II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi Telur Ayam Ras

Telur ayam ras adalah salah satu sumber pangan protein hewani yang populer dan sangat diminati oleh masyarakat. Hampir seluruh kalangan masyarakat dapat mengonsumsi telur ayam ras untuk memenuhi kebutuhan protein hewani. Hal ini karena telur ayam ras relatif murah dan mudah diperoleh serta dapat memenuhi kebutuhan gizi yang diharapkan (Lestari, 2009).

Telur ayam ras segar adalah telur yang tidak mengalami proses pendinginan dan tidak mengalami penanganan pengawetan serta tidak menunjukan tanda-tanda pertumbuhan embrio yang jelas, *yolk* belum tercampur dengan *albumen*, utuh, dan bersih (Standar Nasional Indonesia, 1995). Telur tersusun oleh tiga bagian utama yaitu kulit telur (kerabang), bagian cairan bening (*albumen*), dan bagian cairan yang berwarna kuning (*yolk*) (Rasyaf, 1990).

Telur ayam ras mempunyai kandungan protein yang tinggi dan susunan protein yang lengkap, akan tetapi lemak yang terkandung di dalamnya juga tinggi. Secara umum telur ayam ras dan telur itik merupakan telur yang paling sering di konsumsi oleh masyarakat (Sudaryani, 2003).

Perbedaan zat gizi telur ayam ras dengan telur itik dan telur puyuh dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbedaan kandungan gizi per 100 gram telur ayam ras dengan telur puyuh dan telur itik.

Zat gizi	Telur ayam	Telur puyuh	Telur itik
Energi (kkal)	143	158	185
Protein (g)	12,58	13,05	12,81
Total lemak (g)	9,94	11,09	13,77
Karbohidrat (g)	0,77	0,41	1,45
Kalsium/Ca (mg)	53	64	64
Besi/Fe (mg)	1,83	3,65	3,85
Magnesium/Mg (mg)	12	13	17
Fosfor/P (mg)	191	226	220
Kalium/K (mg)	134	132	222
Natrium/Na (mg)	140	141	146
Seng/Zn (mg)	1,11	1,47	1,41
Tembaga/Cu (mg)	0,102	0,062	0,062
Mangan/Mn (mg)	0,038	0,038	0,038
Selenium/Se (mkg)	31,7	32,0	36,4
Thiamin (mg)	0,069	0,069	0,156
Riboflavin (mg)	0,478	0,478	0,404
Niasin (mg)	0,070	0,070	0,200
Asam Panthothenat (mg)	1,438	1,438	1,862
Vitamin B6 (mg)	0,143	0,143	0,250
Vitamin B12 (mkg)	1,29	1,58	5,40
Vitamin A (IU)	487	543	674
Vitamin E (mg)	0,97	1,08	1,34
Vitamin K (mkg)	0,3	0,3	0,4
Kolesterol (mg)	423	844	884

Sumber: USDA (2007)

Telur ayam ras merupakan telur yang paling umum dikonsumsi dan sangat bernutrisi tinggi. Telur ayam ras banyak mengandung berbagai jenis protein berkualitas tinggi. Pada *albumen* mengandung lima jenis protein yaitu *ovalbumin, ovomukoid, ovomucin, ovokonalbumin, dan ovoglobulin*, sedangkan pada *yolk* terdiri dari dua macam, yaitu *ovovitelin* dan *ovolitelin*. *Ovovitelin* adalah senyawa

protein yang mengandung fosfor (P), sedangkan *ovolitelin* sedikit mengandung fosfor tapi banyak mengandung belerang (S) (Budiman, 2009). Telur ayam ras termasuk mengandung semua jenis asam amino esensial bagi kebutuhan manusia. Asam amino esensial merupakan komponen utama penyusun protein yang tidak dapat diproduksi oleh tubuh. Telur ayam ras mengandung berbagai vitamin dan mineral, termasuk vitamin A, *riboflavin*, asam folat, vitamin B6, vitamin B12, *choline*, besi, kalsium, fosfor dan potassium (Buckle *et al.*, 2009).

Telur ayam ras juga merupakan makanan yang tergolong ekonomis serta merupakan sumber protein yang lengkap. Satu butir telur ayam ras berukuran besar mengandung sekitar 7 gram protein. Kandungan vitamin A, D, dan E terdapat dalam *yolk*. Telur ayam ras memang dikenal menjadi salah satu dari sedikit makanan yang mengandung vitamin D (Buckle *et al.*, 2009).

