

4. PEMBAHASAN

4.4. Marinasi Dalam Pengolahan Pangan

4.4.1. Marinasi

Marinasi adalah proses perendaman daging dalam bahan *marinade*, sebelum diolah lebih lanjut (Nurwantoro *et al.*, 2012). Prinsip kerja marinasi pada daging adalah perendaman daging dalam *marinade* hingga terjadi transpor pasif secara perlahan-lahan dari bahan *marinade* ke dalam daging yang terjadi secara osmosis (BROOKS, 2011 dalam Nurwantoro *et al.*, 2012). *Marinade* adalah larutan berbumbu yang digunakan untuk memberi flavor dan mengempukkan daging, makanan laut, dan sayuran sebelum dimasak (Lampe, 2015).

Marinade berasal dari kombinasi minyak, asam, dan rempah untuk merendam daging sebelum dimasak (Cumbay & Schneider, 2008).

a. Marinasi asam

Marinasi asam biasa menggunakan bahan seperti Bir, *buttermilk*, jus lemon, jus anggur, jus cranberry, jus jeruk nipis, kopi, minuman berkarbonasi, jus jeruk, wine, vinegar, dan yoghurt (Cumbay & Schneider, 2008). Pemberian asam dapat mencegah kerusakan daging dan juga membantu mengempukkan daging (Lampe, 2015). Asam mempengaruhi protein pada daging dengan memecahnya dan membuat tekstur daging, dengan memecah protein akan memberikan ruang untuk flavor dan air untuk masuk (Cumbay & Schneider, 2008).

b. Bahan enzimatik

Marinasi untuk pengempukan daging juga dapat menggunakan bahan enzimatik seperti pepaya dan nanas (Lampe, 2015). Karena pada buah ini terkandung enzim papain dan bromelin yang dapat mengempukkan tekstur daging. Tapi harus dihindari untuk merendamnya terlalu lama pada bahan ini untuk menghindari tekstur yang terlalu empuk, hingga menjadi lembut dan lembek (Lampe, 2015).

c. Minyak

Penggunaan minyak pada larutan *marinade* bisa menggunakan minyak sayur, minyak zaitun, minyak wijen, minyak almond dan minyak kelapa sawit. Penambahan minyak biasanya bertujuan untuk menambah kelembaban dari

daging (Cumbay & Schneider, 2008). Penambahan minyak bertujuan untuk mempertahankan tekstur *juicy* pada daging (Lampe, 2015).

d. Rempah dan Bumbu

Penambahan rempah dan bumbu pada larutan *marinade* bertujuan untuk memperbaiki rasa (Lampe, 2015). Rempah dan bumbu yang digunakan seperti bawang putih, jahe, kunyit, garam, merica, ketumbar, dan bumbu lain. Bumbu dan rempah terkadang ditambahkan juga bertujuan sebagai antimikroba dan juga khasiat yang baik untuk kesehatan selain untuk memperbaiki flavor dan aroma (Istrati *et al.*, 2011). Beberapa penelitian menyatakan bahwa senyawa fenolik pada rempah dan bumbu merupakan salah satu yang berperan penting sebagai antimikroba (Hara-Kudo *et al.*, 2004 dalam Istrati *et al.*, 2011).

4.4.2. Faktor yang Mempengaruhi Efektivitas Marinasi

Efektivitas marinasi dipengaruhi beberapa faktor yaitu jenis *marinade*, metode marinasi, waktu dan suhu marinasi (Fenton *et al.*, 1993; Alvarado & McKee, 2007 dalam Gamage *et al.*, 2017).

a. Jenis *marinade*

Larutan *marinade* bisa menggunakan berbagai macam bahan. Seperti menggunakan bahan alami atau kering seperti bumbu, rempah, dan ekstrak lainnya (Miller, 1998 dalam Vlahova-Vangelova & Dragoev, 2014). Bahan dengan berbagai macam kandungan senyawa dan pH dapat memberikan perubahan berbeda-beda terhadap daging yang dimarinasi. Marinasi dengan menggunakan bahan *marinade* yang memiliki pH rendah (asam) sehingga terjadi penurunan pH yang akan menyebabkan terjadinya denaturasi protein dan mengakibatkan koagulasi yang membebaskan air (Tarigan *et al.*, 2016).

b. Metode Marinasi

Terdapat berbagai metode untuk mengaplikasikan marinasi pada daging termasuk *immersion*, *injection*, *tumbling*, atau dengan mengkombinasikan metode-metode tersebut (Bauermeister & McKee, 2005 dalam Khan *et al.*, 2016).

i. *Immersion*

Immersion dilakukan dengan merendam daging dalam larutan *marinade*. Dengan menggunakan metode ini akan membuat larutan masuk (terserap) ke dalam daging dengan mekanisme difusi (Gamage *et al.*, 2017).

ii. *Injection*

Injection dilakukan menyuntikkan larutan *marinade* ke dalam daging dengan menggunakan jarum atau probe hingga *marinade* menyebar ke dalam daging (Alvarado & McKee, 2007 dalam Gamage *et al.*, 2017). Marinasi *Injection* mempunyai kelebihan yaitu relatif lebih konsisten saat diaplikasikan pada produk berskala besar dan kompleks dan dari segi penghematan tenaga kerja dan kecepatan marinasi (Bauermeister & McKee, 2005)

iii. *Tumbling*

Tumbling dilakukan dengan mengguling-gulingkan daging di dalam drum yang terdapat pengaduk (dayung) besi di dalamnya (Kim *et al.*, 2012 dalam Gamage, *et al.*, 2017). Marinasi dengan metode *tumbling* memiliki kemampuan marinasi untuk jumlah besar dan produk dengan berbagai jenis dan ukuran (Bauermeister & McKee, 2005).

c. Waktu dan Suhu marinasi

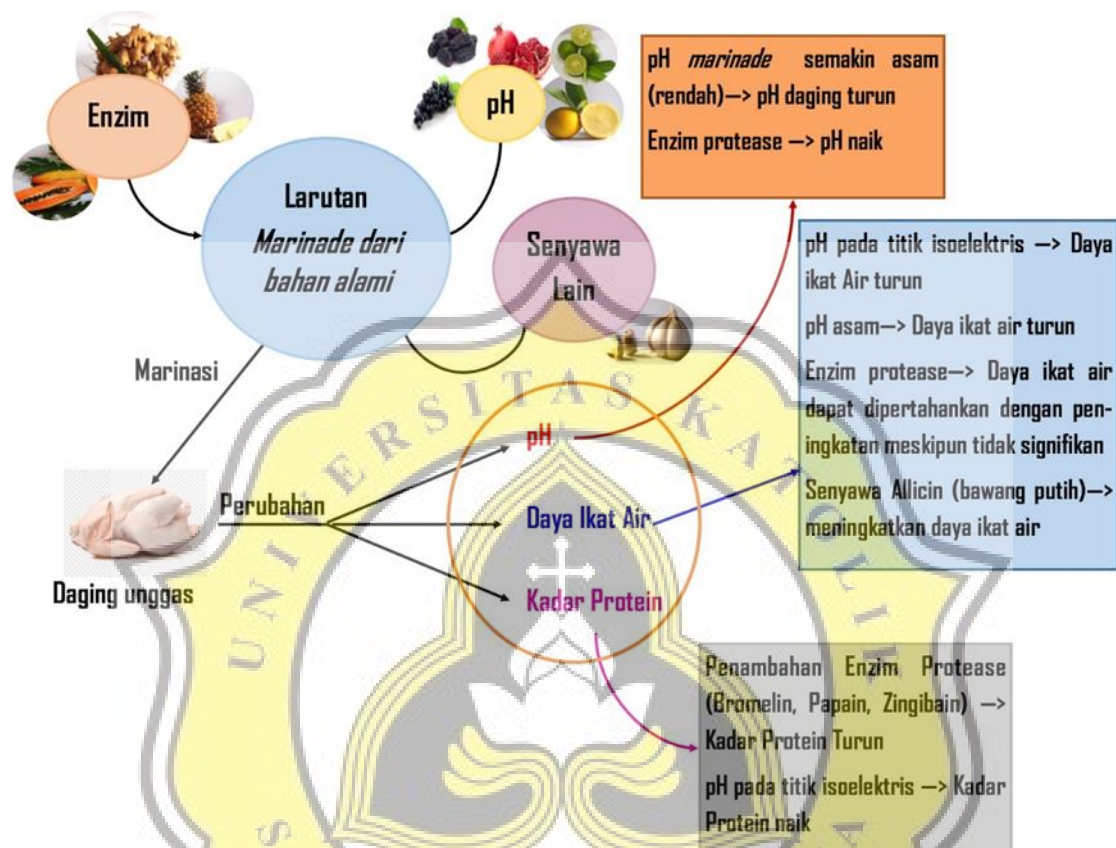
Lama waktu penahanan (*holding time*) saat marinasi selama 4 -12 jam menyebabkan lebih banyak larutan *marinade* yang masuk ke dalam daging sehingga pH daging akan meningkat (Gamage *et al.*, 2017). Suhu marinasi juga dapat mempengaruhi efektifitas. Suhu marinasi dapat menjadi faktor yang mempengaruhi kinerja senyawa yang terdapat pada bahan *marinade* yang digunakan. Apabila suhu rendah maka dapat menyebabkan reaksi enzimatik akan berlangsung lebih lambat (Wurhayati, 2004 dalam Arni *et al.*, 2016).

