

BAB II

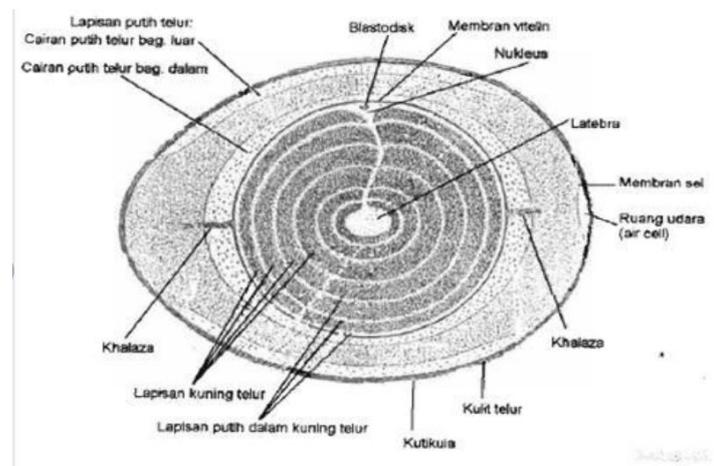
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Telur

Telur merupakan salah satu produk unggas yang mempunyai nilai gizi tinggi yang lengkap, harga relatif murah serta merupakan pangan yang tidak ditolak oleh hampir semua orang. Telur mengandung protein yang cukup tinggi yaitu 12% dengan harga kompetitif dibanding dengan harga protein dari hewan ternak lain (Yuwanta, 2010). Menurut Badan Pusat Statistika, di Indonesia, produksi telur yang dihasilkan oleh ayam petelur pada tahun 2015 mencapai 1.372 ton. Dalam masyarakat, ada banyak cara orang mengonsumsi telur, seperti dijadikan lauk-pauk, campuran adonan makanan atau dikonsumsi secara mentah dan ada yang dimanfaatkan sebagai obat-obat tradisional (Sugitha, 1995).

2.1.1 Karakteristik Telur

Telur tersusun atas kerabang telur (9,5%), kerabang tipis, putih telur (61,5), dan kuning telur (29%) (Romanoff dan Romanoff, 1963). Rata-rata berat telur ayam antara 55-56 g, variasi berat telur relatif kecil, hal ini disebabkan karena genetik ayam petelur sudah homogen akibat seleksi pada tingkat pembibit yang ketat (Yuwanta, 2010). Komposisi utama penyusun telur terdiri dari kerabang telur, putih telur dan kuning telur. Komposisi telur ayam secara lengkap dapat dilihat pada Ilustrasi 1.



Ilustrasi 1. Komposisi Telur
(Sumber: Buckle *et al.*, 1987)

2.1.2 Kerabang Telur

Kerabang telur merupakan lapisan luar telur yang melindungi telur dari penurunan kualitas baik disebabkan oleh kontaminasi mikroba, kerusakan fisik, maupun penguapan (Jazil *et al.*, 2013). Kerabang telur tersusun atas kalsium karbonat (94%), magnesium karbonat (1%), kalsium fosfat (1%) dan zat organik terutama protein (4%). Kerabang telur membentuk sebuah pola dengan pori-pori untuk pertukaran gas (respirasi). Pori-pori tersebut ditutupi oleh protein (keratin), tetapi masih memungkinkan untuk pelepasan karbon dioksida serta kelembaban dari telur tersebut. Dalam kondisi tertentu, bakteri dapat mengontaminasi telur dengan melakukan penetrasi ke dalam pori-pori melalui membran kerabang telur (Stadelman dan Cotteril, 1995). Kerabang telur tersusun dari ikatan protein dengan mineral dalam bentuk kalsifikasi yang mengandung kurang lebih 17.000 pori-pori dengan diameter 9-35 μm yang digunakan untuk pernafasan embrio. Kerabang telur ini bukan satu-satunya yang mampu menahan perkembangan bakteri secara efisien (Yuwanta, 2010).