Satu *yolk* besar mengandung sekitar 60 kalori dan *albumen* mengandung sekitar 15 kalori. Satu *yolk* besar mengandung dua per tiga jumlah kolesterol harian yang dianjurkan yaitu 300 mg. Manfaat kolesterol antara lain membentuk hormon korteks adrenal yang penting bagi metabolisme dan keseimbangan garam dalam tubuh, baik untuk pertumbuhan jaringan otak dan syaraf, pembungkus jaringan syaraf dan melapisi membran sel, membuat vitamin D yang sangat bermanfaat untuk menyerap kalsium tubuh sehingga kesehatan tulang dapat terjaga, serta sebagai bahan baku pembentukan asam garam empedu yang meningkatkan pembuangan lemak. Lemak dalam telur juga terdapat dalam bagian *yolk*. Satu *yolk* juga mengandung separuh jumlah *choline* harian yang dianjurkan. *Choline* merupakan nutrisi yang penting untuk perkembangan otak dan juga sangat penting

untuk wanita hamil dan menyusui untuk memastikan perkembangan otak janin yang sehat (Buckle *et al.*, 2009).

Kandungan nutrisi telur ayam ras memang berbeda-beda tergantung dari makanan dan kondisi lingkungan induk ayamnya. Telur dari ayam ras yang diternakkan bebas di padang rumput mengandung asam lemak Omega-3 empat kali lebih banyak, vitamin E dua kali lebih banyak, beta-karoten dua sampai enam kali lebih banyak, dan kolesterol hanya separuh daripada kandungan telur dari ayam yang hanya diternakkan di kandang dengan penghangat buatan (Buckle *et al.*, 2009).

Telur ayam ras di Lampung rata-rata diproduksi oleh ayam petelur *Isa Brown* yang memiliki bulu berwarna coklat kemerahan serta termasuk ayam tipe medium. Standar *hen-day production* ayam petelur *Isa Brown* yaitu 95% pada puncak produksi dan *hen-housed production* 85% (Pokphand, 2005). Tabel produksi telur ayam ras petelur yang ada di provinsi Lampung dan Indonesia disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Produksi telur ayam ras petelur di provinsi Lampung dan Indonesia

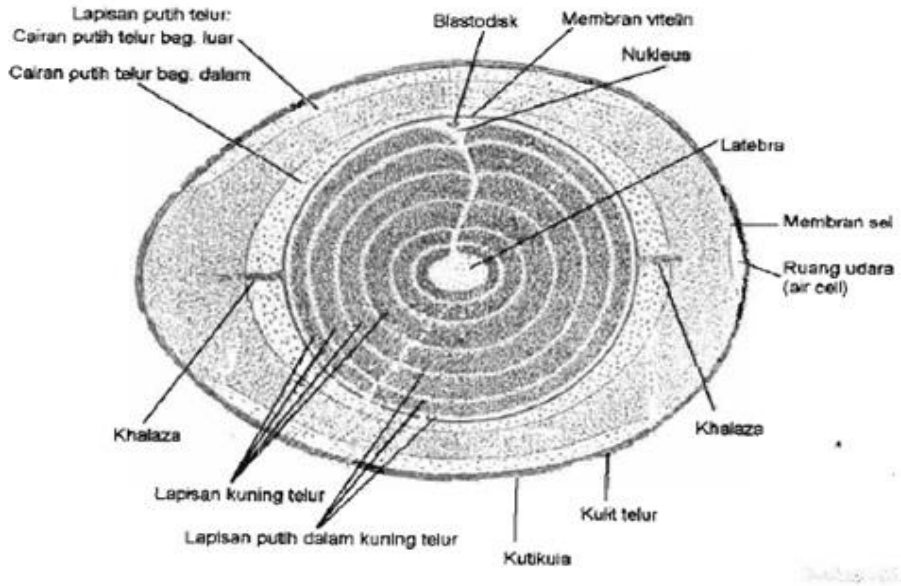
No	Provinsi/ Negara	Tahun				
		2009	2010	2011	2012	2013*)
				----ton----		
1	Lampung	34.231	40.470	44.878	61.335	82.391
2	Indonesia	909.519	945.635	1.027.845	1.139.946	1.223.718

Sumber : Direktorat Jenderal Peternakan, 2013

Keterangan : *) Angka sementara

B. Struktur dan Komposisi Telur

Struktur telur secara umum terdiri dari kerabang telur, *albumen*, dan *yolk.* Struktur bagian-bagian telur dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur telur

Kerabang telur terdiri atas membran kerabang telur *(outher shell membrane*) dan membran *albumen* (*inner shell membrane*). *Albumen* terdiri atas lapisan encer luar (*outer thin white*), lapisan encer dalam (*firm/ thick white),* lapisan kental (*inner thin white*), dan lapisan kental dalam (*inner thick white*). *Chalazae* yang membatasi *albumen* dan *yolk*. *Yolk* terdiri atas *membrane viteline*, *germinal disc,* dan *yolk sack* (Buckle *et al.*, 2007).

