

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tulang Kaki Ayam

Menurut Hasdar (2011) kaki ayam merupakan hasil ikutan pemotongan ayam yang pemanfaatannya terbatas karena dagingnya sedikit dan tinggi kandungan kulit serta tulangnya. Atmoko dan Pangestuti (2011) menyatakan bahwa tulang mempunyai banyak kegunaan antara lain kandungan fosfatnya digunakan untuk pupuk buatan, kalsium untuk komponen porselen, lemaknya untuk membuat lilin, sabun dan yang terutama adalah kandungan kolagen yang merupakan protein yang banyak terdapat di dalam tulang.

Menurut Soengkawati (1979) komposisi tulang ayam yaitu: air 1,8-44,3%, lemak 1,2-26,9%, kolagen 15,8-32,8%, dan zat anorganik 28,0-56,3%. Purnomo (1992) menyatakan bahwa komposisi kimia kaki ayam yaitu: kadar air 65,90%, protein 22,98%, lemak 5,60 %, abu 3,49% dan kandungan lainnya 2,03%. Baliand dan Bowes (1977) menambahkan bahwa tulang kaki ayam memiliki kandungan kolagen 9,07%, protein 17,40%, air 60,05%, abu 5,98% dan lemak 12,00%.

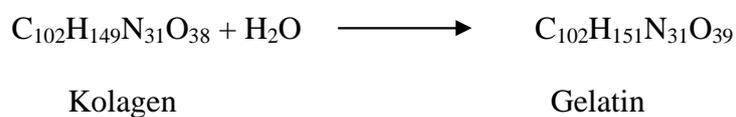
Menurut Okanovic *et al.* (2009) tingginya kadar protein di tulang segar merupakan media yang baik untuk diproses menjadi bahan baku untuk produksi gelatin. Retno (2012) menyatakan bahwa tulang ayam terdapat protein yang secara fisiknya dalam bentuk kolagen dan apabila kolagen ini diekstraksi maka akan diperoleh gelatin. Huda dkk. (2013) menambahkan bahwa tulang kaki ayam memiliki kolagen, dimana hasil hidrolisis dari kolagen tersebut akan menghasilkan gelatin.

2.2. Gelatin

Suryani dkk. (2009) gelatin berasal dari bahasa latin (*gelatus*) yang berarti pembekuan, dan gelatin ini merupakan protein yang diperoleh dari hidrolisis parsial kolagen dari kulit, jaringan ikat dan tulang hewan. Menurut Apriyantono (2003) gelatin merupakan produk yang diperoleh dari hasil hidrolisis kolagen (protein utama kulit ternak) sedangkan kolagen diperoleh dari ekstraksi kulit ternak segar. Deman (1997) menyatakan bahwa gelatin didefinisikan sebagai produk yang diperoleh dari jaringan kolagen hewan yang dapat didispersi dalam air dan menunjukkan perubahan sol-gel *reversible* seiring dengan perubahan suhu.

Menurut Munda (2012) gelatin adalah protein yang diperoleh dari hidrolisis parsial kolagen dari kulit, jaringan ikat dan tulang hewan. Ayudiarti dkk. (2007) menambahkan bahwa gelatin diperoleh dari kulit dan tulang dengan proses asam atau basa yang kemudian didenaturasi menggunakan panas dengan pelarut air.

Gelatin secara kimiawi diperoleh melalui rangkaian proses hidrolisis kolagen yang terkandung dalam kulit (Abustam dan Said, 2004). Protein kolagen ini secara ilmiah dapat “ditangkap” untuk dikonversi menjadi gelatin. Reaksi hidrolisis kolagen menjadi gelatin dapat dilihat pada Gambar 2.1 di bawah ini :



Gambar 1. Reaksi pembentukan gelatin (Miwada dkk., 2007)

Gelatin juga mempunyai daya pembentukan gel yang cukup tinggi dan bersifat *heat reversible* artinya gel yang sudah terbentuk akan dapat larut kembali pada pemanasan. Sifat secara umum dan kandungan unsur-unsur mineral tertentu

dalam gelatin dapat digunakan untuk menilai mutu gelatin dan standar mutu gelatin menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 06-3735-1995 dan *British Standar* dan GMAP dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini :

Tabel 2.1. Standar Mutu Gelatin

Karakteristik	SNI (1995)	British Standard (757:1975) (Tipe B)	GMAP (2007)	
			Tipe A	Tipe B
Warna	Tidak berwarna	Kuning pucat		
Kadar abu (%)	Maksimum 3,25		0,3-2,0	0,5-2,0
Kadar air	Maksimum 16			
Logam berat (mg/kg)	Maksimum 50			
Arsen (mg/kg)	Maksimum 2			
Tembaga (mg/kg)	Maksimum 30			
Seng (mg/kg)	Maksimum 100			
Sulfit (mg/kg)	Maksimum 1000			
Viskositas (cP)		1,5-7,0	1,5-7,5	2,0-7,5
Kekuatan gel(bloom)		50-300	50-300	50-300
PH		5	3,8-5,5	5,0-7,5
Titik Isoelektrik (s/cm)		1-5	7,0-9,0	4,7-6,0

Sumber: Standar Nasional Indonesia (1995)

Gelatin Manufacturer Association of Asia Pacific (GMAP) (2007) menyatakan bahwa dalam gelatin tidak terdapat asam amino triptofan, sehingga gelatin tidak dapat digolongkan sebagai protein yang lengkap. Gelatin mengandung berbagai jenis asam amino yaitu : 9,1% hidrosiprolin, 2,9% asam aspartat, 1,8% treonin, 3,5% serin, 4,8% asam glutamate, 13,2% prolin, 33% glisin, 11,2% alanin, 2,6% valin, 0,36% metionin, 1,0% isoleusin, 2,7% leusin, 0,26% tirosin, 1,4% penilalanin, 0,51% hidrosilisin, 3,0% lisin, 0,4% histidin, dan 4,9% arganin, penggabungan 18 jenis asam amino akan membentuk susunan rantai polipeptida yang dikenal sebagai struktur primer (Campball dan Farrell, 2006).

2.3. Aplikasi dan Pemanfaatan Gelatin

Menurut Bahtiyar dkk. (2012) gelatin bersifat multifungsi yaitu dapat berfungsi sebagai bahan pengisi, pengemulsi (*emulsifier*), pengikat, pengendap, pemer kaya gizi, pengatur elastisitas, dapat membentuk lapisan tipis yang elastis, membentuk film yang transparan dan kuat, kemudian sifat penting antara lain yaitu daya cernanya yang tinggi dan dapat diatur sebagai bahan pengawet serta bahan penstabil. Apriyantono (2003) menyatakan bahwa pemanfaatan gelatin sangat luas seperti sebagai bahan kosmetik dan produk farmasi serta bahan baku makanan (es krim, permen karet, pengental, dan mayonaise), bahan film, material medis, dan bahan baku kultur jasad renik. *Gelatin Manufacture Europe* (2006) menambahkan bahwa produk yang menggunakan gelatin adalah *soft candy*, *whipping cream*, karamel, selai, permen, yoghurt, susu olahan, sosis, *hard capsule*, *soft capsule*, pelapis vitamin, tablet, korek api, fotografi, pelapis kertas, pelapis kayu interior dan masih banyak yang lainnya.

Menurut Suryani dkk. (2009) gelatin mempunyai banyak fungsi dan sangat aplikatif penggunaannya dalam industri pangan dan non pangan. Poppe (1992) menyatakan bahwa gelatin di dalam industri pangan digunakan sebagai pembentuk busa (*whipping agent*), pengikat (*binder agent*), penstabil (*stabilizer*), pembentuk gel (*gelling agent*), perekat (*adhesive*), peningkat viskositas (*viscosity agent*), pengemulsi (*emulsifier*), *finning agent*, *crystal modifier*, dan pengental (*thickener*). Gimenez *et al.* (2005) menambahkan bahwa gelatin juga dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi dalam produk susu dan produk fermentasi.

Menurut Hermanianto (2004) gelatin pada industri non pangan dapat digunakan sebagai bahan pembuat kapsul, pengikat tablet, dan mikro enkapsulasi

dalam bidang farmasi, dalam industri fotografi digunakan sebagai pengikat bahan peka cahaya, dan pada industri kosmetik digunakan untuk menstabilkan emulsi pada produk-produk shampo, penyegar, *lotion*, sabun, lipstik, cat kuku, busa cukur, krim pelindung sinar matahari. Ismeri dkk. (2009) menambahkan bahwa gelatin pada industri fotografi digunakan sebagai pengikat bahan peka cahaya dan dalam industri kertas digunakan sebagai *sizing paper*.