4.4.3. Penggunaan Marinasi dalam Pengolahan Pangan

Marinasi dalam pengolahan pangan bertujuan untuk memperbaiki keempukan, *juiciness*, flavor, warna, dan *cooking yield* dari daging dan daging unggas (GuerreroLegarreta & Hui, 2010 dalam Khan *et al.*, 2016). Selain itu juga marinasi bertujuan untuk memperbaiki penampilan, kualitas, dan masa simpan daging (Sheard & Tali, 2004; Latif, 2011 dalam Gamage *et al.*, 2017). Marinasi bertujuan untuk memperbaiki keempukan

dan *juiciness* dari daging dengan meningkatkan daya ikat airnya (Alvarado & McKee, 2007 dalam Gamage *et al.*, 2017).

4.5. Penggunaan Bahan Alami Untuk Marinasi



Bagan 4. Pengaruh Penggunaan Bahan Alami pada Marinasi terhadap pH, Daya Ikat Air dan Kadar Protein

4.5.1. Rempah-Rempah

Jahe (*Zingiber officinale* Roscoe) adalah salah satu rempah yang memiliki banyak manfaat dan kegunaan yaitu sebagai bumbu, obat tradisional, bahan minuman dan makanan (Devy & Nawfetriyas, 2012). Jahe mengandung asam organik (malat, oksalat), borneol, gingerol, felandren, damar (resin), minyak atsiri (0,5 - 5,6%), karbohidrat (20-60%), kamfer, zingiberen, zingiberol, zingiberin, sineol, dan vitamin (A, B1, dan C) (Kawiji *et al.*, 2011). Pada jahe terdapat senyawa fenolik yaitu shogaol dan gingerol (Battarai *et al.*, 2001 dalam Palupi *et al.*, 2016). Gingerol merupakan senyawa fenil alkil keton turunan dari vanillin (Anggista *et al.*, 2019). Jahe mengandung enzim zingibain, kurkumen, bisabolene, gingerol, resin pahit, dan filandrena (Agromedia, 2008

dalam Fadhila & Darmawati, 2017). Enzim Zingibain merupakan enzim protease yang dapat menghidrolisis protein dalam daging sehingga daging dapat menjadi lebih lunak.



Gambar 1. Jahe
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Klasifikasi ilmiah Jahe:

Kingdom : *Plantae*
 Divisi : *Spermatophyta*
 Subdivisi : *Angiospermae*
 Kelas : *Monocotyledonae*
 Ordo : *Zingiberales*
 Famili : *Zingiberaceae*
 Sub family : *Zingiberoidae*
 Genus : *Zingiber*
 Spesies : *Zingiber officinale*

(Rukmana, 2000 dalam Fadhila & Darmawati, 2017).

Bawang putih (*Allium sativum* L) adalah umbi dari tanaman *Allium sativum* L., yang berasal dari famili *Amaryllidaceae*, biasanya digunakan sebagai bumbu masakan untuk daging yang dikalengkan, sup, saus dan lainnya (Hendra, 2017). Bawang putih juga mengandung senyawa aktif berupa flavonoid, polifenol, saponin, alkaloid dan kuinon (Wijayanti & Rosyid, 2015 dalam Wijayanti *et al.*, 2017). Bawang putih mengandung minyak volatil sekitar 0.2% yang terdiri dari 60% dialil disulfida, 20% dialil trisulfida,

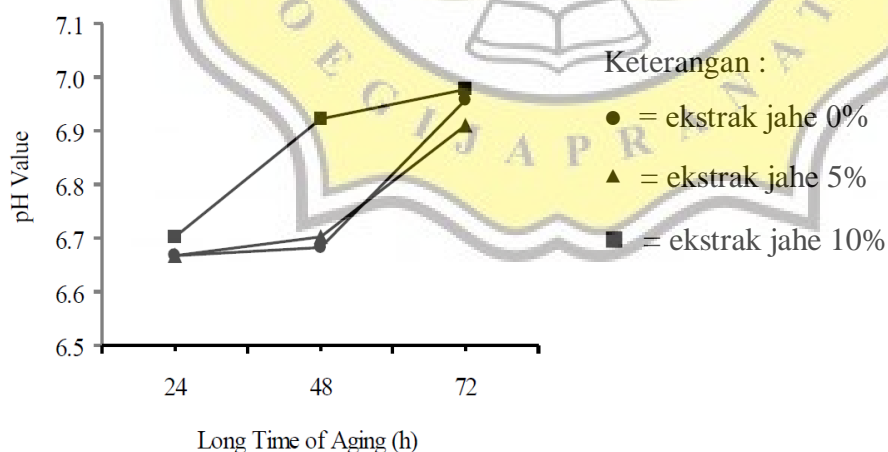
6% alil propil disulfida, dan sejumlah kecil *allicin*, dialil polisulfida dan dietil disulfida (Hendra, 2017).



Gambar 2. Bawang Putih
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

4.5.1.1.pH Daging

Kenaikan pH terjadi pada penelitian Kumar *et al.*, (2017) dan Suryanti *et al.* (2015) dengan penambahan ekstrak jahe pada marinasi daging unggas. Pada penelitian Muthulakshmi *et al.*, (2018) yang dapat dilihat di tabel 4. juga menunjukkan kenaikan pH meskipun tidak terlalu signifikan dari 6,08 menjadi 6,12 setelah pemberian enzim Jahe 0.5%. Pada gambar 3. dapat dilihat bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak jahe yang digunakan pada daging itik oleh Suryanti *et al.* (2015) menyebabkan nilai pH daging semakin naik.



Gambar 3. Grafik pH Daging Itik Marinasi dengan Ekstrak Jahe (Suryanti *et al.*, 2015)

Jahe mengandung senyawa fenolik yang bersifat alkali, sehingga pH pada daging itik terpengaruh oleh pH dari ekstrak jahe yang digunakan (Suryanti *et al.*, 2015). Kenaikan pH juga dapat disebabkan oleh degradasi protein termasuk ammonia dan menghasilkan senyawa trimetilamin, degradasi protein terjadi karena enzim protease (zingibain) pada jahe yang dapat memecah protein (Suryanti *et al.*, 2015). Sehingga semakin tinggi konsentrasi ekstrak jahe yang digunakan maka semakin tinggi juga pH daging itik (Suryanti *et al.*, 2015). Semakin lama waktu marinasi dengan ekstrak jahe juga akan semakin meningkatkan pH dari daging. Pada penelitian sebelumnya pada penggunaan jahe untuk marinasi daging itik yang pernah dilakukan oleh He *et al.*, (2015) menunjukkan bahwa pH daging itik mengalami peningkatan, akan tetapi peningkatan yang tidak terlalu signifikan. Peningkatan pH ini dapat disebabkan karena pH ekstrak jahe yang relatif tinggi (He *et al.*, 2015).

Sedangkan untuk penggunaan blend Bawang putih yang dilakukan oleh Pratama *et al.*, (2018), mengalami penurunan pH tetapi tidak terlalu signifikan, sehingga penambahan bawang putih belum dapat mempengaruhi secara nyata pH daging ayam (Pratama *et al.*, 2018). Penurunan pH daging ayam broiler dengan penambahan blend Bawang putih yang tidak terlalu signifikan ini diduga disebabkan karena bawang putih yang mempunyai pH yang tidak terlalu jauh dari pH daging ayam broiler tanpa penambahan bawang putih (kontrol), pH Bawang putih yaitu 5.98 (Pratama *et al.*, 2018). Proses glikolisis yang terjadi pada glikogen daging setelah proses pemotongan akan menyebabkan penurunan pH daging karena menghasilkan asam laktat (Pratama *et al.*, 2018). Bawang putih mengandung *flavonoid*, *flavonoid* dapat mempengaruhi kinerja enzim termasuk enzim fosforilase yang dapat mempengaruhi laju glikolisis (Pratama *et al.*, 2018). Akan tetapi karena kandungan *flavonoid* pada bawang putih yang relatif sedikit sehingga tidak terlalu mempengaruhi laju glikolisis dan tidak menyebabkan perubahan yang signifikan pada pH akhir daging (Pratama *et al.*, 2018).