Menurut Yuwanta (2004) kerabang telur terdiri dari beberapa lapisan yaitu: Kutikula, membran palisadik, membran cone (*cone layer*), membran malimer, dan membran kerabang dalam

2.1.3 Putih Telur

Putih telur merupakan cairan kental yang tidak homogen dan memiliki kandungan protein yang melimpah. Putih telur (yang biasa disebut albumen) merupakan sumber protein telur (9,7-10,8%), selain itu juga mengandung fraksi gula (0,4-0,9%) dan garam mineral (0,5-0,6%) serta lemak (0,03%), abu (0,5-0,6%) dan berat kering dari putih telur berkisar antara 10,6-12,1% (Yuwanta, 2010). Penyusun utama pada putih telur adalah air dengan kisaran 84,3-88,8%. Kadar air yang cukup tinggi pada putih telur, maka putih telur merupakan bagian yang paling mudah rusak dibanding dengan bagian telur lainnya selama penyimpanan. Protein putih telur tersusun atas ovalbumin, ovotransferin, ovomukoid, ovomusin, lisosom, ovoglobulin, ovoinhibitor, ovoglikoprotein, flavoprotein, ovomakroglobulin, sistain, dan avidin (Sirait, 1986). Lisosom, konalbumin, dan avidin pada putih telur berfungsi sebagai senyawa antimikroba yang berfungsi menghambat proses kerusakan pada telur.

2.1.4 Kuning Telur

Kuning telur merupakan bagian paling penting bagi isi telur, sebab pada bagian inilah terdapat dan tempat tumbuh embrio hewan, khususnya pada telur yang telah dibuahi. Bagian kuning telur ini terbungkus semacam selaput tipis yang sangat kuat dan elastis yang disebut membran vetelina, kuning telur memiliki komposisi

gizi yang lebih lengkap daripada putih telur dan terdiri dari air lemak, karbohidrat, mineral dan vitamin.

Susunan kuning telur menurut Yuwanta (2010) dari dalam ke luar adalah

- a. Latebra adalah bagian kuning telur yang paling dalam berdiameter 6 mm.
- b. Kuning telur yang berwarna putih (*white yolk*) dan kuning telur yang berwarna kuning (*yellow yolk*) yang tersusun secara konsentris berselang seling. Bagian paling dalam dari kuning telur adalah oosit (vitellus) yang kaya akan xantofil.
- c. Membran vitelina yang membatasi kuning telur dengan putih telur.

Kuning telur memiliki komposisi rata – rata air sebesar 50%, lemak 32-36%, protein 16%, dan glukosa sebanyak 1-2%. Jumlah protein dan lemak telur pada kuning telur dapat dilihat pada Tabel 1. di bawah ini:

Tabel 1. Jumlah Protein dan Lemak Kuning Telur (g) pada Berat Telur 60 g.

Senyawa	Jumlah (g)
Protein	2,95-3,2
-Livetin (larut dalam air)	0,4-1,0
-Fosvitin	0,5
-Vitelin	0,4-1,5
-Vitelenin	0,9
Lemak	6,4
-Trigliserida	4,6
-Fosfolipid	1,9
-Kolesterol	0,25
Vitamin dan pigmen	0,13

Sumber: Thapon dan Leeson (1993).

2.2 Kualitas Telur

Kualitas telur adalah istilah umum yang mengacu pada beberapa standar yang menentukan baik kualitas internal dan eksternal. Kualitas eksternal difokuskan pada kebersihan kulit, tekstur, bentuk, warna kulit, tekstur permukaan,

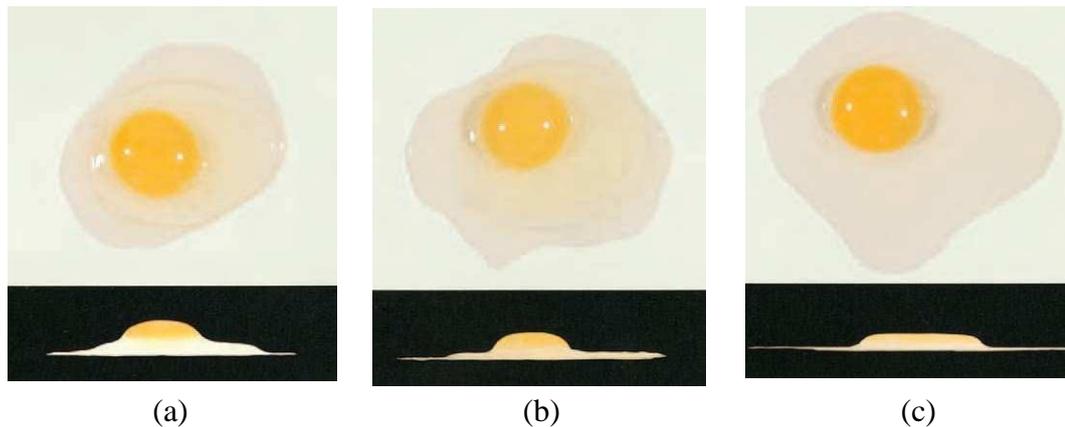
kulit, dan keutuhan telur. Kualitas internal mengacu pada putih telur (albumen) kebersihan dan viskositas, ukuran sel udara, bentuk kuning telur dan kekuatan kuning telur. Keenceran pada putih telur dapat menunjukkan bagaimana kualitas interior telur tersebut dan berkorelasi dengan nilai *Haugh Unit*. Pengukuran *Haugh unit* merupakan cara yang tepat dalam penentuan kualitas interior telur (Buckle *et al.*, 1987).