Menurut Bahtiyar dkk. (2012) penggunaan gelatin dalam industri pangan sebesar 154.000 ton, dimana penggunaan terbesar adalah industri konfeksioneri yaitu sebesar 68 ton, produk jelly 36.000 ton, industri daging dan susu 16.000 ton dan kelompok produk *low fat* (semisal margarin), fungsional (*food supplement*) sebesar 4.000 ton.

2.4. Tipe-tipe gelatin

Menurut Hastuti dan Sumpe (2007) proses pembuatan gelatin yang berbeda akan menghasilkan dua tipe gelatin yaitu : gelatin tipe A dan tipe B, gelatin tipe A umumnya dibuat dari kulit hewan muda (terutama kulit babi), sehingga proses pelunakannya dapat dilakukan dengan cepat yaitu dengan sistem perendaman dalam larutan asam dan gelatin tipe B diolah dari bahan baku yang keras seperti dari kulit hewan yang tua atau tulang, sehingga proses perendamannya perlu lama dan larutan yang digunakan yaitu larutan basa. Poppe (1992) menyatakan bahwa berdasarkan metode pembuatannya, gelatin dibedakan menjadi gelatin tipe A dan gelatin tipe B. Proses pembuatan gelatin tipe A adalah melalui proses asam dengan menggunakan bahan baku kulit yang diberi perlakuan perendaman dalam larutan asam anorganik seperti asam klorida, asam sulfat, asam

sulfit atau asam fosfat sedangkan proses produksi gelatin tipe B adalah melalui proses basa.

Menurut *Gelatin Manufacturer Association of Asia Pacific* (GMAP) (2007) pada dasarnya terdapat 2 (dua) proses hidrolisis kolagen menjadi gelatin, proses tersebut adalah : 1). Proses asam (tipe A) yang sering digunakan adalah kulit babi, kulit ikan dan terkadang menggunakan tulang sebagai bahan bakunya. Hal ini didasarkan pada di mana kolagen yang diasamkan menjadi pH sekitar 4 dan kemudian dipanaskan secara bertahap dari 50°C sampai mendidih sehingga dapat mengubah sifat dan melarutkan kolagen. Setelah itu kolagen di *degreasing* atau larutan gelatin harus dihilangkan lemaknya, kemudian disaring untuk dijernihkan, dipekatkan dengan perlakuan penguapan vakum atau membran ultra filtrasi untuk mendapatkan konsentrasi gelatin yang cukup tinggi dan kemudian dikeringkan. Proses terakhirnya adalah penggilingan dan pencampuran untuk kebutuhan pelanggan atau untuk dikemas. Gelatin yang dihasilkan memiliki titik isoionik dari 7 sampai 9 ini didasarkan pada kekerasan dan lamanya pengolahan asam dari kolagen yang menyebabkan hidrolisis terbatas dari rantai asam amino asparagin dan glutamin.

2). Proses alkali (tipe B) bahan yang sering digunakan adalah kulit sapi. Proses awalnya adalah pengapuran kulit yang membutuhkan waktu cukup lama sebelum ekstraksi. Hidrolisis basa asparagin dan rantai samping glutamin untuk asam glutamat dan aspartat relatif cepat, dengan hasil bahwa gelatin memiliki titik isoionik adalah 4,8 sampai 5,2. Namun dengan perlakuan alkali diperpendek (7 hari atau kurang) nilai isoionik setinggi 6 diproduksi. Setelah pengolahan menggunakan alkali, kolagen dicuci sampai terbebas dari alkali dan kemudian

diberikan perlakuan asam dengan pH ekstraksi yang diinginkan (yang memiliki efek yang ditandai pada kekuatan gel rasio viskositas produk akhir). Kolagen ini kemudian didenaturasi dan diubah menjadi gelatin dengan pemanasan karena menggunakan proses asam. Perlakuan alkali perlu dilakukan untuk demineralisasi gelatin yang bertujuan menghilangkan garam yang berlebihan menggunakan ion atau ultrafiltrasi. Setelah itu prosesnya sama seperti proses asam yaitu : filtrasi, gelatinisasi, pengeringan, penggilingan dan pencampuran. Viro (1992) menambahkan bahwa gelatin terbagi dua tipe gelatin, tipe A dihasilkan melalui proses asam sedangkan tipe B dihasilkan melalui proses basa. Berikut ini dapat dilihat sifat-sifat gelatin pada Tabel 2.2 di bawah ini :

Tabel 2.2. Sifat-Sifat Gelatin

Sifat	Tipe A	Tipe B
Kekuatan Gel (<i>bloom</i>)	50-300	50-300
Ph	3,8-5,5	4,7-5,4
Titik Isoelektrik	7-9	4,7-5,4
Viskositas (mps)	15-75	20-75
Kadar Abu (%)	0,3-2	0,5-2