Penggunaan bawang putih untuk marinasi daging unggas oleh Nurohim *et al.*, (2013) yaitu pada daging itik dengan perlakuan penambahan yang berbeda yaitu jus bawang putih, *blend* bawang putih, dan *crush* bawang putih. Ketiga perlakuan penambahan bawang putih sama-sama menyebabkan penurunan pH daging itik dibandingkan pH

daging itik kontrol (tanpa penambahan bawang putih), dengan pH daging itik terendah pada penggunaan *blend* bawang putih, penurunan pH disebabkan oleh pH bawang putih yang asam, pH *crush* bawang putih, jus bawang putih, dan *blend* bawang putih secara berturut-turut adalah 5.93; 5.91; 5.98 sedangkan pH daging itik segar 6.01 (Nurohim *et al.*, 2013). *Blend* bawang putih juga memiliki pH yang tinggi juga karena kandungan airnya yang tinggi sehingga lebih mudah untuk masuk kedalam daging (Nurohim *et al.*, 2013).

4.5.1.2. Daya Ikat Air

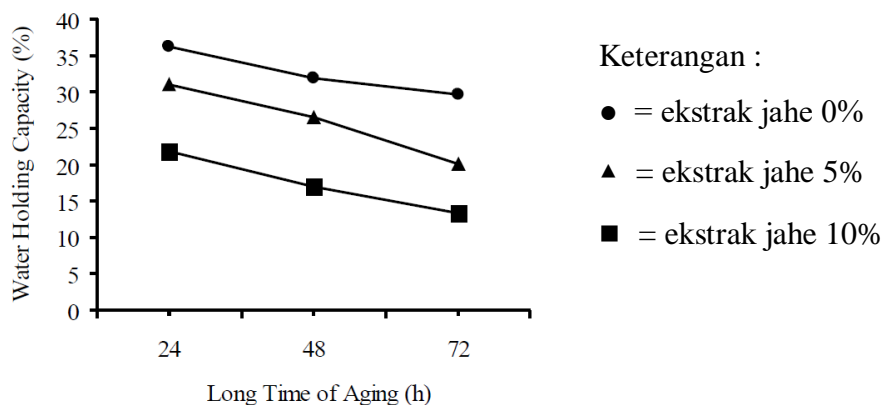
Daya ikat air pada Tabel 4. dapat dilihat bahwa daya ikat air tertinggi pada penelitian Pratama *et al.* (2018) dengan penggunaan *blend* bawang putih 12% yaitu 55.33%. Pada penggunaan 0%, 4% dan 8% *blend* bawang putih nilai daya ikat air yang relatif sama meskipun terdapat sedikit penurunan, tetapi kemudian mengalami peningkatan daya ikat air yang signifikan pada penggunaan konsentrasi 12%. pH daging yang tak terlalu berbeda antara penggunaan 0%, 4%, dan 8% sehingga daya ikat air relatif sama (Pratama *et al.*, 2018). pH merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kemampuan daya ikat air daging. pH dapat mempengaruhi penurunan pada daya ikat air karena apabila pH pada protein aktin dan miosin mendekati titik isoelektrik dari daging setelah fase post rigor maka jarak diantara filamen-filamen protein akan semakin kecil dan menyebabkan daya ikat air daging menjadi menurun karena kemampuan protein dalam mengikat air semakin lemah (Pratama *et al.*, 2018).

Kemampuan daya ikat air pada konsentrasi penggunaan *blend* bawang putih 0%, 4%, dan 8% mengalami penurunan juga dikarenakan karena penggunaan *blend* bawang putih dibawah 8% belum mampu untuk menghambat pertumbuhan bakteri (Pratama *et al.*, 2018). Kenaikan daya ikat air pada penggunaan *blend* bawang putih konsentrasi 12 %, karena dengan penggunaan konsentrasi 12% dapat menekan pertumbuhan dari bakteri, sehingga kerusakan pada protein daging juga semakin kecil dan daya ikat air dapat dipertahankan (Pratama *et al.*, 2018). Pada penelitian yang dilakukan oleh Nurohim *et al.*, (2013) yang menggunakan bawang putih untuk marinasi daging itik juga penggunaan *blend* bawang putih mempunyai daya ikat air yang paling tinggi dan juga daya ikat air meningkat dengan penambahan bawang putih. Pada bawang putih terdapat senyawa

bernama *allicin* yang dapat membunuh bakteri (Nurohim *et al.*, 2013) dan bakteri akan menggunakan protein sebagai sumber energi terutama bakteri proteolitik (Pratama *et al.*, 2018). Jika banyak protein yang dipecah oleh bakteri proteolitik maka daya ikat air juga akan menurun (Pratama *et al.*, 2018). Kemampuan daya ikat air daging dipengaruhi oleh perbedaan kelarutan protein pada otot daging (Nurohim *et al.*, 2013).

Pada tabel 4. daya ikat air dari daging ayam yang dimarinasi dengan ekstrak jahe dari penelitian yang dilakukan oleh Kumar *et al.* (2017) menunjukkan kenaikan, begitu juga daya ikat air daging pada penelitian penggunaan enzim jahe yang dilakukan oleh Muthulakshmi *et al.* (2018) yang mengalami peningkatan setelah penambahan enzim jahe. Pemberian enzim protease jahe (zingibain) akan melonggarkan mikrostruktur pada daging, sehingga akan semakin banyak air yang terserap dan daya ikat air akan meningkat (Soeparno, 1994 dalam Afrila & Santoso, 2011). Struktur membran sel yang mengalami degradasi secara enzimatik akan mengakibatkan ion-ion akan berdifusi kedalam wilayah di sekitar protein-protein di otot (Suantika *et al.*, 2017). Saat ion berdifusi ke dalam protein pada daging maka ion divalensi (misalnya Mg^{2+} dan Ca^{2+}) akan berganti dengan ion monovalen pada rantai protein (Akhadiyah & Santoso, 2011 dalam Suantika *et al.*, 2017), sehingga ion monovalen tersebut dapat mengikat air dan daya ikat air dapat dipertahankan (Suantika *et al.*, 2017).

Pada penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya pada daging domba juga menunjukkan bahwa penambahan jahe untuk marinasi dapat meningkatkan daya ikat air (Suantika *et al.*, 2017). Jika konsentrasi larutan jahe yang digunakan semakin tinggi, maka kandungan enzim Zingibain juga semakin banyak sehingga semakin banyak protein yang terhidrolisis (Kawiji *et al.*, 2011). Enzim protease berupa enzim zingibain yang terkandung pada jahe dapat merusak membran otot pada daging sehingga ion dapat berdifusi ke dalam protein daging (Suantika *et al.*, 2017).



Gambar 4. Grafik Daya Ikat Air Daging Itik Marinasi dengan Ekstrak Jahe (Suryanti *et al.*, 2015)

Sedangkan pada gambar 3. grafik daya ikat air pada penelitian yang dilakukan oleh Suryanti *et al.* (2015) menunjukkan penurunan daya ikat air yang tidak signifikan seiring dengan semakin tinggi konsentrasi ekstrak jahe yang ditambahkan dan semakin lama waktu marinasi. Perbedaan ini dapat disebabkan karena konsentrasi ekstrak jahe yang kecil sehingga ada kemungkinan bahwa dengan konsentrasi 5% dan 10% belum cukup untuk dapat menghidrolisis protein secara maksimal sehingga tidak dapat meningkatkan daya ikat air.

Perbedaan hasil ini juga dapat disebabkan karena pada penelitian Suryanti *et al.* (2015) menggunakan daging itik sedangkan pada penelitian Kumar *et al.* (2017) dan Muthulakshmi *et al.* (2018) menggunakan daging ayam petelur. Asam amino yang memiliki sifat hidrofilik atau dapat berikatan pada air pada daging ayam lebih banyak dibandingkan pada daging itik. Pada daging ayam terdapat asam amino lisin, asam glutamate dan asam aspartat, sedangkan pada daging itik terdapat asam amino lisin dan treonin. Asam amino polar/hidrofilik meliputi glutamin, asparagin, treonin, lisin, serin, histidin, arganin, asam glutamate, asam aspartat (Horovitz & Pasca, 2017). Daging itik memiliki kandungan asam amino non polar/ hidrofobik yang lebih tinggi seperti fenilalanin dan tirosin (6.01-8.08%), isoleusin (3.21-6.14%), leusin (7.67-8.45%) sistein (3.11-3.26%), triptofan (0.70-1.25%), dan valin (3.67-7.01%) (Wolosyzn *et al.*, 2006 dalam Huda *et al.*, 2011). Sehingga kemampuan mengikat air daging itik pada penelitian

Suryanti *et al.* (2015) lebih rendah dibandingkan Kumar *et al.* (2017) dan Muthulakshmi *et al.* (2018) yang menggunakan daging ayam.