Telur yang diproduksi ayam ras petelur tidak selamanya mempunyai struktur yang normal. Ketidaknormalan telur tersebut dapat terjadi pada kerabang atau pada isi telur. Beberapa bentuk abnormalitas telur unggas dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Abnormalitas telur ayam ras

Macam abnormalitas	Penyebab
1. Telur tanpa kerabang	• Ayam terlalu muda sehingga kelenjar kerabang belum terbentuk • Kelenjar kerabang telur rusak sehingga tidak bisa mensekresi kalsium karbonat • Adanya gangguan pada ayam • Kadar garam dalam ransum atau air minum terlalu tinggi • Penyakit infeksi *bronchitis* dan *egg drop syndroms*
2. Kulit telur kasar seperti berpasir	• Gangguan pada ayam saat sedang bertelur sehingga telur bertahan lebih lama di salurannya • Perubahan program pencahayaan selama proses bertelur • Kekurangan air minum • Infeksi *bronchitis*
3. Kerabang telur mengerut sebelah	• Ayam merasa ketakutan akan gangguan dari luar maupun dalam • Perubahan dalam program pemberian cahaya
4. Bercak darah di dalam telur	• Pecahnya pembuluh darah di dalam ovarium dan saluran telur
5. Bercak daging pada isi telur	• Proses penuaan pada ayam
6. Telur tanpa *yolk*	• Adanya rangsangan (kejutan) sehingga ada benda asing (bekuan darah dari pendarahan) yang masuk ke oviduk yang akan diperlakukan sama seperti *yolk* sampai akhirnya telur keluar
7. Telur dengan dua *yolk* dan telur di dalam telur	• Dua sel telur masuk secara bersamaa • Sebuah sel telur masak dan masuk ke dalam oviduk, bersamaan dengan itu terjadi pelepasan sel telur yang lain
8. Telur di dalam telur	• Setelah *yolk* melewati semua bagian oviduk sehingga membentuk telur yang sempurna, adanya gerakan anti-peristaltik maka telur yang sudah sempurna kembali ke infundibulum, telur yang sempurna tersebut diperlakukan sama halnya seperti *yolk* baru dilepaskan ovarium. Gerakan anti-peristaltik ini terjadi akibat ayam kaget (terkejut).

Sumber: Kurtini *et al.* (2014)

1. Kerabang telur

Kerabang telur merupakan bagian terluar yang membungkus isi telur dan berfungsi mengurangi kerusakan fisik maupun biologis, serta dilengkapi dengan pori-pori kerabang yang berguna untuk pertukaran gas dari dalam dan luar kerabang telur (Sumarni dan Djuarnani, 1995).

Komposisi kerabang telur terdiri atas 98,2% kalsium, 0,9% magnesium dan 0,9% fosfor (Stadelman dan Cotteril, 1973). Kerabang telur dilindungi oleh lapisan kutikula luar dan membran kerabang dalam (Yamamoto *et al*., 1996). Pada bagian kerabang telur ditemukan dua selaput (membran), yaitu membran kerabang telur (*outer shell membrane*) dan membran *albumen* (*inner shell membrane*) yang berfungsi melindungi isi telur dari infiltrasi bakteri dari luar (Kurtini *et al.*, 2011).

Pada kerabang telur terdapat pori-pori. Banyaknya pori-pori per butir telur ayam ras berkisar antara 7.000--17.000 yang digunakan untuk pertukaran gas. Pori-pori tersebut berukuran 0,01--0,07 µm dan tersebar di seluruh permukaan telur. Kerabang telur pada bagian tumpul memiliki jumlah pori-pori per satuan luas lebih banyak dibandingkan dengan pori-pori bagian yang lain (Kurtini *et al.*, 2011).

Tebal kerabang telur ayam ras berkisar antara 0,330--0,350 mm. Tebalnya kerabang telur dipengaruhi beberapa faktor yaitu: umur, tipe ayam, zat-zat makanan, peristiwa faal dari organ tubuh, stres, dan komponen lapisan kerabang telur. Kerabang yang tipis relatif berpori lebih banyak dan besar, sehingga

mempercepat turunnya kualitas telur akibat penguapan dan pembusukan lebih cepat (Steward dan Abbott, 1972).