Sumber : *Gelatin Manufacture Institute of America* (GMIA), 2012)

Menurut Kurniadi (2009) proses asam lebih efektif dan efisien dalam produksi gelatin di industri dibandingkan metode basa yang menghasilkan gelatin tipe B. Kualitas gelatin tipe A lebih tinggi dibandingkan gelatin tipe B, sehingga mayoritas permintaan gelatin di dunia adalah gelatin tipe A. Ismeri dkk. (2009) menambahkan bahwa proses asam lebih disukai dibandingkan dengan proses basa, hal ini karena perendaman yang dilakukan dalam proses asam relatif lebih singkat yaitu (3-4 minggu) dibanding dengan proses basa (sekitar 3 bulan), bahan yang sudah mengalami perendaman dinetralkan untuk kemudian diekstraksi dan dipekatkan (evaporasi), bahan yang telah mengalami pemekatan dikeringkan

untuk kemudian mengalami proses penggilingan atau penghancuran menjadi partikel yang lebih kecil atau sesuai dengan standar tertentu.

2.5. Telur Puyuh

Menurut Saleh dkk. (2012) telur merupakan hasil sekresi organ reproduksi ternak unggas betina yang berguna untuk meneruskan kehidupan atau perkembangbiakan. Mulyani (2010) menyatakan bahwa telur merupakan salah satu produk unggas yang mempunyai pasaran cukup baik, harga relatif murah dan mengandung protein dengan kandungan asam amino yang cukup lengkap. Pamungkas dkk. (2013) menambahkan bahwa telur adalah salah satu sumber protein hewani asal ternak.

Menurut Saliem dkk. (2001) konsumsi telur lebih besar dari pada konsumsi hasil ternak lain, karena mudah diperoleh dan harganya relatif murah, sehingga terjangkau bagi anggota masyarakat yang mempunyai daya beli rendah. Lukito dkk. (2012) telur yang biasa dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia antara lain telur ayam, telur itik dan telur puyuh. Wirya (2009) menyatakan bahwa telur puyuh sangat baik untuk diet kolestrol karena dapat mengurangi terjadinya penimbunan lemak terutama di jantung, sedangkan kebutuhan protein tetap cukup. Kandungan nutrisi telur puyuh dapat dilihat pada Tabel 2.3 di bawah ini :

Tabel 2.3. Kandungan Nutrisi Telur

Jenis unggas	Protein (%)	Lemak (%)	Karbohidrat (%)	Abu (%)
Ayam Ras	27,7	11,2	0,9	1,0
Ayam Buras	13,4	10,3	0,9	1,0
Itik	13,3	14,5	0,7	1,1
Angsa	13,9	13,3	1,5	1,1
Merpati	13,8	12,0	0,8	0,9
Kalkun	13,1	11,8	1,7	0,8
Puyuh	13,1	11,1	1,0	1,1

Sumber: Listiyowati dan Kinanti (2005)

Sugitha (1995) menyatakan telur mengandung komponen utama yang terdiri dari air, protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral. Stadelman dan Cotterill (1995) menambahkan bahwa komposisi telur puyuh terdiri atas putih telur (*albumen*) 47,4%, kuning telur (*yolk*) 31,9%, dan kerabang serta membran kerabang 20,7%, kuning telur memiliki komposisi gizi yang lebih lengkap dari pada putih telur yang terdiri dari air, lemak, karbohidrat, mineral dan vitamin.

Menurut Bambang (2003) kandungan protein telur puyuh sekitar 13,1%, kandungan lemaknya 11,1%, kadar kolesterol kuning telur puyuh sebesar 2138,17 mg/100 g sedangkan kandungan kolesterol kuning telur ayam ras hanya 1274,5 mg/100 g. Stadelman dan Cotterill (1995) menambahkan bahwa kuning telur puyuh mengandung 15,7%-16,6% protein, 31,8%-35,5% lemak, 0,2%-1,0% karbohidrat, 1,1% abu, dan vitamin A sebesar 543 µg (per 100g).