4.5.1.3.Kadar Protein

Pada penelitian yang dilakukan Muthulakshmi *et al.* (2018) menunjukkan bahwa penambahan jahe menyebabkan kadar protein mengalami kenaikan walaupun tidak terlalu signifikan. Pada penelitian yang dilakukan Muthulakshmi *et al.* (2018) lama marinasi dengan enzim jahe lebih singkat jika dibandingkan dengan Kumar *et al.* (2017) dan Suryanti *et al.* (2015), sehingga larutan marinasi dengan enzim jahe belum terserap dan belum mampu menghidrolisis protein dengan maksimal. Pada penelitian Suryanti *et al.* (2015) juga terdapat sedikit kenaikan pada kadar protein, tetapi perubahannya tidak signifikan.

Marinasi dan lama proses perendaman dapat menyebabkan degradasi pada protein yang akan menghasilkan peptide dan senyawa nitrogen lain (Suryanti *et al.*, 2015). Senyawa nitrogen dari hasil degradasi masih terukur walaupun sudah tidak dalam bentuk protein, sehingga kadar protein meningkat (Suryanti *et al.*, 2015). Ekstrak jahe juga mempunyai peran pada kadar protein pada daging itik, karena pada jahe juga terkandung protein sebesar 12.212% (Suryanti *et al.*, 2015). Selain itu juga dapat disebabkan karena konsentrasi ekstrak jahe yang digunakan belum mampu menghidrolisis protein sehingga tidak terjadi perubahan yang signifikan pada kadar protein.

Sedangkan pada penelitian Kumar *et al.*, (2017) menunjukkan bahwa penambahan ekstrak jahe menyebabkan penurunan pada kadar protein yang signifikan. Penurunan kadar protein dikarenakan degradasi kolagen dan protein miofibril karena pengaruh enzim zingibain (Kumar *et al.*, 2017). Enzim protease (Zingibain) akan aktif dan menghidrolisa protein muskulus yang menyusun struktur pada daging, yaitu aktin dan miosin serta jaringan ikat yang terdiri dari kolagen, elastin, dan retikuler. Hidrolisis pada ikatan peptida akan menyebabkan peningkatan pada kelarutan protein karena struktur globular protein akan rusak, kandungan COO^- dan NH_3^+ akan bertambah dan berat molekul polipeptida atau protein akan berkurang (Wilson dan Walker, 2000 dalam

Witono, 2014). Apabila kelarutan protein meningkat maka semakin banyak protein yang larut dan keluar dari bahan.

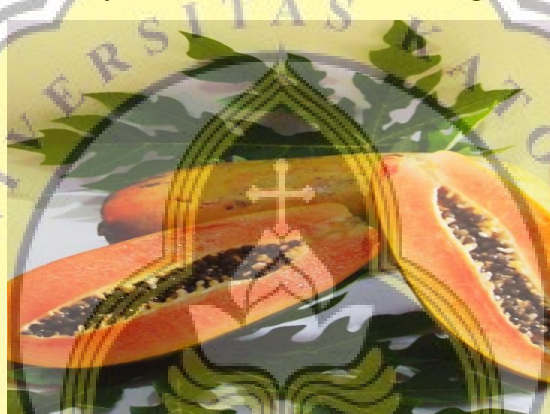
4.5.2. Buah-buahan (Marinasi Enzim)

Enzim protease (proteolitik) merupakan enzim yang dapat digunakan untuk meningkatkan keempukan pada daging (Tabrany, 2001 dalam Okfrianti, 2011). Enzim ini dapat menghidrolisis ikatan peptida pada protein menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti asam amino dan dipeptida (Demam, 1997 dalam Okfrianti, 2011). Enzim proteolitik dapat dibagi menjadi 4 kelompok yaitu protease asam, protease serin, protease sulfhidril, dan protease yang mengandung logam (Demam *et al.*, 2018). Enzim yang termasuk protease asam adalah pepsin, renin dan beberapa protease mikroba dan fungi (Demam *et al.*, 2018). Enzim yang termasuk protease serin adalah tripsin, thrombin, subtilisin, kimotripsin dan elastase (Demam *et al.*, 2018). Enzim yang termasuk protease yang mengandung logam adalah carboxypeptidase (Demam *et al.*, 2018). Enzim yang termasuk protease sulfhidril dari hewan adalah katepsin (Demam *et al.*, 2018). Bromelin, fisin, dan papain merupakan enzim protease yang didapatkan dari tanaman (Lukin, 2020). Sisi aktif pada enzim protease seperti bromelin, fisin dan papain terdapat kelompok histidin dan sistein yang diperlukan untuk aktivitas enzim (Demam *et al.*, 2018). Enzim ini memiliki pH optimum antara 6-7.5, dan stabil pada suhu 60-80°C (Demam *et al.*, 2018).



Gambar 5. Buah Nanas
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Nanas (*Ananas comosus*) mengandung beberapa zat gizi antara lain zat besi, dekstrosa, kalsium, vitamin A, fosfor, magnesium, sukrosa (gula tebu), natrium, kalium, dan enzim bromelin yang merupakan 95% campuran protease sistein (Sawano et al., 2008 dalam Hayat *et al.*, 2015). Pada semua jaringan tanaman nanas terdapat enzim bromelin, setengah dari protein yang terdapat dalam nanas mengandung protease berupa bromelin (Purwaningsih, 2017). Nanas yang masak mengandung sumber protease dengan konsentrasi tinggi dibandingkan buah lainnya (Purwaningsih, 2017). Enzim bromelin tahan terhadap panas dan dapat menghidrolisis protein (Hayat *et al.*, 2015). Enzim bromelin mampu menghidrolisis ikatan peptida yang terdapat pada protein menjadi molekul yang lebih sederhana yaitu asam amino (Purwaningsih, 2017).



Gambar 6. Pepaya
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Pepaya (*Carica papaya* L.) merupakan tanaman buah dari famili *Caricaceae* (Febjislami *et al.*, 2018). Buah pepaya mempunyai kandungan vitamin A, vitamin C dan 10% gula (Samson, 1980 dalam Febjislami *et al.*, 2018). Selain itu pada pepaya juga terdapat getah putih yang mengandung enzim proteolitik berupa enzim papain yang dapat ditemukan pada semua bagian tanaman pepaya (buah, batang, dan daun pepaya), kecuali pada bagian biji dan akar pepaya (Nuryati *et al.*, 2018). Kandungan enzim papain pada buah dan batang pepaya mencapai 50% (Nuryati *et al.*, 2018). Enzim papain memiliki berat molekul 21.000 dan terdiri dari 187 residu asam amino (Darwis & Sukara, E., 1990 dalam Kusumadजा & Dewi, 2005). Enzim papain mempunyai gugus fungsional sulfhidril dan dapat menghidrolisis ikatan peptida yang terdapat pada asam amino lisin dan glisin

(Kusumadjaja & Dewi, 2005). pH optimum enzim papain antara 5 – 7 dan suhu optimum antara 50°C – 65°C (Sumartha, 1990 dalam Kusumadjaja & Dewi, 2005).

4.5.2.1.pH Daging

Pada pH daging pada penelitian Ismanto & Basuki (2017) yang dapat dilihat pada tabel 5. Menunjukkan bahwa perubahan pH tidak terlalu berbeda nyata baik pada penggunaan ekstrak buah nanas maupun ekstrak buah pepaya. Perubahan yang tidak signifikan ini karena enzim papain pada buah pepaya tidak mengubah pH secara drastis (Belewa, 2002 dalam Ismanto & Basuki 2017). Aktivitas enzim akan menurun saat mendekati konsentrasi jenuh dari enzim dan percepatan hidrolisis dari substrat menjadi tetap (Sudrajat, 2003 dalam Ismanto & Basuki 2017). Pada penggunaan ekstrak nanas pada marinasi daging itik afkir dari penelitian yang dilakukan Novita *et al.* (2019) menunjukkan bahwa pH daging mengalami peningkatan seiring dengan semakin tinggi konsentrasi ekstrak nanas yang digunakan. Peningkatan pH terjadi karena enzim bromelin pada ekstrak nanas menyebabkan hidrolisis protein pada jaringan ikat menjadi bentuk yang lebih sederhana yaitu asam amino yang mempunyai sifat hidrofilik sehingga pH mengalami peningkatan (Novita *et al.*, 2019). Dapat dilihat pada tabel 5, penelitian yang dilakukan oleh Novita *et al.* (2019) penggunaan ekstrak nanas terbanyak yaitu 20 ml menyebabkan pH daging itik tertinggi yaitu 6.23. pH tinggi (6,2 – 7,2) akan mengakibatkan daging memiliki struktur padat dan tertutup, sehingga penetrasi air tidak sempurna (Buckle *et al.*, 1987; Maghfiroh *et al.*, 2016 dalam Novita *et al.*, 2019). Penggunaan nanas dan pepaya juga menghasilkan kenaikan pH daging pada penelitian Wahyuni (2018) yang pernah dilakukan sebelumnya dengan bahan yang dimarinasi adalah daging sapi. pH daging akan semakin meningkat apabila semakin banyak air yang terikat (Wahyuni, 2018).