Ada empat bagian yang membentuk kerabang telur, yaitu (a) kutikula, lapisan tipis sekali (3--10 mikron) dan tidak mempunyai pori-pori, tetapi sifatnya dapat dilalui gas; (b) lapisan bunga karang (*spongy/calcareous layer*) terdiri dari protein serabut yang berbentuk anyaman dan lapisan kapur ($CaCO_3$; $Ca(PO_4)_2$, $MgCO_3$, $Mg_3(PO_4)_2$; (c) lapisan mamalia (*mammilary layer*), sangat tipis, tebalnya 1/3 lapisan seluruh kerabang telur; dan (d) lapisan membran, terdiri dari 2 lapisan yang menyelubungi seluruh telur, tebalnya sekitar 65 mikron, semakin ke arah tumpul, semakin tebal (Kurtini *et al.*, 2011).

2. *Albumen* (putih telur)

Bagian *albumen* terdiri dari 4 lapisan yang berbeda kekentalannya, yaitu lapisan encer luar (*outer thin white*), lapisan encer dalam (*firm/thick white*), lapisan kental (*inner thin white*), dan lapisan kental dalam (*inner thick white/chalaziferous*). Perbedaan kekentalan ini disebabkan oleh perbedaan dalam kandungan airnya. Bagian *albumen* banyak mengandung air sehingga selama penyimpanan bagian ini pula yang mudah rusak. Kerusakkan terjadi terutama disebabkan oleh keluarnya air dari jala-jala *ovomucin* yang berfungsi sebagai pembentuk struktur *albumen* (Kurtini *et al*., 2011).

Persentase total *albumen* dari setiap ayam bervariasi, tergantung dari bangsa, kondisi lingkungan, umur ayam, umur telur (lama penyimpanan), dan ukuran

telur. *Albumen* mengandung total bahan padat sekitar 11--13% dan kadar protein menempati porsi yang paling besar (92%) (Kurtini *et al.*, 2011).

3. *Yolk* (kuning telur)

Yolk terletak di pusat telur dan berwarna kuning. *Yolk* terdiri atas dua tipe emulsi lipoprotein yaitu kuning agak tua dan kuning cerah. Warna *yolk* mulai dari kuning pucat sekali sampai orange tua kemerahan. Hal ini disebabkan oleh pigmen dalam pakan ternak ayam, seperti betakarotein (Brown, 2000). Persentase *yolk* sekitar 30--32% dari berat telur. Asam lemak yang banyak terdapat pada *yolk* adalah *linoleat*, *oleat* dan *stearat* (Bell dan Weaver, 2002).

Yolk terdiri dari 3 bagian, yaitu (a) *membran vitelin*, (b) *germinal disc*, dan (c) *yolk sack*

a. Membran *viteline*

Yolk dibungkus oleh *membran viteline* setebal 6--11 mm dan terdiri dari 4 lapis, yaitu *plasma membrane, inner layer, continous membrane,* dan *outer layer*. Membran *viteline* sebagian terbentuk di ovarium, dan lainnya di oviduct. Berat membrane *viteline* sekitar 50 mg. *Plasma membrane* dan *inner layer* dibentuk di ovarium, *continous membrane* serta *outer layer* kemungkinan dibentuk di infundibulum. *Plasma membrane* terdiri dari 90% air dan dari bagian padatnya 80--90% protein serta 3% lemak (Kurtini *et al.*, 2011).

b. *Germinal disc*

Germinal disc adalah bagian kecil dari ovum yang setelah terjadi ovulasi mengandung inti diploid *zygote*, dan jika tidak dibuahi adalah sisa dari haploid *pronucleus* betina. *Germinal disc* ini terbentuk dari sitoplasma *oocyte* dan mengandung *cytoplasmic inclusions* yang penting untuk aktivitas metabolisme normal dari perkembangan embrio. *Germinal disc* ini disebut *blastoderm* jika dibuahi dan *blastodisc* jika belum dibuahi oleh sperma (Kurtini *et al.*, 2011).

c. *Yolk sack* (kantung kuning telur)

Kantung embrio unggas yang mempunyai buluh-buluh darah telur menyelubungi *yolk*; buluh-buluh darah yang terdapat pada dinding *yolk sack* berfungsi menyerap zat-zat makanan dari *yolk* untuk embrio; *yolk sack* akan diserap masuk ke dalam rongga perut embrio pada saat menetas (Kurtini *et al*., 2011). *Yolk* sack tumbuh pada permukaan *yolk* sampai sempurna menjadi membrane viteline, menempel pada usus, dan sebelum menetas *yolk* sack dimasukan ke dalam rongga tubuh sebagai cadangan makanan anak ayam selama 96 jam.

