Sengun (2019) melakukan penelitian dengan menggunakan larutan *marinade* untuk proses marinasi daging. Cairan *marinade* dengan 2 perlakuan jumlah kandungan jus koruk yang berbeda (25% dan 50%) atau pomace koruk kering (1% dan 2%) dibuat secara terpisah dengan atau tanpa komponen (garam 1% dan *thyme* 0,1%). Meskipun proses marinasi dengan produk koruk memberikan dampak negatif terhadap warna daging, namun tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara warna daging yang dimarinasi dan tidak setelah dimasak ($P>0,05$). Pada penelitian ini, sampel yang paling disukai adalah daging yang dimarinasi dengan jus koruk 50%, sedangkan sampel yang paling sedikit disukai adalah daging yang dimarinasi dengan pomace koruk kering sebanyak 2%.

Menurut Gómez et al. (2019) produk siap makan atau *ready to eat* (RTE) berbahan daging analog dan daging yang telah dimarinasi (bir dan teriyaki) dimasak secara *sous vide* pada suhu (70°C dan 80 °C) dan waktu yang berbeda (60, 90, dan 120 menit untuk daging dan 90, 120, dan 150 menit untuk daging analog). Dalam hal tingkat kecerahan daging, interaksi antara suhu pemasakan dan jenis bahan *marinade* mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap sampel daging. Sebaliknya, sampel daging yang dimarinasi dengan bir memiliki nilai b^* dan C^* (kroma) yang lebih rendah dibandingkan sampel daging yang dimarinasi dengan teriyaki, sedangkan sampel daging yang dimarinasi dengan teriyaki memiliki nilai a^* yang lebih rendah. Jenis bahan *marinade* dapat mempengaruhi saturasi warna daging yang dimarinasi.

Gómez-Salazar et al. (2018) melakukan percobaan dengan penambahan NaCl dalam larutan *marinade* dan penggunaan *ultrasound*, dimana parameter warna L^* dan a^* meningkat. Nilai L^*

berkisar antara 41,87-67,56 meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi NaCl dalam larutan *marinade* dan aplikasi *ultrasound*. Ketika konsentrasi NaCl ditingkatkan dan penggunaan *ultrasound*, nilai a^* dari 0,90 menjadi 5,51. Kavitasasi dapat menyebabkan perubahan karakteristik warna pada sampel daging. Proses ini menghasilkan radikal bebas dan menyebabkan oksidasi lipid atau protein selama aplikasi *ultrasound*. Kim et al. (2014) melaporkan bahwa dada ayam yang dimarinasi dengan kecap menghasilkan warna daging dada ayam yang kurang cerah, lebih kuning, dan kemerahan karena warna kecapnya.

Petracci et al. (2012) menggunakan tiga jenis larutan *marinade* yaitu NaCl (S) 7,7%, $\text{Na}_4\text{O}_7\text{P}_2$ (P) 2,3%, dan NaHCO_3 (B) 2,3%. Kecuali sampel P, semua sampel daging menunjukkan warna yang lebih gelap setelah dimarinasi dibandingkan dengan kontrol. Warna terdalam diamati pada sampel daging yang dimarinasi dengan kombinasi garam (SP, SB, dan SPB). Dari segi warna daging matang, sampel daging yang dimarinasi dengan kombinasi komponen menjadi lebih gelap dibandingkan kontrol, meskipun kecerahan daging kelompok S, P, dan B tidak berbeda dengan kontrol. Marinasi tampaknya mempunyai efek pada kemerahan dan kekuningan; namun, efek ini tidak selalu konstan atau mencolok.

Mozuriene et al. (2016) melakukan fermentasi dari jus umbi kentang dengan *Pediococcus pentosaceus* KTU05-9, *P. acidilactici* KTU05-7, dan *L. sakei* KTU05-6 dan menggunakan produk fermentasi tersebut untuk marinasi daging selama 24 jam. Dibandingkan dengan kontrol, sampel daging memiliki nilai L^* berkisar antara 3,5% hingga 21,4%. Nilai a^* meningkat dari 3,2% menjadi 33,8% setelah marinasi (keduanya *Pediococcus*) dan dari 1,4% menjadi 24,0% (*L. sakei*) jika dibandingkan dengan kontrol dan berdampak pada warna kuning sampel daging yaitu penurunan sebesar 4,4% dan 7,2% pada nilai b^* . Gargi & Sengun (2021) menemukan bahwa *L. sakei* merupakan inokulan pilihan dalam proses marinasi daging.

Siroli et al. (2020) melaporkan bahwa sampel daging yang tidak dimarinasi memiliki nilai a^* yang jauh lebih tinggi setelah penyimpanan selama 9 hari dan 15 hari. Namun, perubahan ini tidak signifikan secara statistik. Sebaliknya, perlakuan marinasi mempunyai pengaruh besar terhadap warna kekuningan (b^*) pada setiap lama penyimpanan, baik dengan dimarinasi maupun yang dimarinasi dengan minyak atsiri memiliki nilai b^* jauh lebih tinggi daripada kontrol. Santos et al. (2020) menggunakan produk samping dari nanas dehidrasi yang diperkaya bromelain dengan perlakuan tekanan hidrostatik (225 MPa, 8,5 menit) untuk memarinasi sampel daging. Marinasi (12-24 jam) dan konsentrasi bromelain (10-20 mg tirosin/100 g daging) dapat meningkatkan hasil marinasi dan menghasilkan warna yang lebih cerah pada sampel daging. Rajagopal, Oommen, Kuttinarayanan, George, & SyamMohan (2015) menggunakan CaCl_2 untuk marinasi daging pada suhu 2-4°C selama 8 hari dan menyimpulkan bahwa sejak hari pertama, proses *aging* dapat meningkatkan warna dari daging segar. Namun, marinasi dengan CaCl_2 tidak mempengaruhi warna daging *aging* yang ditentukan oleh nilai *Hunter L*, *a*, dan *b*.

Daya Ikat Air

Daya ikat air (DIA) merupakan ukuran penting lainnya untuk kualitas daging. Daya ikat air sangat dipengaruhi oleh pH, cara marinasi, dan jenis *marinade* yang digunakan. Gamage et al. (2017) memarinasi daging broiler dengan menggunakan *marinade* komersial yang mengandung merica, cabai, bawang putih, pala, jahe, dan garam dengan lama waktu 4, 8, dan 12 jam pada suhu 4°C menggunakan empat metode marinasi yang berbeda (kontrol tanpa marinasi, perendaman, injeksi, dan *tumbling*). Mengawetkan daging paha ayam yang dimarinasi selama 8 jam dapat meningkatkan DIA. Meskipun campuran marinasi dalam jumlah tetap yang segera disuntikkan ke dalam sampel selama proses injeksi, daging paha yang direndam dengan injeksi memiliki DIA yang lebih rendah dibandingkan daging paha yang dimarinasi dengan cara *tumbling*.