Sedangkan pada penelitian Purnamasari *et al.* (2012) dan Purnamasari *et al.* (2012) penambahan ekstrak kulit nanas pada marinasi daging ayam petelur afkir menyebabkan penurunan pH yang signifikan. Penurunan pH ini disebabkan oleh hidrolisa protein yang terjadi akibat penambahan ekstrak kulit nanas (Purnamasari *et al.*, 2012). Ekstrak dari kulit nanas akan menembus membrane sitoplasma pada daging dan akan terdisosiasi menjadi H⁺ dan CH₃COOH (asam asetat), apabila semakin besar konsentrasi ekstrak kulit

nanas yang digunakan maka akan semakin banyak juga H^+ yang terbentuk sehingga pH akan semakin menurun (Purnamasari *et al.*, 2012). Selain itu penurunan pH juga dapat disebabkan oleh tingginya temperatur perendaman yaitu pada suhu $60^{\circ}C$ (Purnamasari *et al.*, 2014).

4.5.2.2. Daya Ikat Air

Berdasarkan tabel 5 pada penelitian yang dilakukan Ismanto & Basuki (2017) menunjukkan bahwa penambahan ekstrak buah nanas dan ekstrak buah pepaya memberikan kenaikan pada daya ikat air meskipun tidak signifikan. Menurut Ismanto & Basuki (2017) perubahan yang tidak signifikan ini karena buah nanas dan pepaya yang digunakan adalah buah yang masih muda. Buah nanas tua mengandung enzim bromelin 0,060–0,080%, sedangkan nanas muda mengandung enzim bromelin 0,040 – 0,060 % (Ferdiansyah, 2005 dalam Ismanto & Basuki 2017). Kandungan enzim protease pada buah nanas dan pepaya yang masih muda tidak terlalu tinggi, sehingga kenaikan daya ikat air tidak signifikan karena protein yang terhidrolisis tidak terlalu banyak. Kandungan enzim protease yang terdapat pada nanas dan pepaya dapat memecah protein dengan memotong ikatan struktur protein jaringan ikat sehingga mikrostruktur daging menjadi renggang dan terdapat banyak ruang yang akan menyebabkan terikatnya air dari luar (Wahyuni, 2018). Kenaikan daya ikat air juga dapat disebabkan karena semakin tinggi kadar larutan marinasi yang digunakan sehingga semakin banyak air yang masuk kedalam daging dan berikatan dengan protein. Transpor pasif terjadi secara perlahan-lahan dari bahan *marinade* ke dalam daging yang terjadi secara osmosis (BROOKS, 2011 dalam Nurwantoro *et al.*, 2012). Jadi semakin banyak larutan marinade yang digunakan maka air yang terikat akan semakin tinggi.

Sedangkan pada penelitian Purnamasari *et al.* (2012) menunjukkan bahwa penambahan ekstrak kulit nanas pada daging ayam menyebabkan penurunan daya ikat air yang signifikan. Penurunan daya ikat air ini dapat disebabkan karena penurunan pH pada otot yang akan menyebabkan kontraksi aktomiosin meningkat sehingga cairan akan keluar dari dalam daging (Purnamasari *et al.*, 2012). Selain itu juga dapat disebabkan karena temperatur perendaman yang tinggi pada penelitian Purnamasari *et al.* (2012). Pada suhu $45^{\circ}C$ - $75^{\circ}C$ akan terjadi penurunan yang signifikan pada daya larut protein dan kenaikan

hidrofobisitas dari protein daging (Zayas, 1997). Pada temperatur tinggi penurunan pH otot pasca mortem akan lebih cepat sehingga kemampuan mengikat air akan menurun karena protein otot terdenaturasi dan air akan berpindah ke ruang ekstraseluler (Lawrie, 2003 dalam Purnamasari *et al.*, 2012). Denaturasi pada protein akan menyebabkan putusya interaksi hidrofobik, ikatan garam, ikatan hidrogen dan lipatan molekul akan terbuka (Winarno, 2004 dalam Meiriza *et al.*, 2016). Air berikatan dengan protein ditahan oleh ikatan hidrogen, interaksi antara molekul air dan kelompok hidrofilik pada rantai samping protein dilakukan melalui ikatan hidrogen (Zayas, 1997).

4.5.2.3.Kadar Protein

Berdasarkan tabel 5 pada penelitian yang dilakukan Krisnaningsih & Yulianti (2018) menunjukkan bahwa penambahan kombinasi ekstrak nanas dan ekstrak pepaya menyebabkan penurunan kadar protein yang signifikan pada berbagai kombinasi konsentrasi yang digunakan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Novita *et al.* (2019) juga menunjukkan bahwa penambahan ekstrak nanas menyebabkan penurunan kadar protein seiring dengan meningkatnya kadar ekstrak nanas yang ditambahkan. Protein mengalami hidrolisis karena penambahan enzim protease, kadar protein akan menurun karena enzim protease yang terdapat pada ekstrak nanas dan ekstrak pepaya menyebabkan protein terdegradasi menjadi bentuk yang lebih sederhana (Krisnaningsih & Yulianti, 2018). Enzim papain dapat memecah protein menjadi bentuk yang lebih sederhana (asam amino) dan membuat protein sarkomer terdegradasi yang akan mempengaruhi keempukan daging (Gerelt dkk, 2000 dalam Krisnaningsih & Yulianti, 2018). Enzim bromelin mempunyai fungsi yang hampir sama dengan enzim papain yaitu sebagai enzim protease untuk memecah molekul-molekul protein dengan memotong ikatan struktur protein yang terdapat di jaringan ikat (Krisnaningsih & Yulianti, 2018).

Penurunan kadar protein ini dikarenakan degradasi pada struktur protein atau dapat disebabkan oleh proteolisis kolagen menjadi hidroksiprolin yang akan menghasilkan fragmen protein yang memiliki rantai peptida lebih pendek (Novita *et al.*, 2019). Semakin banyak proteolisis yang terjadi maka semakin banyak pula protein yang terlarut sehingga kadar protein menurun (Novita *et al.*, 2019). Enzim protease akan mengkatalisis pemecahan ikatan peptida dengan reaksi hidrolisis pada protein, polipeptida dan peptida

menjadi molekul yang lebih sederhana seperti asam amino dan peptida rantai pendek (Naiola & Widyastuti, 2002 dalam Novita *et al.*, 2019). Degradasi yang terjadi pada protein akan membentuk asam amino dan ikatan-ikatan peptide sehingga jaringan ikat daging akan berubah menjadi senyawa lebih sederhana seperti oligopeptida (*balanine*, *anserine*, dan *carnosine*) (Zulfahmi *et al.*, 2014).

Sedangkan pada penelitian Purnamasari *et al.* (2014) menunjukkan bahwa penambahan ekstrak kulit nanas menyebabkan peningkatan yang signifikan pada kadar protein daging ayam. Peningkatan kadar protein dikarenakan ion sulfat yang terdapat ekstrak kulit nanas menyebabkan larutan perendaman memiliki suasana yang asam dan saat protein terkena asam maka akan menggumpal (Purnamasari *et al.*, 2014). Selain itu juga dapat disebabkan karena daging ayam direndam pada larutan perendam yang memiliki suhu tinggi 60°C, sehingga terjadi denaturasi protein yaitu pengembangan rantai polipeptida yang terjadi karena gugus reaktif rantai polipeptida terbuka (Winarno, 1992 dalam Purnamasari *et al.*, 2014). Selanjutnya gugus reaktif yang berdekatan atau sama akan terikat kembali, saat unit ikatan yang terbentuk sudah cukup banyak maka protein tidak terdispersi lagi sebagai koloid dan akan menggumpal (koagulasi) (Purnamasari *et al.*, 2014).

Pemanasan dengan suhu lebih tinggi dari 40-50°C, maka kelarutan protein akan mengalami penurunan (Zayas, 1997). Pemanasan dan denaturasi protein menjadi penyebab penurunan kelarutan protein (Zayas, 1997). Kadar protein meningkat karena kelarutan protein menurun, dan juga terdapat beberapa enzim protease yang terserap, sehingga kandungan protein pada enzim ikut terhitung. Beberapa enzim hanya mengandung protein, tetapi kebanyakan enzim juga mengandung protein dan komponen non-protein seperti karbohidrat, fosfat, lipid, dan logam (Demam *et al.*, 2018).

4.5.3. Buah-buahan (Marinasi Asam)



Gambar 7. Lemon
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Buah lemon (*Citrus limon*) mengandung asam sitrat, vitamin C, minyak atsiri, polifenol, bioflavonoid, flavonoid, kumarin, dan minyak-minyak volatil yang terdapat pada bagian kulit buah lemon seperti limonen ($\pm 70\%$), β -pinen, α -pinen, α -terpinen, polifenol dan kumarin (Nizhar, 2012 dalam Krisnawan *et al.*, 2017). Lemon memiliki kandungan asam sitrat sebanyak 3,7% dan 40-50 mg / 100 g vitamin C (Kristanto, 2013 dalam Trisnawati *et al.*, 2019). Kandungan asam sitrat pada lemon memiliki pH yang rendah yaitu 2.74 (Manner *et al.* 2006 dalam Trisnawati *et al.*, 2019).