2.6. Kualitas Telur

Menurut Sudaryani (1996) kualitas telur tergantung kualitas isi telur, kerabang telur, dan berat telur. Argo dkk. (2013) menyatakan bahwa kualitas telur dapat dilihat dari *haugh unit*, warna kuning telur, indeks kuning telur, indeks putih telur, berat kuning telur, berat putih telur dan berat telur. Saleh dkk. (2012) menambahkan bahwa kualitas telur ditentukan oleh dua faktor yaitu : 1) kualitas bagian luar (*eksternal*) bisa berupa bentuk, warna, tekstur, keutuhan dan kebersihan kerabang dan 2) kualitas bagian dalam (*internal*) telur meliputi, kebersihan dan kekentalan telur, kedalaman dan kebebasan bergerak pada rongga udara (*air sell*).

Menurut Fibrianti dkk. (2012) kualitas telur bisa diamati dengan cara melakukan pengukuran terhadap Indeks Kuning Telur (IKT), Indeks Putih Telur

(IPT) dan *Haugh Unit* (HU). Argo dkk. (2013) menyatakan bahwa kualitas telur dapat dilihat dari indeks *Haugh unit*, warna kuning telur, indeks kuning telur, indeks putih telur, berat kuning telur, berat putih telur dan berat telur. North dan Bell (1990) juga menyatakan bahwa salah satu variasi dalam penentuan kualitas putih telur dari telur segar adalah dengan mengukur kekentalan dari putih telur tersebut, lebih lanjut dijelaskan bahwa metode pengukuran yang digunakan untuk mengukur kualitas *albumen* adalah *Haugh Unit*, yaitu pengukuran dari tinggi putih telur pada bagian *albumen* kental dengan menggunakan mikrometer berkaki tiga dan hasilnya dihitung dengan rumus atau menggunakan tabel "*Haugh Unit Conversion Chart*". Abbas (1989) menambahkan bahwa penentuan mutu internal telur yang paling baik adalah *Haugh Unit* yang dikembangkan oleh Raymond Haugh yang merupakan indeks dari tinggi putih telur kental terhadap berat telur.

Menurut Sarwono (1994) telur akan mengalami perubahan isi yang terus menerus, sehingga kualitas telur akan menurun. Sudaryani (2003) menyatakan bahwa penurunan kualitas telur selama penyimpanan adalah berkurangnya berat telur dan timbulnya bau busuk terutama jika telur telah rusak. Secara spesifik penurunan kualitas telur dapat dilihat dengan ciri-ciri khas pada masing-masing bagian telur : (1) ruang udara tambah lebar; (2) volume kuning telur berkurang, pH bertambah besar, kadar fosfor berkurang, kadar amoniak bertambah, letak kuning telur bergeser; (3) kadar air putih telur berkurang; (4) keadaan kulit telur biasanya timbul bintik-bintik, warna-nya cenderung berubah. Robert (2004) menambahkan bahwa kualitas internal telur seperti indeks kuning telur, warna kuning telur, tinggi putih telur dan *haugh unit* dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti penyimpanan, strain unggas, umur, *molting*, nutrisi pakan dan penyakit.

2.6.1. Berat Telur

Menurut Listiyowati dan Kinanti (2005) telur mempunyai berat yang bervariasi, hal ini disebabkan oleh induk, jenis pakan serta hal-hal yang berhubungan dengan kondisi tubuh ternak. Lasmawati (2012) menyatakan bahwa berat telur puyuh rata-rata 10 gram atau sekitar 8% dari bobot tubuh burung puyuh betina. Pangestuti (2009) menambahkan bahwa rata-rata berat telur puyuh berkisar antara 10 sampai 15 gram.

Menurut Syarief dan Halid (1990) telur mengalami perubahan-perubahan kearah kerusakan seperti terjadinya penguapan kadar air melalui pori kulit telur yang berakibat berkurangnya berat telur, perubahan komposisi kimia dan terjadinya pengenceran putih telur. Buckle *et al.* (1985) menyatakan bahwa berkurangnya berat telur merupakan akibat dari hilangnya air dari *albumen* tetapi sebagian juga karena kehilangan CO₂, NH₃, N₂, dan H₂. Sudaryani (2000) juga menyatakan bahwa penguapan air dan pelepasan gas seperti CO₂, NH₃, N₂, dan sedikit H₂S sebagai hasil degradasi bahan organik telur terjadi sejak telur keluar dari tubuh ayam melalui pori-pori kerabang telur dan berlangsung secara terus menerus sehingga menyebabkan penurunan kualitas putih telur, terbentuknya rongga udara, dan menurunkan berat telur. Winarno dan Koswara (2002) menambahkan bahwa penurunan berat telur disebabkan karena proses fisiologi berlangsung dengan pesat pada penyimpanan suhu kamar dimana telur mengalami evaporasi air dan mengeluarkan CO₂ dalam jumlah tertentu sehingga semakin lama akan semakin turun kesegarannya. Semakin lama waktu penyimpanan semakin bertambah besar penurunan berat telur (Jazil dkk., 2012).