Alasan rendahnya DIA yang didapatkan pada daging yang direndam selama 4 jam dan 8 jam tidak diketahui. Metode injeksi menyebabkan hilangnya air berlebihan terkait pori-pori permukaan daging yang dihasilkan selama menggunakan metode injeksi. Gómez-Salazar et al. (2018) telah mengamati terjadinya penurunan DIA seiring dengan meningkatnya konsentrasi NaCl dalam larutan marinasi dan ketika *ultrasound* digunakan. Penurunan DIA lebih besar pada sampel yang dimarinasi tanpa *ultrasound* (rata-rata pengurangan DIA secara keseluruhan sebesar 8,1%) jika dibandingkan dengan sampel yang dimarinasi dengan *ultrasound* (rata-rata 6,2%).

Daging marinasi dengan menggunakan *ultrasound* menunjukkan hasil kehilangan air tertinggi terjadi pada konsentrasi NaCl 200 g/L. Temuan ini terkait dengan fenomena kavitasasi kuat yang diciptakan oleh *ultrasound* yang menyebabkan pecahnya sel dan migrasi air yang lebih besar dari

jaringan. Singh, Yadav, Pathera, & Sharma (2019) melaporkan bahwa pada daging ayam yang dimarinasi dengan jus bit merah tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap DIA, namun *vacuum tumbling* selama 2 jam dapat meningkatkan DIA pada daging dada karena kandungan proteinnya lebih tinggi dibandingkan dengan daging paha.

Kim et al. (2014) menggunakan kecap untuk memarinasi dada ayam dan melaporkan bahwa penurunan nilai pH tidak berpengaruh nyata terhadap DIA karena peningkatan kelarutan kolagen. Demikian pula, hasil penelitian yang dilakukan oleh Rajagopal et al. (2015) menemukan bahwa daging yang dimarinasi dengan CaCl_2 tidak berdampak pada DIA. Sebaliknya, hasil penelitian yang oleh Rostamani, Baghaei, & Bolandi (2021) menemukan bahwa nilai pH berdampak negatif terhadap DIA sampel daging yang dimarinasi.

Zain, Yusop, & Ahmad (2014) memanfaatkan selulosa dan nanoselulosa dari albedo buah jeruk pamelo (*Citrus grandis*) sebagai bahan pengikat air dalam sistem marinasi daging. Selulosa yang digunakan selama proses marinasi tanpa garam dapat meningkatkan DIA sebesar 65,14%, jauh lebih besar jika dibandingkan dengan nanoselulosa (63,28%). Selain itu, penggunaan garam dapat meningkatkan DIA sekitar 10-15% dengan sampel selulosa komersial mendapatkan skor tertinggi, diikuti oleh sampel selulosa yang diekstraksi dengan skor masing-masing 81,34% dan 78,70%. Komoltri & Pakdeechanuan (2012) melaporkan bahwa untuk metode marinasi yang ideal untuk daging ayam adalah dengan menggunakan campuran natrium klorida, natrium tripolifosfat, dan asam sitrat pada suhu 4°C selama 2 jam karena memiliki DIA tertinggi. Oleh karena itu, dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa garam merupakan faktor penting dalam DIA daging.

Banyak penelitian yang menunjukkan hasil peningkatan DIA setelah menggunakan LAB dan probiotik. Mozurienne et al. (2016) daging yang difermentasi dengan BAL selama 24 jam memiliki nilai DIA yang lebih rendah pada sampel daging yang dimarinasi dengan *L. sakei*. Mazaheri Kalahrodi, Baghaei, Emadzadeh, & Bolandi (2021) dan Nairfana & Afgani (2021) mengamati peningkatan DIA pada sampel daging yang dimarinasi menggunakan bakteri fermentasi. Waktu marinasi juga merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi nilai DIA daging dan Rostamani et al. (2021) melaporkan bahwa peningkatan DIA pada tingkat yang lebih cepat seiring dengan bertambahnya waktu marinasi. Nilai rata-rata DIA sebesar 30,8%, 32,4%, dan 35,6% masing-masing merupakan hasil dari penyimpanan selama 0, 3, dan 24 jam.

Keempukan

Sifat sensori dan kualitatif daging serta produk daging sangat dipengaruhi oleh nilai keempukan (Rostamani et al., 2021). Keempukan merupakan komponen penting dari kualitas produk pangan. Perubahan keempukan mempengaruhi keputusan pembelian kembali yang dilakukan konsumen, dan konsumen bersedia mengeluarkan lebih banyak uang untuk daging yang empuk dan berair (Naveena et al., 2011; Zou et al., 2019). Bahan *marinade* sangat mempengaruhi kesegaran dan keempukan daging dan produk daging. Mozurienne et al. (2016) menemukan bahwa *P. acidilactici* KTU05-7 dan *P. pentosaceus* KTU05-9 merupakan bakteri yang paling disukai untuk fermentasi jus kentang dan produk fermentasi tersebut dapat direkomendasikan untuk marinasi daging guna meningkatkan keempukan.

Zou et al. (2019) melaporkan bahwa penggunaan larutan dari natrium bikarbonat konsentrasi rendah (0,2 mmol/L) dan *ultrasound* (20 kHz dan 350 W) dapat meningkatkan keempukan daging dada ayam. Rostamani dkk. (2021) melaporkan bahwa durasi marinasi singkat selama 24 jam dapat mencapai tingkat retensi air yang tinggi dan daya putus daging yang rendah sehingga bisa menghasilkan keempukan daging yang tinggi dan juga daya terima yang tinggi dari konsumen. Kalahrodi et al. (2021) melaporkan bahwa keempukan tertinggi pada daging yang dimarinasi menggunakan 25% jus asparagus dan 10% cuka balsamik. Penggunaan larutan *marinade* yang menggabungkan cuka balsamik dan jus asparagus dapat digunakan dalam saus dan rempah-rempah untuk meningkatkan keempukan daging yang keras.

Naveena et al. (2011) melaporkan bahwa keempukan daging yang keras dapat ditingkatkan dengan merendamnya dalam larutan amonium hidroksida (NH_4OH) sebanyak 0,5%. Rajagopal et al. (2015) mengamati bahwa penggunaan bumbu daging dengan 200 mmol/L CaCl_2 (5%, fraksi massa) merupakan ukuran yang potensial sebagaimana dibuktikan dengan peningkatan nyata dari keempukan daging. Keempukan daging yang dimarinasi meningkat sebesar 53,4% daripada daging yang tidak dimarinasi hanya 35,5%. Aktivitas calpains 1 dan 2 oleh ion kalsium serta

proteolisis calpastatin pada suhu 2-4°C dapat menyebabkan terjadinya peningkatan keempukan daging.