Gambar 8. Jeruk Nipis
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Jeruk nipis (*Citrus aurantifolia s.*) mengandung beberapa senyawa yaitu asam sitrat, vitamin B1 dan C, asam amino (lisin, triptofan), asam sitrun, minyak atsiri (sitral, lemon kamfer, limonen, aktilaldehid, kadinen, felandren, granil asetat, nonilaldehid, linalil asetat),

glikosida, damar (resinae), lemak (Saturated fat, Polyunsaturated fat, Monounsaturated fat), fosfor (Fosforus), kalsium (Calcium), belerang (Sulfur), besi (Anna, 2012 dalam Lestari *et al.*, 2018). Kandungan asam sitrat pada jeruk nipis sebanyak 7-7,6% (Lestari *et al.*, 2018). Asam sitrat yang terdapat pada jeruk nipis memiliki pH asam yaitu 2,48-2,5 (Rochmah *et al.*, 2014).

4.5.3.1.pH Daging

Berdasarkan tabel 6. menunjukkan bahwa penggunaan jus lemon untuk marinasi daging ayam petelur yang dilakukan Kumar *et al.*, (2017) dan Augustyńska-Prejsnar *et al* (2019) menyebabkan penurunan pH. Begitu juga dengan penggunaan jeruk nipis sebagai marinasi yang dilakukan oleh Mohammed *et al.*, (2017). Penurunan pH dapat disebabkan karena kandungan asam sitrat yang terdapat pada jeruk lemon dan jeruk nipis. pH hasil perasan Lemon murni memiliki pH 2.46, akan tetapi pada penelitian yang dilakukan Augustyńska-Prejsnar *et al* (2019) untuk marinasi daging ayam, hasil perasan Lemon dicampur dengan air suling hingga pHnya menjadi 4.53. Sehingga penurunan pH daging ayam pada penelitian Augustyńska-Prejsnar *et al* (2019) tidak terlalu drastis, karena pH *marinade* yang digunakan tidak terlalu jauh dari pH daging ayam. Menurut Augustyńska-Prejsnar *et al* (2019) pH daging tergantung pada pH dari larutan *marinade*.

Dapat dilihat juga pada penelitian yang dilakukan oleh Ünal *et al.* (2020) pada tabel 6. pH daging ayam maupun daging kalkun mengalami penurunan dengan penambahan jus anggur hitam, jus murbei hitam, dan jus delima. Ketiga jenis buah tersebut tergolong dalam marinasi asam dikarenakan larutan *marinade* mempunyai pH rendah, sehingga pH daging menurun. pH larutan *marinade* jus anggur hitam adalah 3.86, jus black mulberry adalah 3.96, dan jus delima adalah 3.19 (Ünal *et al.*, 2020). Penggunaan jus delima dapat menyebabkan nilai pH daging menurun dikarenakan pHnya yang asam (Firuzi *et al.*, 2019 dalam Ünal *et al.*, 2020). pH rendah Penurunan pH daging juga terjadi pada penelitian sebelumnya pada penggunaan asam sitrat dan juga jeruk citrus (Aktas & Kaya 2001; Burke & Monahan 2003; Önenç *et al.* 2004 dalam Serdaroglu *et al.*, 2007). Pada penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Serdaroglu *et al.*, (2007) juga menghasilkan pH yang semakin rendah seiring dengan penambahan asam sitrat dan jus anggur.

4.5.3.2. Daya Ikat Air

Dapat dilihat pada tabel 6 daya ikat air pada penggunaan lemon yang dilakukan oleh Kumar *et al.*, (2017) menunjukkan peningkatan dengan penambahan jus lemon. Peningkatan daya ikat air juga terjadi pada penelitian yang dilakukan Augustyńska-Prejsnar *et al* (2019). Pada penelitian Kumar *et al.*, (2017) dan Augustyńska-Prejsnar *et al* (2019) menunjukkan pH rendah setelah perlakuan marinasi memberikan efek positif pada tekstur dan meningkatkan daya ikat air dan kadar air. Kemampuan protein dalam mengikat air lebih baik saat diatas atau dibawah titik isoelektrik (Ergezer & Gokce, 2011 dalam Hosseini & Esfahani Mehr, 2015).

Lemon memiliki kandungan minyak atsiri didalamnya. Minyak atsiri dapat digunakan sebagai antibakteri (Septinova *et al.*, 2018). Sehingga apabila diberikan penambahan ekstrak lemon maka semakin rendah pertumbuhan bakteri dan daya ikat air akan meningkat. Bakteri akan menggunakan protein sebagai sumber energi terutama bakteri proteolitik (Pratama *et al.*, 2018). Jika jumlah bakteri menurun dengan keberadaan minyak atsiri pada lemon sebagai antibakteri, maka protein akan meningkat dan semakin tinggi daya ikat air dari daging. Ion H^+ akan bertambah dengan pemberian ekstrak buah-buahan yang mengandung asam. Daya ikat air dapat meningkat dengan penambahan asam atau alkali, karena akan meningkatkan protein yang bermuatan positif atau protein yang bermuatan negatif sehingga akan meningkat juga sifat tolak menolak pada protein bermuatan.

Akan tetapi dapat dilihat pada penelitian Mohammed *et al.*, (2017) daya ikat air pada daging ayam yang dimarinasi dengan jeruk nipis yang menggunakan metode filter press untuk mengetahui daya ikat air mengalami penurunan. Begitu juga daya ikat air pada daging ayam dan daging kalkun pada penelitian Ünal *et al.* (2020) yang juga mengalami penurunan juga dengan penambahan jus anggur hitam, jus murbei hitam, dan jus delima. Pada penelitian Mohammed *et al.*, (2017) dapat dilihat bahwa daya ikat air setelah penambahan jeruk nipis menghasilkan luas lingkaran yang lebih besar pada kertas saring (daya ikat air semakin rendah). Penurunan daya ikat air ini dikarenakan penggunaan pH rendah untuk marinasi yang menyebabkan berkurangnya kemampuan mengikat air (Mohammed *et al.*, 2017).

Perubahan Irreversible yang terjadi pada pH dibawah 4.5, setelah dimarinasi dengan asam organik lemah atau garam menyebabkan penurunan daya ikat air (Alvarado & McKee, 2007 dalam Mohammed *et al.*, 2017). Penurunan daya ikat air disebabkan karena penurunan pH daging karena penambahan ketiga jenis jus buah tersebut (Ünal *et al.*, 2020). Semakin rendah pH asam yang digunakan dapat menyebabkan denaturasi protein sarkoplasma dan miofibril yang mungkin mempengaruhi kemampuan mengikat air (Hosseini & Esfahani Mehr, 2015). Pada otot terdapat protein sarkoplasma yang pada suasana asam akan mudah rusak dan pada pH isoelektrik akan kehilangan daya ikat air (Ismanto & Basuki, 2017). Penurunan daya ikat air ini dapat disebabkan oleh penurunan pH sehingga kelompok protein reaktif untuk mengikat air juga menurun, denaturasi protein sarkoplasma dapat menurunkan daya ikat air (Ketnawa & Rawdkuen 2011). Semakin dekat pH daging dengan titik isoelektrik dari protein maka semakin menurun juga jumlah molekul air yang berikatan dengannya (Serdaroglu *et al.*, 2007 dalam Hosseini & Esfahani Mehr, 2015). Saat pH daging pada titik isoelektrik maka jumlah gugus reaktif bermuatan positif dan gugus reaktif bermuatan negatif yang terdapat pada protein otot sama, sehingga gugus-gugus reaktif tersebut cenderung akan saling tarik menarik dan hanya gugus lainnya yang tersisa yang akan mengikat air (Aberle *et al.*, 2001 dalam Dewi, 2013). Pada titik isoelektrik protein menjadi bersifat hidrofobik (Simangunsong *et al.*, 2016).

Perbedaan ini dapat disebabkan karena larutan marinasi jus anggur hitam, jus murbei hitam, dan jus delima dengan konsentrasi 100% pada penelitian Ünal *et al.* (2020) memiliki pH yaitu 3.86, 3.96 dan 3.19, pH lebih rendah jika dibandingkan dengan jus lemon pada penelitian Augustyńska-Prejsnar *et al* (2019) yang pHnya dibuat menjadi 4.53. Sehingga dengan pH yang lebih rendah denaturasi protein yang terjadi lebih besar dan kemampuan mengikat airnya juga menurun. Selain itu juga waktu marinasi pada penelitian Ünal *et al.* (2020) lebih lama jika dibandingkan dengan penelitian Augustyńska-Prejsnar *et al* (2019) dan Kumar *et al.*, (2017) sehingga penyerapan marinasi asam lebih besar dan semakin tinggi denaturasi protein.