2.6.2. Indeks Putih Telur (*albumen*)

Indeks putih telur merupakan perbandingan tinggi *albumen* kental dengan diameter putih telur kental. Menurut SNI (2008) telur yang masih baru nilai indeks putih telur berkisar antara 0,050-0,175 dengan angka normal antara 0,090-0,120. Saleh *et al.* (2012) menyatakan bahwa telur yang baru memiliki nilai indeks putih telur bervariasi antara 0,050-0,174 walaupun secara normal kisarannya 0,090-0,120. Winarno dan Koswara (2002) juga menyatakan bahwa indeks putih telur yang baru ditelurkan berkisar antara 0,050 dan 0,174, meskipun biasanya berkisar antara 0,090 dan 0,120. Romanoff dan Romanoff (1963) menambahkan bahwa standar indeks putih telur bervariasi antara 0,050–0,174 tergantung penyimpanan.

Menurut Rahmawati dkk. (2014) proses penguapan air dan CO₂ dipengaruhi oleh faktor yang berbeda. Penguapan air disebabkan adanya perbedaan konsentrasi uap air di telur ayam ras dan udara. Telur ayam ras mengandung uap air lebih tinggi dibandingkan uap air di udara. Alleoni and Antunes (2004) menyatakan bahwa proses penguapan gas CO₂ melalui pori-pori kulit dari *albumen* menyebabkan perubahan fisik dan kimia, sehingga *albumen* menjadi berair (*encer*). Semakin encer putih telur maka semakin rendah ketinggian putih telur. Semakin rendah ketinggian putih telur menunjukkan bahwa kualitas telur semakin menurun.

Menurut Abbas (1989) proses penipisan tinggi putih telur merupakan akibat interaksi antara *lysozyme* dengan *ovomucin* ketika pH naik akibat keluarnya CO₂ selama penyimpanan yang menyebabkan berkurangnya daya larut *ovomucin* sehingga merusak kekentalan putih telur. Romanoff dan Romanoff (1963)

menyatakan bahwa hilangnya CO₂ melalui pori-pori kerabang telur menyebabkan turunnya konsentrasi ion bikarbonat dalam putih telur dan menyebabkan rusaknya sistem *buffer* sehingga kekentalan putih telur menurun, akibatnya terjadi penurunan ketinggian *albumen*.

2.6.3. Indeks Kuning Telur (*yolk*)

Menurut Saleh dkk. (2012) indeks kuning telur merupakan perbandingan tinggi kuning telur (mm) dengan diameter kuning telur (mm) x 100%. Telur yang baru mempunyai indeks kuning telur antar 0,30-0,50 (30%-50%). SNI (2008) menyatakan bahwa telur yang masih baru mempunyai indeks kuning telur berkisar antara 0,33-0,53 dengan rata-rata 0,42. Buckle *et al.* (1985) juga menyatakan bahwa indeks kuning telur yang normal adalah 0,33–0,50 dengan rata-rata 0,42. Romanoff dan Romanoff (1963) juga melaporkan bahwa indeks kuning telur yang baru bervariasi antara 0,30–0,50 walaupun pada umumnya 0,39–0,45.

Menurut Buckle *et al.* (2007) semakin lama telur disimpan, nilai indeks kuning telur makin kecil akibat migrasi air. Kusumawati dkk. (2012) menyatakan bahwa semakin lama telur segar disimpan maka nilai indeks kuning telur akan semakin menurun. Hal ini disebabkan karena selama penyimpanan terjadi penguapan CO₂ dan H₂O yang cukup tinggi pada kuning telur sehingga berpengaruh pada peningkatan pH kuning telur yang menyebabkan diameter kuning telur semakin membesar.

Menurut Saleh dkk. (2012) penurunan indeks kuning telur disebabkan oleh masuknya air dan putih telur ke dalam kuning telur, sebagai akibat adanya perbedaan tekanan osmosis antara putih telur dan kuning telur, sehingga kuning

telur menjadi encer. Zulfikar (2008) menyatakan bahwa nilai indeks kuning telur dipengaruhi oleh perubahan yang terjadi pada tinggi kuning maupun lebar kuning. Perubahan ini disebabkan karena membran vitelin pada kuning telur sebagian protein-proteinnnya telah rusak. Argo dkk. (2013) juga menyatakan bahwa indeks kuning telur dapat dipengaruhi antara lain oleh lama penyimpanan dan kualitas membran vitelin.