Latoch (2020) melaporkan bahwa memarinasi daging dengan bahan produk susu fermentasi dapat mengurangi kekerasan daging. Kekerasan daging terendah dapat diamati pada daging yang dimarinasi dalam yogurt dan mentega selama 6 atau 9 hari dan *sous vide* direbus pada suhu 60°C. Penurunan kekerasan daging setelah dimarinasi dalam mentega atau yogurt juga telah diteliti oleh Latoch & Libera (2019). Hasil penelitian Ozturk & Sengun (2019) menunjukkan hasil bahwa sampel daging yang dimarinasi dengan 50% jus koruk dengan 0,1% *thyme* dan 1% garam selama 48 jam adalah yang paling disukai berdasarkan parameter keempukan. Inguglia et al. (2019) melaporkan bahwa substitusi kalium klorida (KCl) dengan natrium klorida (NaCl) pada proses marinasasi daging hingga 50% tidak mempengaruhi keempukan daging.

Komoltri & Pakdeechanuan (2012) melaporkan bahwa hasil perlakuan marinasasi terbaik untuk daging ayam ditentukan dengan kombinasi 5% NaCl, 1% natrium tripolifosfat (STPP), dan asam sitrat 0,02% pada suhu 4°C selama 2 jam menghasilkan hasil yang sangat baik dengan tekstur yang empuk. Ismail, Ibrahim, & Ismail-Fitry (2019) melaporkan bahwa penggunaan kurma merah sebanyak 60% adalah metode yang paling efektif untuk mengempukkan daging. Aktaş & Kaya (2001) menyatakan bahwa sedikit peningkatan keempukan daging setelah dimarinasi dengan asam organik lemah. Vişan et al. (2021) melaporkan bahwa penggunaan minyak yang diperas dingin dan juga herbal aromatik terbukti efektif dalam meningkatkan keempukan daging setelah dimarinasi dalam jangka waktu yang lama.

Nilai Gizi

Marinasasi mempunyai dampak yang signifikan terhadap nilai gizi daging dan produk daging. Cho & Choi (2021) melaporkan bahwa marinasasi daging dada dan paha ayam dengan ekstrak daun salam menggunakan *thawing* frekuensi tinggi dan aliran *superheated* pada suhu 225°C selama 12 menit 20 detik dan 223°C selama 8 menit 40 detik. Meskipun ditemukan profil asam lemak tak jenuh ganda dan jenuh yang seimbang serta lemak, protein, kalori, dan kolesterol yang lebih besar, temuan ini terutama difokuskan pada komposisi nutrisi di berbagai bagian tubuh ayam. Di sisi lain, yogurt, kefir, dan mentega tidak mempengaruhi kandungan protein atau kadar air daging yang dimarinasi, namun secara signifikan mengurangi kandungan lemak yang dihasilkan akibat oksidasi lemak menurut hasil penelitian Latoch, Libera, & Stasiak (2019).

Arcanjo et al. (2019) daging yang dimarinasi dengan ekstrak anggur merah menghasilkan penyerapan cairan rata-rata sekitar 1% tanpa ada perubahan yang berarti antar perlakuan. Perlakuan tersebut tidak mempengaruhi komposisi kimia daging dan semuanya memiliki kadar air (77,5%), abu (1,1%), protein (16,5%), dan total lipid (2,9%). Sebaliknya, kadar abu, air, dan protein pada daging dada dan paha yang dimarinasi dengan sari bit merah yang diolah dengan menggunakan *vacuum tumbling* jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Bahan *marinade* dan *vacuum tumbling* dapat meningkatkan penyerapan *marinade*, sehingga menghasilkan kadar abu dan air yang lebih tinggi dibandingkan daging kontrol (Singh et al., 2019).

Nairfana & Afgani (2021) melaporkan bahwa peningkatan kandungan protein dari 62,36% menjadi 82,21% dan penurunan lemak dari 6,61% menjadi 5,11% pada daging yang dimarinasi dengan BAL sebanyak 0,5% selama 12 jam. Kumar et al. (2017) menyatakan bahwa daging ayam yang dimarinasi dengan lemon dan dimarinasi dengan jahe memiliki kadar protein, lemak, dan abu yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kontrol. Kadar protein dari daging yang dimarinasi dengan lemon, jahe, dan kontrol secara berturut-turut yaitu 28,1%, 28,3%, dan 32%. Kadar lemak dari daging yang dimarinasi lemak (6,7%), jahe (7,1%), dan kontrol (10,1%). Kadar abu dari daging yang dimarinasi lemon, jahe, dan kontrol secara berturut-turut yaitu 1,6%, 1,8%, dan 2,4%. Hilangnya cairan sarkoplasma dalam *marinade* menyebabkan penurunan nutrisi dalam larutan marinasasi.

Keamanan Daging

Marinade selain bermanfaat untuk meningkatkan kualitas daging dan juga bermanfaat bagi kesehatan manusia. *Marinade* memiliki peran yang sangat beragam dan juga bermanfaat bagi masyarakat. Daging dan produk daging merupakan bagian penting dari nutrisi manusia karena mengandung banyak nutrisi seperti asam lemak, protein, komponen bioaktif, mineral, dan juga vitamin. Produk-produk daging mudah rusak oleh berbagai mikroorganisme dan bakteri patogen

yang mempunyai risiko kontaminasi yang tinggi, seperti *E. coli* O157:H7, *S. typhimurium*, dan *L. monocytogenes* yang dapat menyebabkan penyakit bawaan pangan (Ozturk & Sengun, 2019).

Marinade selama proses marinasi membantu mengurangi aktivitas mikroba dalam daging dan produk daging. Aksi utama *marinade* sebagai antimikroba dapat dilakukan melalui penurunan pH, serta produksi beragam zat antimikroba, seperti bakteriosin, karbon dioksida (CO₂), dan hidrogen peroksida. Aktivitas komponen antimikroba terjadi secara bertahap melalui sistem adsorpsi pada dinding sel, kemudian bermigrasi melalui membran sel, dan terakhir aksi terjadi di sitoplasma (Mutegi & Patimakorn, 2020). *Marinade* dapat mengurangi pH produk yang dimarinasi sehingga merusak dinding sel mikroorganisme, mengurangi kelangsungan hidup bakteri, dan menghambat pertumbuhannya, serta membunuhnya. Selain itu, aktivitas antimikroba dari *marinade* mungkin disebabkan oleh penurunan kation khelat yang penting untuk pertumbuhan dari mikroorganisme (Noshad et al., 2021; Tatjana et al., 2015).