4.5.3.3.Kadar Protein

Pada tabel 6. Dapat dilihat pada penelitian marinasi dengan pemberian jus lemon yang dilakukan oleh Kumar *et al.*, (2017) menunjukkan bahwa kadar protein mengalami penurunan yang signifikan. Pada penelitian Augustyńska-Prejsnar *et al.* (2019) juga menunjukkan bahwa penambahan jus lemon menyebabkan penurunan pada kadar protein. Penurunan ini disebabkan karena meningkatnya kadar air (Kumar *et al.*, 2017; Augustyńska-Prejsnar *et al.*). Penurunan ini juga dapat disebabkan karena degradasi dari kolagen dan protein miofibril oleh asam sitrat (Kumar *et al.*, 2017; Augustyńska-Prejsnar *et al.*).

Sedangkan pada pemberian jeruk nipis pada marinasi daging unggas yang dilakukan oleh Mohammed *et al.*, (2017) menunjukkan bahwa kadar protein mengalami peningkatan yang signifikan. Perbedaan pengaruh keduanya meskipun sama-sama marinasi asam dapat disebabkan karena perbedaan pengaruhnya terhadap pH daging. Penambahan asam akan menyebabkan denaturasi protein. Denaturasi protein akan menyebabkan sifat fungsional protein mengalami penurunan termasuk daya ikat protein, akan tetapi denaturasi protein tidak mempengaruhi kadar protein. Denaturasi protein yang terjadi pada protein daging (miofibril dan sarkoplasma) tidak akan mempengaruhi jumlah protein daging karena yang terjadi adalah perubahan intramuscular oleh hidrolisis rantai peptida (Lawrie, 1979 dalam Meiriza *et al.*, 2016).

Perbedaan hasil antara penggunaan lemon dan jeruk nipis ini dapat disebabkan karena kandungan asam sitrat pada jeruk nipis lebih tinggi dibandingkan dengan lemon dan juga dapat disebabkan karena penggunaan konsentrasi yang berbeda. Saat ditambahkan asam maka akan terjadi penambahan ion H^+ yang akan menyebabkan protein menjadi netral dan mencapai pH isoelektrik (Simangunsong *et al.*, 2016). Pada pH isoelektrik maka kelarutan protein akan menurun sehingga kadar protein meningkat.

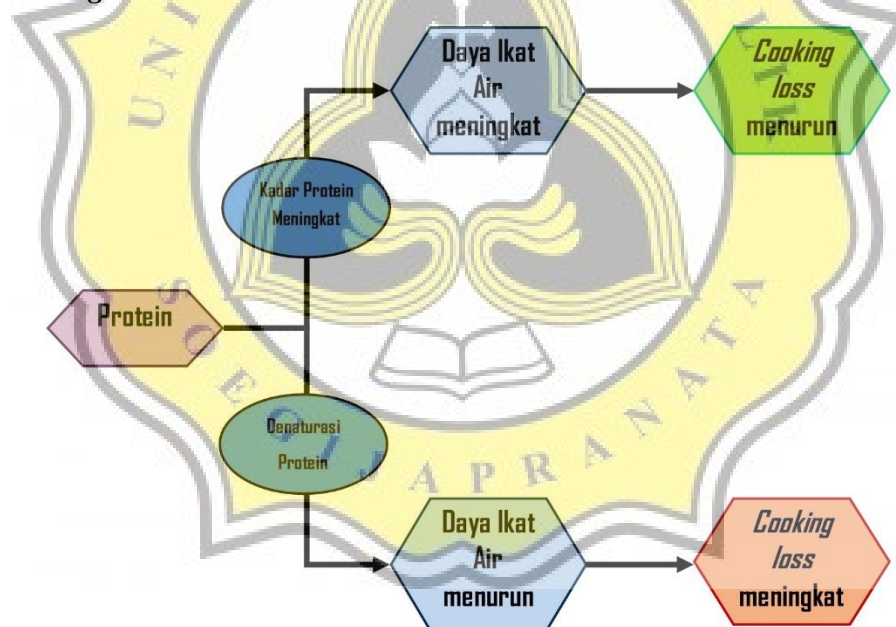
4.6.Hubungan Protein dan Daya Ikat Air dengan Parameter Kualitas Daging

4.6.1. Hubungan Antara Protein, Daya Ikat Air dan pH

Rendahnya daya ikat air dan pH berhubungan dengan denaturasi protein miofibril dan protein sarkoplasma dan penurunan kelarutan protein (Pietrzak *et al.*, 1997; Warner *et al.*,

1997; Joo *et al.*, 1999; Choi *et al.*, 2010; Chan *et al.*, 2011; Yin *et al.*, 2014 dalam Bowker & Zhuang, 2015). Semakin rendah pH maka daya ikat air semakin menurun. Apabila pH mengalami penurunan maka kontraksi aktomiosin semakin meningkat dan membuat cairan keluar dari dalam daging. Daya ikat air dan pH yang rendah biasanya diikuti dengan rendahnya protein sarkoplasma dan kelarutan protein total dibandingkan daging normal (Zhu *et al.*, 2012 dalam Bowker & Zhuang, 2015). Beberapa studi menunjukkan bahwa korelasi antara kelarutan protein sarkoplasma dan daya ikat air lebih tinggi dibandingkan dengan korelasi antara kelarutan protein miofibril dan daya ikat air pada ayam (Van Laack *et al.*, 2000 dalam Bowker & Zhuang, 2015). Tingkat Kelarutan protein dan pH yang lebih tinggi akan memberikan nilai daya ikat air yang lebih tinggi juga (Hatta *et al.*, 2006). Apabila kelarutan protein meningkat maka kadar protein daging semakin menurun, karena terdapat protein yang larut.

4.6.2. *Cooking Loss*



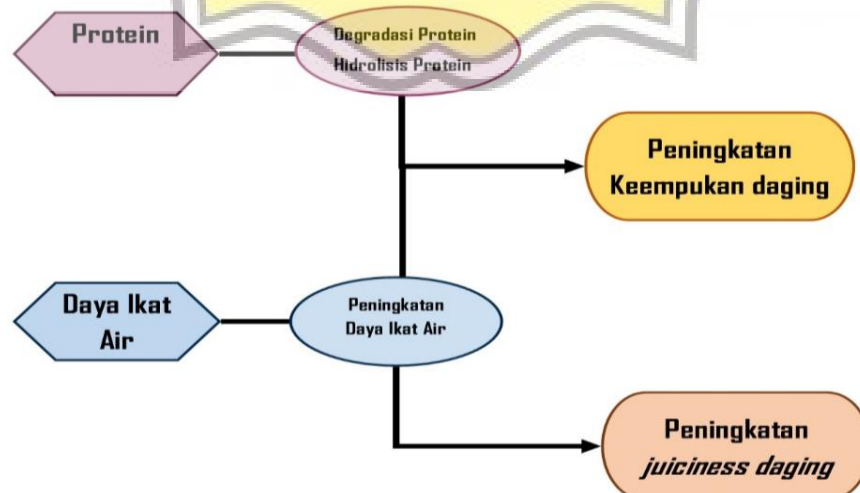
Bagan 5. Hubungan Protein dan Daya Ikat Air dengan *Cooking Loss*

Susut masak (*cooking loss*) memiliki hubungan yang erat dengan kandungan protein, *juiciness*, dan kemampuan daging dalam mengikat air (Soeparno, 2005 dalam Suryaningsih *et al.*, 2017). Susut masak (*cooking loss*) dipengaruhi beberapa faktor meliputi kerusakan membran seluler, kemampuan daging untuk mengikat air, degradasi protein, membran seluler dan banyaknya air yang keluar dari daging (Shanks *et al.*, 2002

dalam Komariah *et al.*, 2009). Hubungan daya mengikat air daging dengan susut masak, semakin besar daya mengikat air daging maka air yang keluar juga akan semakin sedikit sehingga (Komariah *et al.*, 2009). *Cooking loss* (susut masak) daging memiliki hubungan dengan daya ikat air (DIA), peningkatan daya ikat air diikuti dengan penurunan susut masak daging karena cairan terikat pada protein daging dan cairan yang keluar dari daging akan lebih sedikit (Soeparno, 2009 dalam Sundari, 2015).