2.6.4. Nilai *Haugh Unit* (HU)

Menurut Yumna dkk. (2012) nilai *haugh unit* merupakan nilai yang mencerminkan keadaan *albumen* telur yang berguna untuk menentukan kualitas telur. Benyamin dkk. (1960) menyatakan bahwa nilai *haugh unit* telur yang tinggi menandakan telur masih berkualitas tinggi karena kondisi putih telur kental masih tinggi, namun sebaliknya, jika nilai *haugh unit* telur mulai turun maka kualitas telur pun juga mulai menurun. Muchtadi dan Sugiyono (1992) juga menyatakan bahwa *albumen* yang masih baik atau belum mengalami kerusakan dapat dilihat dengan memecah telur tersebut dan kemudian diukur tinggi putih telur setelah dituang pada wadah yang datar, selanjutnya dihitung *haugh unit* telur dengan menggunakan alat mikrometer. Sudaryani (2003) menambahkan bahwa *haugh unit* merupakan satuan yang digunakan untuk mengetahui kesegaran isi telur dengan cara memecahkan telur dan dilakukan pengukuran putih telur, besarnya *haugh unit* dapat ditentukan dengan menggunakan tabel konversi, semakin tinggi nilai *haugh unit* suatu telur menunjukkan bahwa kualitas telur tersebut baik.

Menurut SNI (01-3926-2006) kesegaran telur dibedakan atas: a) Mutu I, memiliki *haugh unit* 72, b) Mutu II, memiliki nilai *haugh unit* 62-72 dan c) Mutu III, memiliki nilai *haugh unit* 60. Mountney (1976) juga menyatakan bahwa nilai

haugh unit lebih dari 72 dikategorikan sebagai telur kualitas AA, nilai *haugh Unit* 60-72 sebagai telur berkualitas A, nilai *haugh unit* 31-60 sebagai telur berkualitas B dan nilai *haugh unit* kurang dari 31 dikategorikan sebagai telur kualitas C.

Menurut Bell dan Weaver (2002) telur yang disimpan terlalu lama dapat menurunkan nilai *haugh unit*. Mukhlisah (2014) menyatakan bahwa semakin lama telur disimpan maka *haugh unit* akan semakin menurun karena terjadi pengenceran putih telur yang diakibatkan penguapan gas CO₂ dan juga mempercepat pemecahan *ovumicin*. Jazil dkk. (2012) juga menyatakan bahwa semakin lama penyimpanan nilai *haugh unit* akan semakin menurun, hal ini terjadi akibat adanya penguapan air dan gas seperti CO₂ yang menyebabkan putih telur kental semakin encer. Melia dkk. (2009) juga melaporkan bahwa penurunan nilai *haugh unit* terkait dengan pecahnya serat glikoprotein *ovomucin*. Hal ini sesuai dengan pendapat Buckle *et al.* (1985) bahwa hal yang menyebabkan terjadinya penurunan jumlah putih telur tebal karena serat glikoprotein *ovomucin* pecah.

2.6.5. Potensial Hidrogen (pH) Telur

Menurut Saleh dkk. (2012) pengukuran terhadap tingkat keasaman telur dapat dilakukan setelah telur dipecah dengan alat pH meter, pH kuning telur (*yolk*) segar sekitar 6 sedangkan pH putih telur (*albumen*) 7,6-7,9, kenaikan pH pada *albumen* yang meningkat antar 7-11 akibat dari hilangnya karbondioksida, dan kenaikan pH pada *albumen* diakibatkan oleh indeks putih telur menurun karena penyimpanannya atau pemecahan *ovomucin*.

Menurut Zulfikar (2008) nilai pH telur dapat menginterpretasikan kondisi bagian dalam telur. Belitz dan Gorsch (2009) menyatakan bahwa pH putih telur

yang baru dikeluarkan atau telur segar kira-kira 7,6-7,9 dan meningkat sampai nilai maksimal 9,7 tergantung temperatur dan lama penyimpanan. Romanoff dan Romanoff (1963) dan Charley (1989) juga menyatakan bahwa ketika telur baru keluar dari induknya mempunyai pH sekitar 7,6 dan semakin meningkatnya pH selama penyimpanan. Mukhlisah (2014) juga melaporkan bahwa semakin lama penyimpanan maka gas CO₂ akan semakin berkurang didalam telur karena terjadi penguapan melalui pori-pori telur, sehingga pH telur akan meningkat. Hal ini sesuai dengan pendapat Romanoff dan Romanoff (1963) bahwa berkurangnya gas CO₂ yang ada di dalam telur menyebabkan peningkatan pH sehingga serabut *ovumucin* yang berfungsi sebagai peningkat cairan putih telur menjadi rusak.