Penurunan kualitas telur dapat terjadi akibat adanya kerusakan, baik kerusakan fisik maupun kerusakan yang disebabkan oleh pertumbuhan mikroba. Mikroba dapat masuk ke dalam telur melalui pori - pori yang terdapat pada kulit telur, baik melalui air, udara, maupun kotoran ayam. Oleh karena itu, perlu diperhatikan cara pengawetan dan penyimpanan agar kualitas telur tetap terjaga (Haryoto, 1993).

Menurut Buckle *et al.* (1987), kerusakan telur yang terjadi selama penyimpanan antara lain; berkurangnya berat, penambahan ukuran ruang udara karena air hilang, penurunan berat jenis karena bertambah ruang udara, bercak - bercak pada permukaan kulit telur karena penyebaran air yang tidak merata, penambahan ukuran kuning telur karena perpindahan air dari albumen ke kuning telur sebagai akibat perbedaan osmosis, perubahan cita rasa, kehilangan karbon dioksida dan kenaikan pH terutama dalam albumin yang meningkat dari kira - kira pH 7 sampai 10 atau 11 sebagai akibat hilangnya CO₂.

Mutu atau kualitas telur dipengaruhi juga oleh adanya kantong telur yang terdapat pada bagian tumpul pada ujung telur. Semakin lama penyimpanan semakin besar ukuran kantong telur, karena penguapan air akan menyebabkan penempelan

membran luar pada kerabang, dan membran dalam menempel pada albumen (Gary *et al*, 2009). Standar kualitas telur menurut USDA ditentukan berdasarkan kondisi telur secara eksterior maupun interior, dengan nilai standar kualitas AA, A, dan B (Jacqueline *et al*, 2000). Menurut U.S. Department of Agriculture berikut ini merupakan tiga tingkat kualitas telur.



Ilustrasi 2. Grade Kualitas Telur
Keterangan: (a); AA (b); A dan (c) B
(Sumber: U.S. Department of Agriculture)

2.2.1 Haugh Unit

Kualitas telur dapat diukur berdasarkan nilai HU (*Haugh Unit*), yaitu diukur berdasarkan tingginya albumen, semakin tinggi nilai HU, semakin tinggi putih telur, semakin bagus kualitas telur tersebut dan menunjukkan juga bahwa telur masih baru/segar. Nilai *Haugh Unit* (HU) dapat dihitung dengan cara mengkonversikan berat telur dengan tinggi putih telur sesuai dengan rumus sebagai berikut: $HU = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$, H = tinggi putih telur dan W = berat telur utuh (Oluyemi dan Robert, 1979). Nilai HU (*Haugh Unit*) telur baru sebesar 99,00 dan 100,16; sedangkan telur lama sebesar 61,02 dan 64,59. Nilai HU rendah, maka kondisi albumen sangat encer dan mengembang, hal ini dipacu oleh suhu

yang tinggi, kelembaban rendah, dan kekurangan karbon dioksida (CO₂). Penyimpanan telur pada suhu 7 – 13 °C dan kelembaban kurang dari 70% dapat menyebabkan kehilangan 10 – 15 HU (Jones, 2006). Nilai *Haugh Unit* untuk telur yang baru ditelurkan nilainya 100, sedangkan telur dengan mutu terbaik nilainya di atas 72. Telur busuk nilainya di bawah 50 (Buckle *et al.*,1987). Nilai *Haugh unit* lebih dari 72 dikategorikan sebagai telur berkualitas AA, nilai *Haugh unit* 60-72 sebagai telur berkualitas A, nilai *Haugh unit* 31-60 dikategorikan sebagai telur berkualitas B dan nilai *Haugh unit* kurang dari 31 dikategorikan sebagai telur berkualitas C (Mountney, 1976 dan Izat *et al.*,1986).