Marinade mengurangi kerentanan mikroorganisme dengan mencegah zat hidrofobik melewati membrannya (Yeganegi et al., 2018; Noshad et al., 2021). Aktivitas antimikroba juga dapat terjadi karena adanya senyawa asam, limonena, dan fenolik yang dapat melisis sel dari bakteri dan merusak fungsinya (Han, Sun, & Chen, 2019; Liu et al., 2020; Noshad et al., 2021). *Salmonella*, *E. coli*, *L. monocytogenes*, *Campylobacter*, dan *Vibrio spp.* merupakan bakteri paling umum yang menyebabkan kontaminasi pada daging dan produk daging. *Salmonella* merupakan salah satu penyebab utama kontaminasi yang ditemukan pada sebagian kecil pada makanan laut (12,5%), daging ayam (25%), dan daging sapi (62,5%) (Lopes et al., 2022).

Marinade alami sangat penting untuk keamanan daging dan banyak penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan bahan marinasi alami untuk meminimalkan kontaminasi secara mikrobiologi. Ketika air jeruk nipis (pH 2,5) digunakan dalam marinasi *fillet* yang disuntikkan dengan 7 log CFU/g *Salmonella* selama 120 menit pada suhu 4°C dan 25°C terjadi penurunan jumlah bakteri. Merendam daging siap masak dalam *marinade* komersial yang mengandung kari, mangga, dan juga unsur lainnya (glukosa-fruktosa, bawang putih, bawang merah, garam, cuka, minyak canola, dan air) dengan pH antara 3 dan 4 dalam kemasan vakum secara nyata terjadi penurunan *E. coli* pada hari ke 3, 7, dan 14, dari 2,26, 3,43, dan 2,75 log CFU/g untuk daging yang tidak diberi perlakuan menjadi 1,80, 1,90, dan 1,89 log CFU/g (Fadhel et al., 2016).

Ozturk & Sengun (2019) mengamati pencegahan *food borne* dari patogen seperti *E. coli* O157:H7, *S. typhimurium*, dan *L. monocytogenes* dengan jus koruk (50%) dan pomace koruk kering (2%). Proses marinasi dengan menggunakan koruk dapat menjadikan daging sepenuhnya aman, khususnya dalam kasus dengan tingkat kontaminasi yang rendah (3 log). Schirmer, Heir, & Langsrud (2009) menggunakan bahan marinasi sebanyak 6% (fraksi massa) (lada hitam, paprika, bawang putih, kemangi, lada putih, bawang merah, *allspice*, kari, biji seledri, biji jintan, minyak sayur, lemak nabati, ketumbar, dan ekstrak ragi) dalam daging selama 9 hari pada suhu 4°C dan *L. algidus* diamati dalam daging. *L. algidus* merupakan bakteri pembusuk yang kurang dihargai sehingga memerlukan perhatian ekstra sehubungan dengan pembusukan daging dalam kemasan vakum. *Total viable count* (TVC) dari daging terhambat dengan menggunakan semua *marinade*. Efek menguntungkan terbesar dari marinasi anggur pada TVC diamati pada 5 hari, ketika daging yang dimarinasi menunjukkan penurunan TVC yang cukup besar hingga 1,4 log CFU/g jika dibandingkan dengan sampel daging kontrol. BAL dan *Enterobacteriaceae* tumbuh lebih lambat dibandingkan TVC (Arcanjo et al., 2019).

Umur Simpan

Semua jenis daging menunjukkan sifat yang sangat mudah rusak. Banyaknya bakteri patogen dan pembusuk pada permukaan luar daging dapat mempengaruhi umur simpan produk daging. Daging baik yang masih mentah dan sudah dimasak dapat mengalami oksidasi lipid yang dapat mengakibatkan berkurangnya umur simpan (Noshad et al., 2021). Oleh karena itu, permintaan terhadap produk daging marinasi telah meningkat selama beberapa tahun terakhir terutama pada masa pandemi covid-19 dan juga pasca pandemi. Umur simpan yang lama merupakan salah satu alasan utama konsumen dalam memilih produk daging marinasi (Siroli et al., 2020). Larutan *marinade* yang dibuat dengan bahan-bahan alami (misalnya minyak atsiri, herbal, dan rempah-rempah) dapat meningkatkan umur simpan daging marinasi karena efek antimikroba terhadap pembusukan, patogen, dan mikroorganisme serta sifat antioksidannya pada daging dan produk daging (Karam, Roustom, Abiad, El-Obeid, & Savvaidis, 2019; Siroli et al., 2020).

Minyak atsiri *C. limon* dan getah biji *Plantago major* berhasil untuk meningkatkan umur simpan daging dengan mengurangi hilangnya kekerasan, oksidasi lipid, dan pengembangan mikrobiologi (Noshad et al., 2021). Karam et al. (2019) mengaplikasikan *carvacrol* (0,4%) dan *thymol* (0,8%) v/b pada daging ayam segar menggunakan kemasan vakum pada suhu 4°C selama 21 hari dapat menghasilkan perpanjangan umur simpan daging secara sensori yang signifikan yaitu 15 hari dan >21 hari. Penambahan *marinade* pada *marinade* komersial yang mengandung kari, mangga, dan unsur lainnya (glukosa-fruktosa, bawang putih, bawang merah, garam, cuka, minyak canola, dan air) pada pH antara 3 dan 4, serta kombinasi iradiasi (1,5 kGy) dan kemasan vakum dapat memperpanjang umur simpan 9 hari lebih lama dibandingkan dengan daging yang tidak dimarinasi (Fadhel et al., 2016).

Pengaruh Marinade terhadap Kesehatan

Marinade mengandung berbagai senyawa fungsional yang penting bagi kesehatan manusia. Komponen bioaktif *marinade* menunjukkan aktivitas antioksidan dengan menetralkan radikal bebas, menyumbangkan elektron, dan juga mentransfer atom hidrogen (Noshad et al., 2021). Beberapa *marinade* misalnya seperti produk susu fermentasi dan probiotik memiliki kemampuan antioksidan dengan mengurangi risiko oksigen reaktif. Produk susu fermentasi dan probiotik dapat memecah hidrogen peroksida dan juga anion peroksida. Hal ini yang secara signifikan memperlambat laju dari reaksi oksidasi lipid (menurunkan nilai zat reaktif asam tiobarbiturat), mengandung lebih sedikit zat pengoksidasi (memiliki nilai potensial redoks yang rendah), dan berhasil menghilangkan bakteri psikotropika dan oksigen mesofilik. Selain itu, beberapa *marinade* dengan peptida dapat menghidrolisis senyawa pengkhelet, meningkatkan stabilitas oksigen, dan menghambat produksi malonat aldehida (Latoch & Libera, 2019). Fosfolipase adalah enzim penting yang terlibat dalam proses terjadinya oksidasi lipid. Pelepasan lisosom dari *marinade* diduga menonaktifkan aktivitas fosfolipase (Yang et al., 2018).