Menurut Muchthadi dan Soegiyono (1992) pemecahan asam karbonat dalam *albumen* menyebabkan perubahan dari keadaan netral (kira-kira pH 7,6) menjadi keadaan alkali (pH 9,7), telur yang kehilangan CO₂ dan disertai pH yang berubah *albumen* akan menjadi encer. Romanoff dan Romanoff (1963) menyatakan bahwa berkurangnya gas CO₂ yang ada didalam telur menyebabkan peningkatan pH sehingga serabut *ovumucin* yang berfungsi sebagai pengikat cairan putih telur menjadi rusak. Hintono (1995) juga menyatakan bahwa pengenceran putih telur disebabkan karena pecahnya serabut *mucin* dan hilangnya CO₂ telur yang mengakibatkan meningkatnya pH putih telur. Mulyadi (2010) menambahkan bahwa nilai pH putih (*albumen*) maupun kuning (*yolk*) telur meningkat dikarenakan hilangnya karbon dioksida melalui kulit telur.

2.7. Pengawetan Telur

Menurut Hintono (1984) prinsip pengawetan telur adalah mempertahankan kualitas telur dari kerusakan secara fisik, kimia, dan mencegah terjadinya pembusukan oleh mikroorganisme pada telur segar. Sarwono (2004) menyatakan bahwa prinsip pengawetan telur yaitu untuk menunda kerusakan fisik dan kimiawi, serta mencegah terjadinya pembusukan oleh mikroorganisme dengan cara menutupi pori-pori telur melalui bahan pengawet sehingga menghambat terjadinya kontaminasi mikroba, mengurangi penguapan air dan gas-gas dari dalam isi telur. Soedjoedono (2002) menambahkan bahwa prinsip pengawetan telur dalam bentuk utuh adalah dengan menutup pori-pori kulit telur agar tidak dimasuki mikroorganisme, dan juga untuk mencegah terjadinya penguapan dan keluarnya gas dari dalam telur.

Menurut Idris dan Thohari (1993) pengawetan telur segar ada dua cara yaitu (1) Pengawetan telur utuh (dengan cangkang) yang meliputi : penyimpanan dalam suhu rendah, pemberian lapisan pada cangkang (dengan minyak, *water glass*, larutan kapur), pengepakan kering dan *termostabilisasi*; (2) pengawetan telur tanpa cangkang meliputi pendinginan, pembekuan dan pengeringan. Saleh dkk. (2012) menyatakan bahwa pengawetan telur utuh meliputi: 1) pengemasan kering (*dry packing*); 2) perendaman dalam cairan (*immersion in liquid*); 3) penutupan kerabang telur dengan bahan pengawet (*shell sealing*) dan sedangkan pengawetan telur pecah bisa dilakukan dengan dua cara: 1) telur beku (*frozen egg*); 2) tepung telur (*dried egg*). Janan dkk. (2003) menambahkan bahwa pengawetan telur secara umum dapat dilakukan dengan dua cara yaitu : 1) pengawetan telur utuh seperti : dibuat telur asin, telur pindang, telur asap,

direndam dalam air kapur; 2) pengawetan telur secara pecah biasanya dalam bentuk tepung, bisa terbuat dari kuning telur, putih telur, atau campuran kuning dan putih telur.

Menurut Jiwanggoro dkk. (2003) tepung telur adalah telur segar yang dibentuk menjadi kering melalui suatu proses pengolahan, sehingga tepung telur tetap merupakan telur mentah namun, kandungan airnya rendah yaitu kurang dari 10%. Romanoff dan Romanoff (1963) menyatakan bahwa keuntungan pengeringan telur adalah mempermudah dan mengurangi ruang penyimpanan, menghemat biaya transportasi, memperpanjang daya simpan, mempermudah dalam penggunaannya. Saleh dkk. (2012) menambahkan bahwa keuntungan tepung telur yaitu memiliki daya simpan yang relatif lama, mengurangi ruang dan biaya penyimpanan, mengurangi biaya transportasi, mempermudah mengatur komposisi bahan dan persediaan bahan baku bagi industri pangan.