2.2.2 Mikrobiologi Telur

Telur segar secara teoritis adalah telur yang baru saja dikeluarkan oleh induknya, apabila disimpan dengan baik dapat dipasarkan sebagai telur konsumsi dalam jangka waktu dua sampai tiga minggu. Sebagian besar telur yang baru dikeluarkan induknya, bebas dari mikroba baik pada kulitnya maupun isi telur. Terkontaminasinya telur oleh mikroba tergantung dari kelembaban dan suhu tempat penyimpanan serta hilangnya lapisan kutikula pada permukaan kulit telur, sehingga mikroba mudah masuk kedalam telur dan berkembang biak. Jumlah mikroba pada setiap permukaan kulit telur antara 10²-10⁷ atau rata-rata 10⁵ koloni/ml, walaupun pada bagian permukaan kulit telur banyak ditemui mikroba, tetapi tidak semua bagian permukaan kulit telur banyak ditemui mikroba, tetapi tidak semua mikroba akan mencemari isi telur (Iman, 2003) .

Mikroba yang umum terdapat di dalam telur adalah jenis *Pseudomonas*, *Cladosporium*, *Penicillium*, dan *Sporotrichum*, Bakteri-bakteri yang ada pada

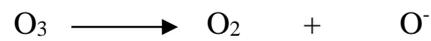
permukaan kulit telur adalah *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Micrococcus*, *Sarcina*, *Athrobacter*, *Bacillus Pseudomonas*, *Alkaligenes*, *Flavobacterium*, *Cytopaga*, *Coli aerogenes*, *Aeromona*, *Proteus*, *Serratia*, sedangkan bakteri-bakteri yang pernah diisolasi dari telur yang busuk adalah *Coli aerogenes*, *Proteus*, *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes* serta *Achromobacter* (Rachmawan, 2001). Pada telur yang rusak atau busuk biasanya mengandung campuran mikroba yaitu campuran bakteri gram negatif dan bakteri gram positif dalam jumlah yang sedikit. Bakteri yang selalu ditemui pada telur yang rusak biasanya *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas maltophilia*, *Aeromonas*, *Hafnia* dan *Citrobacter*, sedangkan yang kadang-kadang dijumpai adalah *Flavobacterium*, *Achromobacter*, *Cytopaga*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Streptococcus* dan yang paling jarang dijumpai adalah *Pseudomonas aeruginosa* (Albiner, 2002).

2.3 Ozonisasi

Ozon merupakan desinfektan yang layak untuk menjamin keamanan produk makanan, karena telah digunakan untuk membunuh bakteri pada daging, ikan, sayur-sayuran, buah-buahan, makanan kering, dan air. Badan FDA (Food and Drug Administration) menyatakan bahwa dalam makanan aman selama kurang dari 400 ppm. Ozon pada konsentrasi sebesar 0,1 mg/L dapat menginaktivasi 99% *E. Coli* (Jin-Gab *et al.*, 1999).

Ozon adalah salah satu pembasmi bakteri, virus dan bau terkuat di dunia (Harling, 2009). Ozon hanya diproduksi dalam keadaan ekstrim. Hal ini juga dapat dibuat oleh generator ozon. *Ozon generator* menghasilkan ozon dengan tegangan

tinggi ekstrim atau dengan sinar UV (Fridman, 2008). *Ozon* akan terurai ke bentuk asalnya yaitu oksigen dan satu ion oksigen. Sesuai skema berikut :



Ion oksigen (O^\cdot) berfungsi seperti peluru yang ditembakkan untuk membunuh bakteri, kuman, jamur maupun mikro-organisme lain (McDonough, 2011). Namun, molekul ozon sangat tidak stabil dan memiliki waktu paruh yang sangat singkat. Oleh karena itu, akan membusuk selang beberapa waktu menjadi bentuk aslinya (oksigen).