Kadar lemak dan juga kolesterol mendasari kualitas daging dan produk daging. Konsep mutu daging dan produk daging bersifat dinamis dan berubah sesuai dengan kebutuhan konsumen sehubungan dengan keinginan akan kenyamanan yang lebih besar dan kepedulian terhadap status kesehatan. Konsumen sadar akan isu-isu terkait pola makan dan berupaya mengubah pola makan mereka untuk mendapatkan manfaat kesehatan. Oleh karena itu, bahan marinasi sebaiknya digunakan pada daging dan produk daging karena dapat menurunkan kadar kolesterol dengan cara mengurangi kandungan lemak pada daging (Kumar et al., 2017).

Larutan *marinade* yang mengandung banyak kimia fenolik dapat menurunkan nilai peroksida, mengurangi produk oksidasi lipid sekunder dan menjaga zat reaktif asam 2-tiobarbiturat hampir tidak berubah selama penyimpanan. Setelah dimasak, anggur merah mengurangi pembentukan diena terkonjugasi sebesar 20%. Ditambahkannya asam organik ringan seperti jus lemon dapat mengurangi sintesis PAH dalam daging sebesar 70%, sedangkan antioksidan polifenol dapat menghambat pengembangan HCA sebesar 75-100% yang menunjukkan bahwa proses marinasi mempunyai efek positif pada kesehatan manusia (Vlahova-Vangelova & Dragoev, 2014).

KESIMPULAN

Penerapan dari berbagai macam bahan marinasi menunjukkan hasil yang dapat meningkatkan keamanan pangan, kualitas, dan juga nilai tambah dari daging unggas. Reviu ini dapat menjadi informasi untuk arah pengembangan berbagai macam bahan marinasi yang dapat digunakan dalam industri pengolahan daging unggas.

DAFTAR PUSTAKA

- Aktaş, N., & Kaya, M. (2001). The influence of marinating with weak organic acids and salts on the intramuscular connective tissue and sensory properties of beef. *European Food Research and Technology*, 213(2), 88–94. <https://doi.org/10.1007/s002170100329>.
- Ali, S. S., Moawad, M. S., Hussein, M. A., Azab, M., Abdelkarim, E. A., Badr, A., ... Khalil, M. (2021). Efficacy of metal oxide nanoparticles as novel antimicrobial agents against multi-drug and multi-virulent *Staphylococcus aureus* isolates from retail raw chicken meat and giblets. *International Journal of Food Microbiology*, 344, 109116. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2021.109116>.
- Alvarado, C., & McKee, S. (2007). Marination to improve functional properties and safety of poultry

- meat. *Journal of Applied Poultry Research*, 16(1), 113–120. <https://doi.org/10.1093/japr/16.1.113>.
- Alvarado, P. E., Barrios, R. M. M., Xóchihua, J. A. M., & Hernández, J. F. C. (2017). Fast and reliable DNA extraction protocol for products sold on the commercial market. *Open Agriculture*, 2, 469–472. Retrieved from <https://doi.org/10.1515/opag-2017-0051>.
- Arcanjo, N. M. O., Morcuende, D., Andrade, M. J., Padilla, P., Madruga, M. S., & Estévez, M. (2019). Bioactivities of wine components on marinated beef during aging. *Journal of Functional Foods*, 57(September 2018), 19–30. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.03.040>.
- Benhammou, N., Bekkara, F. A., & Kadifkova Panovska, T. (2009). Antioxidant activity of methanolic extracts and some bioactive compounds of *Atriplex halimus*. *Comptes Rendus Chimie*, 12(12), 1259–1266. <https://doi.org/10.1016/j.crci.2009.02.004>.
- Berge, P., Ertbjerg, P., Larsen, L. M., Astruc, T., Vignon, X., & Møller, A. J. (2001). Tenderization of beef by lactic acid injected at different times post mortem. *Meat Science*, 57(4), 347–357. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(00\)00110-8](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00110-8).
- Birk, T., Grønlund, A. C., Christensen, B. B., Knøchel, S., Lohse, K., & Rosenquist, H. (2010). Effect of organic acids and marination ingredients on the survival of *Campylobacter jejuni* on meat. *Journal of Food Protection*, 73(2), 258–265. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-73.2.258>.
- Cho, W. H., & Choi, J. S. (2021). Sensory quality evaluation of superheated steam-treated chicken leg and breast meats with a combination of marination and hot smoking. *Foods*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/foods10081924>.
- Demir, H., Çelik, S., & Sezer, Y. Ç. (2022). Effect of ultrasonication and vacuum impregnation pretreatments on the quality of beef marinated in onion juice a natural meat tenderizer. *Food Science and Technology International*, 28(4), 340–352. <https://doi.org/10.1177/10820132211012919>.
- Fadhel, Y. Ben, Leroy, V., Dussault, D., St-Yves, F., Lauzon, M., Salmieri, S., ... Lacroix, M. (2016). Combined effects of marinating and γ -irradiation in ensuring safety, protection of nutritional value and increase in shelf-life of ready-to-cook meat for immunocompromised patients. *Meat Science*, 118, 43–51. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.03.020>.
- Farhadian, A., Jinap, S., Faridah, A., & Zaidul, I. S. M. (2012). Effects of marinating on the formation of polycyclic aromatic hydrocarbons (benzo[a]pyrene, benzo[b]fluoranthene and fluoranthene) in grilled beef meat. *Food Control*, 28(2), 420–425. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2012.04.034>.
- Figuroa, C., Ramírez, C., Núñez, H., Jaques, A., & Simpson, R. (2020). Application of vacuum impregnation and CO₂-laser microperforations in the potential acceleration of the pork marinating process. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 66, 102500. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102500>.
- Gamage, H. G. C. L., Mutucumarana, R. K., & Andrew, M. S. (2017). The Effect of Marination Method and Holding Time on Physicochemical and Sensory Properties of Broiler Meat. *Journal of Agricultural Sciences*, 12(3), 172–184.
- Gao, T., Li, J., Zhang, L., Jiang, Y., Song, L., Ma, R., ... Zhou, G. (2015). Effect of different tumbling marinade treatments on the water status and protein properties of prepared pork chops. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(12), 2494–2500. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6980>
- Gargi, A., & Sengun, I. Y. (2021). Marination liquids enriched with probiotics and their inactivation effects against food-borne pathogens inoculated on meat. *Meat Science*, 182(April), 108624. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108624>.
- Gómez-Salazar, J. A., Ochoa-Montes, D. A., Cerón-García, A., Ozuna, C., & Sosa-Morales, M. E. (2018). Effect of Acid Marination Assisted by Power Ultrasound on the Quality of Rabbit Meat. *Journal of Food Quality*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/5754930>.
- Gómez, I., Ibañez, F. C., & Beriain, M. J. (2019). Physicochemical and sensory properties of sous vide meat and meat analog products marinated and cooked at different temperature-time combinations. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 1693–1708. <https://doi.org/10.1080/10942912.2019.1666869>.
- Gómez, I., Janardhanan, R., Ibañez, F. C., & Beriain, M. J. (2020). The effects of processing and preservation technologies on meat quality: Sensory and nutritional aspects. *Foods*, 9(10), 1–30. <https://doi.org/10.3390/foods9101416>.
- González-González, L., Luna-Rodríguez, L., Carrillo-López, L. M., Alarcón-Rojo, A. D., García-Galicia, I., & Reyes-Villagrana, R. (2017). Ultrasound as an alternative to conventional