Pada penelitian yang dilakukan Pratama *et al.* (2018) daging *broiler* yang diberi *blend* bawang putih mengalami peningkatan daya ikat air yang diikuti dengan penurunan *cooking loss*. Menurut Suradi (2006) penurunan susut masak dapat disebabkan oleh penurunan pH daging yang akan mengakibatkan rusaknya protein miofibril, sehingga kemampuan protein untuk mengikat air akan mengalami penurunan dan menyebabkan susut masak semakin besar. Sutinur *et al.*, (2015) juga menyatakan hal yang sama bahwa nilai pH yang rendah dapat menyebabkan denaturasi protein daging sehingga daya ikat air oleh protein semakin rendah, dengan demikian daya mengikat air rendah dan susut masak daging tinggi. Rohmah *et al.* (2018) juga menyatakan bahwa semakin lama tingkat denaturasi protein maka akan semakin meningkat juga susut masak dari daging sapi. Pada penelitian yang dilakukan Suryaningsih *et al.* (2017) juga menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar protein pada sosis sapi maka akan semakin rendah susut masaknya. Secara keseluruhan hubungan protein dan daya ikat air dengan *cooking loss* dapat dilihat pada bagan 6.

4.6.3. Tekstur

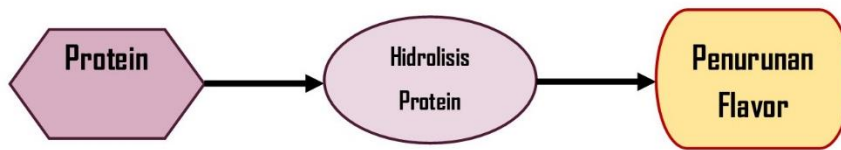


Bagan 6. Hubungan Protein dan Daya Ikat air dengan Tekstur Daging

Daya ikat air dan protein memiliki hubungan dalam mempengaruhi tekstur daging seperti yang terlihat pada bagan 5. Tekstur daging meliputi keempukan dan *juiciness*. Salah satu faktor utama yang dapat mempengaruhi keempukan daging adalah degradasi protein miofibril oleh enzim calpain (Lonergan *et al.*, 1996 dalam Komariah *et al.*, 2009). Pada penelitian yang dilakukan Suryanti *et al.*, (2015) penggunaan ekstrak jahe 5% dengan masa penyimpanan 48 jam menghasilkan daging yang paling empuk karena degradasi protein miofibril pada jaringan. Peningkatan keempukan disebabkan oleh enzim proteolitik pada jahe yang disebut zingibain, aktivitas proteolitik zingibain pada aktomiosin dan kolagen dapat mempengaruhi keempukan daging (Naveena *et al.*, 2004 dalam Suryanti *et al.*, 2015). Enzim papain dan bromelin yang dapat merombak protein menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga protein terhidrolisis dan menyebabkan tekstur daging lebih empuk (Rohmah, *et al.*, 2018). Saat protein daging terurai dan jaringan ikat terpecah maka akan memberikan tekstur lunak dan membuat daging menjadi empuk (Suantika *et al.*, 2017). Utami *et al.* (2014) juga mengatakan bahwa pengempukan daging terjadi karena hidrolisis protein, serabut otot dan jaringan ikat yang dihasilkan oleh jaringan lunak yang menjadi penyebab daging menjadi lebih empuk. Jaringan ikat, lemak, dan serat daging yang berhubungan dengan otot adalah komponen utama yang dapat mempengaruhi keempukan daging (Aberle *et al.*, 2001 dalam Komariah, *et al.*, 2009).

Selain itu daya ikat air juga dapat mempengaruhi tekstur daging. Daya ikat air dapat mempengaruhi kekenyalan daging, semakin menurun daya ikat air maka semakin menurun juga kekenyalan daging (Mohammed *et al.*, 2017). Daging dengan daya ikat air yang tinggi akan memiliki tekstur yang lebih empuk karena butiran – butiran lemak pada otot yang dapat mengikat air lebih banyak, sehingga ikatan pada otot akan lebih mudah terlepas (Soeparno, 2009 dalam Sundari, 2015). Seperti pada penelitian Augustyńska-Prejsnar *et al.* (2019) daging ayam yang diberi jus lemon mengalami peningkatan daya ikat air yang diikuti dengan peningkatan keempukan dan *juiciness* daging. Daging dengan daya ikat air yang lebih tinggi akan menyebabkan kandungan air pada daging yang hilang pada saat pemanasan lebih sedikit, sehingga *juiciness* pada daging lebih baik (Yusop *et al.*, 2010 dalam Augustyńska-Prejsnar *et al.*, 2019).

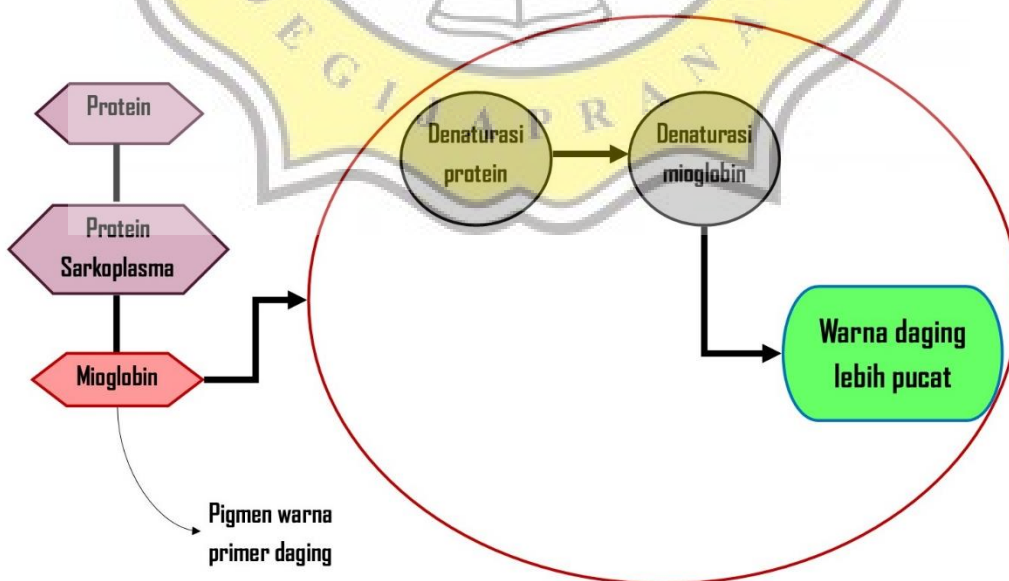
4.6.4. Flavor



Bagan 7. Hubungan Protein dan Flavor

Pada penambahan enzim protease akan menyebabkan terjadinya hidrolisis protein dan memecah protein menjadi bentuk yang lebih sederhana (asam amino dan peptida). Produk dari proses hidrolisis ini dapat menjadi sumber cita rasa dan juga pembangkit rasa gurih (Maga, 1998 dalam Witono, 2014). Rasa yang terdapat pada asam amino yaitu asam, manis, pahit dan netral (Nordisk dalam Anonim, 2000 dalam Witono, 2014). Pada penelitian Zulfahmi *et al.* (2013) menyatakan bahwa reaksi hidrolitik yang terjadi karena enzimatis pada penambahan ekstrak kulit nenas merupakan salah satu penyebab umum terjadinya penurunan flavor. Perubahan flavor ini terjadi karena formasi asam amino dan peptida dari protein, hidrolisis akan menyebabkan struktur protein berubah yang akan menyebabkan kemampuan interaksi flavor non protein pada bahan menurun dan akan lepas dari bahan (Witono, 2014).

4.6.5. Warna



Bagan 8. Hubungan protein dan warna daging

Pigmen warna primer pada daging adalah protein yang disebut mioglobin, yang berfungsi untuk menyimpan oksigen dalam jaringan otot (Parker, 2003). Mioglobin adalah penentu utama pada warna daging (Laksmi *et al.*, 2012). Mioglobin merupakan protein sarkoplasma yang terbentuk oleh rantai polipeptida tunggal terikat yang membawa oksigen (Soeparno, 1998 dalam Laksmi *et al.*, 2012). Protein sarkoplasma merupakan protein yang dapat diekstrak menggunakan air karena merupakan protein yang dapat larut dalam air atau dapat diekstrak menggunakan larutan garam dengan kekuatan ion yang rendah (Bintoro, 2008 dalam Laksmi *et al.*, 2012). Mioglobin dapat terdenaturasi apabila terlalu lama kontak dengan udara atau karena proses pemasakan (Parker, 2003). Seperti pada penelitian Mangalisu & Permatasari (2019) yang dimarinasi dengan kulit nanas bubuk, menghasilkan warna daging yang lebih pucat dengan penambahan bubuk kulit nanas. Ikatan mioglobin daging terurai oleh enzim bromelin, sehingga warna menjadi lebih pucat (Mangalisu & Permatasari, 2019). Pada penelitian yang dilakukan Serdaroglu *et al.* (2007) daging kalkun yang diberi jus anggur maupun asam sitrat memiliki warna yang lebih pucat dibandingkan kontrol. Menurut Serdaroglu *et al.* (2007) pada pH dan kekuatan ionik rendah maka protein otot akan membengkak dan pantulan cahaya akan berubah sehingga warna otot lebih pucat.