Molekul ozon (O_3) dapat digunakan pada beberapa aplikasi praktis, antara lain oksidan dan desinfektan yang paling efektif dan paling reaktif, desinfeksi, deodorisasi, sterilisasi udara maupun air, sterilisasi alat bedah, sterilisasi ruangan, seperti area medis dan unit pengolahan makanan, menghilangkan warna dan bau pada air dan air limbah, penghambat pembusukan makanan, mengikat partikel polutan pada air maupun udara, dan reduksi emisi atau gas buangan. Penggunaan molekul ozon (O_3) dibanding bahan oksidasi dan desinfektan lain dianggap lebih baik oleh para peneliti karena beberapa sifat ozon, antara lain oksidan dan desinfektan terkuat yang dapat digunakan dalam pengolahan air maupun pengolahan udara, dapat larut dalam air, dapat berdekomposisi kembali menjadi molekul oksigen (O_2), reaktif terhadap senyawa organik, aman untuk digunakan, walaupun tidak dapat disimpan dalam waktu yang lama, dapat mengurangi bau (deodorisasi) dari material yang menyengat, dapat menurunkan jumlah mikroorganisme yang berbahaya pada air, dan tidak perlu menambahkan senyawa kimia

Mekanisme ozon dalam membunuh bakteri, ozon dalam media cair menghasilkan radikal bebas yang menginaktivasi mikroorganisme. Ozon mempengaruhi permeabilitas, aktivitas enzim dan DNA dari sel bakteri. Residu *guanine* dan atau *thymine* merupakan sasaran dari ozon. Pengolahan ozon menyebabkan konversi *circular plasmid* DNA tertutup (ccDNA) *E. coli* menjadi *circular* DNA terbuka (ocDNA). Ozon menginaktivasi virus dengan merusak inti asam nukleat. Pada rotari virus, ozon mengubah *capsid* dan inti RNA (Patel dan Kilara, 2001).

2.3.1 Ozonisasi Telur

Telur merupakan produk hasil hewan yang mudah mengalami kerusakan terutama oleh kontaminasi mikroba. Mikroba yang mengontaminasi telur berasal dari kontaminasi langsung maupun kontaminasi silang. Mikroba yang mencemari telur antara lain *Escherichia coli*, *Pseudomonas*, *Cladosporium*, *Penicillium*, serta *Salmonella sp.*

Pada industri perikanan, sterilisasi dengan air yang mengandung ozon efektif untuk menginaktivasi bakteri pembusuk seperti *Vibrio*, *Salmonella*, *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* (Chen *et al.*, 1987). Ozon efektif dalam air suling dan 3% larutan NaCl untuk inaktivasi mikroorganisme seperti *Vibrio cholera*, *E. coli*, *Salmonella*, *Typhimurium*, *V. parahaemolyticus* dan *S. aureus*). Ozonisasi pada udang menurunkan *E. coli* sebesar 98,5%. Dondo *et al.* (1992) melaporkan bahwa ozon menurunkan kontaminan pada permukaan ikan selama beberapa hari penyimpanan pada suhu dingin. Air yang mengandung ozon dalam

pengobatan meningkatkan kualitas sensoris ikan dengan cara menurunkan formasi Trimetilamina.

Pada penelitian karkas daging sapi, Gorman *et al.*, (1995) membandingkan 0,5% air ozonisasi dengan hidrogen peroksida 5%, trisodium fosfat 12%, dan asam asetat 2% untuk melihat daya antimikroba melawan *E. coli* pada daging sapi. Daging sapi diinokulasi dengan pasta fekal kemudian diberi perlakuan dengan zat antimikroba melalui aplikasi semprot. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu air berperan dalam penurunan jumlah bakteri, dan juga jenis zat antimikroba kimia yang digunakan. Penggunaan hidrogen peroksida dan air yang diozonisasi lebih efektif untuk mengurangi jumlah bakteri daripada trisodium fosfat, atau asam asetat saat antimikroba diaplikasikan setelah pertama kali dicuci dengan air. Pengurangan jumlah lempeng total menggunakan peroksida hidrogen dan perlakuan ozon yaitu 2,60-2,86 cfu / cm².

Pada industri telur ayam belum ada penelitian mengenai penggunaan ozonisasi sebagai pembunuh mikroba. Kontaminasi bakteri pada telur ayam antara lain *Staphylococcus* yang tergolong patogen pada unggas. Bakteri *Staphylococcus* yang dapat mengontaminasi telur adalah *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus intermedius*, dan *Staphylococcus hyicus* (Thayer dan Waltman, 2008). Selain itu, kontaminasi bakteri *Salmonella* juga ditemukan pada telur. Cemaran *Salmonella* pada telur dapat berasal dari kotoran ayam dalam kloaka atau dalam kandang. Infeksi bakteri *Salmonella* tersebut dapat menimbulkan wabah penyakit, misalnya tifus oleh *Salmonella typhi*, paratifus oleh *Salmonella paratyphi* (Afifah, 2013).