- marination: Acceptability and mass transfer. *Journal of Food Quality*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/8675720>.
- Han, Y., Sun, Z., & Chen, W. (2019). Antimicrobial Susceptibility and Antibacterial Mechanism of Limonene against *Listeria monocytogenes*. *Molecules*, 25(1), 1–15. <https://doi.org/10.3390/molecules25010033>.
- Hwang, I. H., Lin, C. W., & Chou, R. G. R. (2000). Effect of lactic or acetic acid on degradation of myofibrillar proteins in post-mortem goose (*Anser anser*) breast muscle. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(2), 231–236. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(20000115\)80:2<231::AID-JSFA521>3.0.CO;2-L](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(20000115)80:2<231::AID-JSFA521>3.0.CO;2-L).
- Inguglia, E. S., Burgess, C. M., Kerry, J. P., & Tiwari, B. K. (2019). Ultrasound-assisted marination: role of frequencies sodium-reduced poultry meat. *Foods*, 8(10), 1–11.
- Ismail, M. A., Ibrahim, M. A., & Ismail-Fitry, M. R. (2019). Application of Ziziphus Jujube (Red Date), Camellia Sinensis (Black Tea) and Aleurites Moluccana (Candle Nut) Marinades as Beef Meat Tenderizer. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4.14), 307–311. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.14.27662>.
- Istrati, D., Constantin, O., Ionescu, A., Vizireanu, C., & Dinica, R. (2011). Study of the combined effect of spices and marination on beef meat vacuum packaged. *The Annals of the University Dunarea De Jos of Galati. Fascicle VI-Food Technology*, 35(2), 75–85.
- Jinap, S., Iqbal, S. Z., & Selvam, R. M. P. (2015). Effect of selected local spices marinades on the reduction of heterocyclic amines in grilled beef (satay). *Lwt*, 63(2), 919–926. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.04.047>.
- Jinap, S., Iqbal, S. Z., Talib, N. H., & Hasnol, N. D. S. (2016). Heterocyclic aromatic amines in deep fried lamb meat: The influence of spices marination and sensory quality. *Journal of Food Science and Technology*, 53(3), 1411–1417. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2137-0>.
- Kalahrodi, M. M., Baghaei, H., Emadzadeh, B., & Bolandi, M. (2021). The combined effect of asparagus juice and balsamic vinegar on the tenderness, physicochemical and structural attributes of beefsteak. *Journal of Food Science and Technology*, 58(8), 3143–3153. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04817-4>.
- Kao, T. H., Chen, S., Chen, C. J., Huang, C. W., & Chen, B. H. (2012). Evaluation of analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons by the QuEChERS method and gas chromatography-mass spectrometry and their formation in poultry meat as affected by marinating and frying. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(6), 1380–1389. <https://doi.org/10.1021/jf204650u>.
- Karam, L., Roustom, R., Abiad, M. G., El-Obeid, T., & Savvaidis, I. N. (2019). Combined effects of thymol, carvacrol and packaging on the shelf-life of marinated chicken. *International Journal of Food Microbiology*, 291(January 2018), 42–47. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.11.008>.
- Kim, H. W., Hwang, K. E., Song, D. H., Kim, Y. J., Lim, Y. B., Choi, J. H., ... Kim, C. J. (2014). Effects of soy sauce on physicochemical and textural properties of tumbled chicken breast. *Poultry Science*, 93(3), 680–686. <https://doi.org/10.3382/ps.2012-02930>.
- Komoltri, P., & Pakdeechanuan, P. (2012). Effects of marinating ingredients on physicochemical, microstructural and sensory properties of golek chicken. *International Food Research Journal*, 19(4), 1449–1455.
- Kumar, Y., Singh, P., Pandey, A., Tanwar, V. K., & Kumar, R. R. (2017). Augmentation of Meat Quality Attributes of Spent Hen Breast Muscle (Pectoralis Major) by Marination with Lemon Juice vis-a-vis Ginger Extract. *Journal of Animal Research*, 7(3), 523–529. <https://doi.org/10.5958/2277-940x.2017.00077.8>.
- Lamri, M., Bhattacharya, T., Boukid, F., Chentir, I., Dib, A. L., Das, D., ... Gagaoua, M. (2021). Nanotechnology as a Processing and Packaging Tool to Improve Meat Quality and Safety. *Foods*, 10(11), 2633. <https://doi.org/10.3390/foods10112633>.
- Latoch, A. (2020). Effect of meat marinating in kefir, *yoghurt* and buttermilk on the texture and color of pork steaks cooked sous-vide. *Annals of Agricultural Sciences*, 65(2), 129–136.
- Latoch, A., & Libera, J. (2019). Quality and safety of pork steak marinated in fermented dairy products and sous-vide cooked. *Sustainability (Switzerland)*, 11(20), 9–11. <https://doi.org/10.3390/su11205644>.
- Latoch, A., Libera, J., & Stasiak, D. M. (2019). Physicochemical properties of pork loin marinated in kefir, *yoghurt* or buttermilk and cooked sous vide. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 18(2), 163–171. <https://doi.org/10.17306/J.AFS.2019.0642>.

- Li, X., Sun, Y., Pan, D., Wang, Y., & Cao, J. (2017). The effect of CaCl₂ marination on the tenderizing pathway of goose meat during conditioning. *Food Research International*, 102(June), 487–492. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.09.014>.
- Lin, Y. C., Chen, W. T., & Chou, R. G. R. (2000). Postmortem changes in mule duck muscle marinated in red wine. *Journal of Food Science*, 65(5), 906–908. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb13610.x>.
- Liu, Y., Liu, P., Wang, L., Shi, Y., Chen, J., Wang, H., & Zhang, X. (2020). Inhibitory effects of citrus lemon oil and limonene on *Streptococcus sobrinus* – Induced dental caries in rats. *Archives of Oral Biology*, 118, 104851. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2020.104851>.
- Lopes, S. M., da Silva, D. C., & Tondo, E. C. (2022). Bactericidal effect of marinades on meats against different pathogens: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(27), 7650–7658. <https://doi.org/10.1080/10408398.2021.1916734>.
- Manful, C. F., Pham, T. H., Nadeem, M., Wheeler, E., Warren, K. J. T., Vidal, N. P., & Thomas, R. H. (2021). Assessing unfiltered beer-based marinades effects on ether and ester linked phosphatidylcholines and phosphatidylethanolamines in grilled beef and moose meat. *Meat Science*, 171(April 2020), 108271. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108271>.
- Mozuriene, E., Bartkiene, E., Krungleviciute, V., Zadeike, D., Juodeikiene, G., Damasius, J., & Baltusnikiene, A. (2016). Effect of natural marinade based on lactic acid bacteria on pork meat quality parameters and biogenic amine contents. *Lwt*, 69, 319–326. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.01.061>.
- Mutegi, R. T., & Patimakorn, P. (2020). Application of probiotic strains to extend shelf-life of marinated beef and pork meats. *International Food Research Journal*, 27(6), 1067–1075.
- Nairfana, I., & Afgani, C. A. (2021). The effect of fermentation with lactic acid bacteria to chemical and sensory characteristics of Sumbawa's Buffalo Jerky. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 913(1), 012043. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/913/1/012043>.
- Nakano, T., Ikawa, N. I., & Ozimek, L. (2003). Chemical Composition of Chicken Eggshell and Shell Membranes. *Poultry Science*, 82(3), 510–514. <https://doi.org/10.1093/ps/82.3.510>.
- Naveena, B. M., Kiran, M., Reddy, K. S., Ramakrishna, C., Vaithyanathan, S., & Devatkal, S. K. (2011). Effect of ammonium hydroxide on ultrastructure and tenderness of buffalo meat. *Meat Science*, 88(4), 727–732. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.03.005>.
- Noshad, M., Alizadeh Behbahani, B., Jooyandeh, H., Rahmati-Joneidabad, M., Hemmati Kaykha, M. E., & Ghodsi Sheikhjan, M. (2021). Utilization of *Plantago major* seed mucilage containing Citrus limon essential oil as an edible coating to improve shelf-life of buffalo meat under refrigeration conditions. *Food Science and Nutrition*, 9(3), 1625–1639. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2137>.
- Oktafa, H., Prayitno, A. H., & Handayani, H. T. (2021). *Patent No. S00202110484*. Indonesia.
- Oktafa, H., Prayitno, A. H., & Handayani, H. T. (2023). Quality of Physical and Sensory of Super-native Chicken Breast Marinated with Herbs and Spices with Different Levels of Marination Concentration. *Jurnal Ilmu Ternak Dan Veteriner*, 28(1), 76–85. <https://doi.org/10.14334/jitv.v28i1.3092>.
- Oktafa, H., Prayitno, A. H., Handayani, H. T., & Rukmi, D. L. (2022). The effect of marinade concentrations of different local herbs and spices on the hedonic test of super native chicken breast. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 980(1), 012015. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/980/1/012015>.
- Oktafa, Huda, Prayitno, A. H., & Handayani, H. T. (2021). *Optimasi Peningkatan Mutu Daging Ayam Kampung Super Yang Dimarinasi Bumbu dan Rempah Lokal dengan Penambahan Nano Kalsium Laktat Kerabang Telur*. Jember.
- Ozturk, B., & Sengun, I. Y. (2019). Inactivation effect of marination liquids prepared with koruk juice and dried koruk pomace on *Salmonella Typhimurium*, *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* inoculated on meat. *International Journal of Food Microbiology*, 304, 32–38. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2019.05.013>.
- Petracci, M., Laghi, L., Rocculi, P., Rimini, S., Panarese, V., Cremonini, M. A., & Cavani, C. (2012). The use of sodium bicarbonate for marination of broiler breast meat. *Poultry Science*, 91(2), 526–534. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01753>.
- Petracci, Massimiliano, Bianchi, M., Mudalal, S., & Cavani, C. (2013). Functional ingredients for poultry meat products. *Trends in Food Science and Technology*, 33(1), 27–39. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.06.004>.

- Petracci, Massimiliano, Laghi, L., Rimini, S., Rocculi, P., Capozzi, F., & Cavani, C. (2014). Chicken breast meat marinated with increasing levels of sodium bicarbonate. *Journal of Poultry Science*, 51(2), 206–212. <https://doi.org/10.2141/jpsa.0130079>.
- Prayitno, A. H., Oktafa, H., & Handayani, H. T. (2021). *Patent No. S00202110495*. Indonesia.
- Rahman, S. M. E., Islam, S., Pan, J., Kong, D., Xi, Q., Du, Q., ... Han, R. (2023). Marination ingredients on meat quality and safety—a review. *Food Quality and Safety*, 7, 1–17. <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyad027>.
- Rajagopal, K., Oommen, G. T., Kuttinarayanan, P., George, S., & SyamMohan, K. M. (2015). Effect of post rigor marination with calcium chloride on the tenderness, colour and palatability traits of buffalo meat. *Nutrition & Food Science*, 45(1), 20–38. <https://doi.org/10.1108/NFS-06-2014-0058>.
- Ramírez, N., Vega-Castro, O., Simpson, R., Ramirez, C., & Nuñez, H. (2021). Effect of pulsed vacuum and laser microperforations on the potential acceleration of chicken meat marination. *Journal of Food Process Engineering*, 44(3), 1–12. <https://doi.org/10.1111/jfpe.13627>.
- Rimini, S., Petracci, M., & Smith, D. P. (2014). The use of thyme and orange essential oils blend to improve quality traits of marinated chicken meat. *Poultry Science*, 93(8), 2096–2102. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03601>.
- Rostamani, M., Baghaei, H., & Bolandi, M. (2021). Prediction of top round beef meat tenderness as a function of marinating time based on commonly evaluated parameters and regression equations. *Food Science and Nutrition*, 9(9), 5006–5015. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2454>.
- Saha, A., Perumalla, A. V. S., Lee, Y., Meullenet, J. F., & Owens, C. M. (2009). Tenderness, moistness, and flavor of pre- and postrigor marinated broiler breast fillets evaluated by consumer sensory panel. *Poultry Science*, 88(6), 1250–1256. <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00236>.
- Santos, D. I., Fraqueza, M. J., Pissarra, H., Saraiva, J. A., Vicente, A. A., & Moldão-Martins, M. (2020). Optimization of the Effect of Pineapple By-Products Enhanced in Bromelain by Hydrostatic Pressure on the Texture and Overall Quality of Silverside Beef Cut. *Foods*, 9(12), 1752. <https://doi.org/10.3390/foods9121752>.
- Schirmer, B. C., Heir, E., & Langsrud, S. (2009). Characterization of the bacterial spoilage flora in marinated pork products. *Journal of Applied Microbiology*, 106(6), 2106–2116. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2009.04183.x>.
- Sharedeh, D., Gatellier, P., Astruc, T., & Daudin, J. D. (2015). Effects of pH and NaCl levels in a beef marinade on physicochemical states of lipids and proteins and on tissue microstructure. *Meat Science*, 110, 24–31. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.07.004>.
- Singh, M., Manikandan, S., & Kumaraguru, A. K. (2011). Nanoparticles: A New Technology with Wide Applications. *Research Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, 1(1), 1–11. <https://doi.org/10.3923/rjnn.2011.1.11>.
- Singh, P., Yadav, S., Pathera, A., & Sharma, D. (2019). Effect of vacuum tumbling and red beetroot juice incorporation on quality characteristics of marinated chicken breast and leg meats. *Nutrition and Food Science*, 50(1), 143–156. <https://doi.org/10.1108/NFS-03-2019-0079>.
- Siroli, L., Baldi, G., Soglia, F., Bukvicki, D., Patrignani, F., Petracci, M., & Lanciotti, R. (2020). Use of essential oils to increase the safety and the quality of marinated pork loin. *Foods*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/foods9080987>.
- Smaoui, S., Ben Hlima, H., & Ghorbel, R. (2012). The effect of sodium lactate and lactic acid combinations on the microbial, sensory, and chemical attributes of marinated chicken thigh. *Poultry Science*, 91(6), 1473–1481. <https://doi.org/10.3382/ps.2011-01641>.
- Smith, D. P. (2011). Effect of ultrasonic marination on broiler breast meat quality Salmonella contamination. *International Journal of Poultry Science*, 10(10), 757–759.
- Smith, D. P., & Young, L. L. (2007). Marination pressure and phosphate effects on broiler breast fillet yield, tenderness, and color. *Poultry Science*, 86(12), 2666–2670. <https://doi.org/10.3382/ps.2007-00144>.
- Sun, X. D., & Holley, R. A. (2011). Factors Influencing Gel Formation by Myofibrillar Proteins in Muscle Foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10(1), 33–51. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2010.00137.x>.
- Tatjana, B., Milan, B. Ž., Dušan, M., Jelena, I., Jelena, J., Marija, B., & Marija, D. (2015). Influence Of Marination On Salmonella Spp. Growth In Broiler Breast Fillets. *Acta Veterinaria*, 65(3), 417–428. <https://doi.org/10.1515/acve-2015-0034>.
- Thanissery, R., & Smith, D. P. (2014). Marinade with thyme and orange oils reduces Salmonella

- Enteritidis and *Campylobacter coli* on inoculated broiler breast fillets and whole wings. *Poultry Science*, 93(5), 1258–1262. <https://doi.org/10.3382/ps.2013-03697>.
- Vişan, V.-G., Chiş, M. S., Păucean, A., Mureşan, V., Puşcaş, A., Stan, L., ... Vlaic, A. (2021). Influence of Marination with Aromatic Herbs and Cold Pressed Oils on Black Angus Beef Meat. *Foods*, 10(9), 1–22. <https://doi.org/10.3390/foods10092012>.
- Vlahova-Vangelova, D., & Dragoev, S. (2014). Marination: Effect on meat safety and human health. a review. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 20(3), 503–509.
- Weiss, J., Gibis, M., Schuh, V., & Salminen, H. (2010). Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. *Meat Science*, 86(1), 196–213. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.05.008>.
- Xu, J., Zhang, M., Cao, P., & Adhikari, B. (2020). Effect of ZnO nanoparticles combined radio frequency pasteurization on the protein structure and water state of chicken thigh meat. *LWT*, 134. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2020.110168>.
- Yang, Y., Sun, Y., Pan, D., Wang, Y., & Cao, J. (2018). Effects of high pressure treatment on lipolysis-oxidation and volatiles of marinated pork meat in soy sauce. *Meat Science*, 145(November 2017), 186–194. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.06.036>.
- Yeganegi, M., Tabatabaei Yazdi, F., Mortazavi, S. A., Asili, J., Alizadeh Behbahani, B., & Beigbabaie, A. (2018). Equisetum telmateia extracts: Chemical compositions, antioxidant activity and antimicrobial effect on the growth of some pathogenic strain causing poisoning and infection. *Microbial Pathogenesis*, 116, 62–67. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2018.01.014>.
- Yusop, S. M., O'Sullivan, M. G., & Kerry, J. P. (2011). Marinating and enhancement of the nutritional content of processed meat products. In *Processed Meats: Improving Safety, Nutrition and Quality*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited. <https://doi.org/10.1533/9780857092946.3.421>.
- Yusop, Salma M., O'Sullivan, M. G., Preuß, M., Weber, H., Kerry, J. F., & Kerry, J. P. (2012). Assessment of nanoparticle paprika oleoresin on marinating performance and sensory acceptance of poultry meat. *LWT - Food Science and Technology*, 46(1), 349–355. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.08.014>.
- Zain, N. F. M., Yusop, S. M., & Ahmad, I. (2014). Preparation and Characterization of Cellulose and Nanocellulose From Pomelo (*Citrus grandis*) Albedo. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 5(1), 10–13. <https://doi.org/10.4172/2155-9600.1000334>.
- Zou, Y., Shi, H., Xu, P., Jiang, D., Zhang, X., Xu, W., & Wang, D. (2019). Combined effect of ultrasound and sodium bicarbonate marination on chicken breast tenderness and its molecular mechanism. *Ultrasonics Sonochemistry*, 59(August), 104735. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.104735>.