C. Standarisasi dan Kualitas Internal Telur

Menurut Kurtini *et al.* (2011), standar dan pengkelasan telur (*grading*) ditunjukkan untuk penyediaan telur yang seragam, baik bentuk fisik maupun karakter kualitasnya. Dasar penetapan kelas (*grade*) dilihat dari telur yang utuh, *albumen*, dan *yolk*. Tabel persyaratan mutu fisik telur disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Persyaratan tingkatan mutu fisik telur

No	Faktor Mutu	Tingkatan mutu		
		Mutu I	Mutu II	Mutu III
1	Kondisi Kerabang a. Bentuk b. Kehalusan c. Ketebalan d. Keutuhan e. Kebersihan	 Normal Halus Tebal Utuh Bersih	 Normal Halus Sedang Utuh Sedikit noda kotor (stain)	 Abnormal Sedikit kasar Tipis Utuh Banyak noda dan sedikit kotor
2.	Kondisi Kantung Udara (dilihat dengan peneropongan) a. Kedalaman kantong udara b. Kebebasan bergerak	 < 0,5 cm Tetap di tempat	 0,5--0,9 cm Bebas bergerak	 >0,9 cm Bebas bergerak dan dapat terbentuk gelembung udara
3.	Kondisi Putih Telur a. Kebersihan b. Kekentalan c. Indeks	 Bebas bercak darah, atau benda asing lainnya Kental 0,134--0,175	 Bebas bercak darah, atau benda asing lainnya Sedikit encer 0,092--0,133	 Ada sedikit bercak darah, tidak ada benda asing lainnya Encer, *yolk* belum tercampur *albumen* 0,050--0,091
4	Kondisi Kuning Telur a. Bentuk b. Posisi c. Penampakan batas d. Kebersihan e. Indeks	 Bulat Di tengah Tidak jelas Bersih 0,458--0,521	 Agak pipih Sedikit bergeser dari tengah Agak jelas Bersih 0,394--0,457	 Pipih Agak kepinggir Jelas Ada sedikit bercak darah 0,330--0,393

Sumber: Badan Standarisasi Nasional (2008)

D. Hubungan Lama Penyimpanan Terhadap Penurunan Kualitas Internal

Bahan pangan seperti telur ayam ras mempunyai sifat mudah rusak. Telur ayam ras akan mengalami penurunan kualitas seiring lamanya penyimpanan. Selama 14 hari penyimpanan pada suhu ruang, telur akan mengalami penurunan kualitas, bahkan akan segera membusuk (Hadiwiyoto, 1983).

Prinsip penyimpanan telur adalah mencegah evaporasi air, keluarnya CO_2 dari dalam isi telur, dan mencegah masuknya mikroba ke dalam telur selama penyimpanan. Telur ayam ras akan tetap dalam keadaan segar sampai berumur 7 hari dengan penyimpanan yang baik (Kandi, 1992). Lama dan suhu dalam penyimpanan telur memengaruhi kualitas fisik telur. Penyimpanan telur ayam ras konsumsi pada suhu ruang dengan kelembaban 80--90% dapat mempertahankan kualitas telur selama 14 hari setelah ditelurkan (Badan Standarisasi Nasional, 2008). Suhu penyimpanan telur terbaik adalah 10ºC dan kelembaban ruang penyimpanan tidak boleh < 60% atau > 80% (Kurtini *et al.*, 2014).

Penurunan berat telur ayam ras merupakan salah satu perubahan yang nyata selama penyimpanan dan berkorelasi hampir linier terhadap waktu di bawah kondisi lingkungan yang konstan. Kecepatan penurunan berat telur dapat diperbesar pada suhu tinggi dan kelembaban rendah. Kehilangan berat sebagian besar disebabkan oleh penguapan air terutama pada bagian *albumen*, dan sebagian kecil penguapan gas-gas seperti CO_2, NH_3, N_2, dan sedikit H_2S akibat degradasi komponen protein telur (Kurtini *et al.*, 2011).

Telur ayam ras yang disimpan pada suhu ruang dengan kelembaban udara yang rendah akan mengalami penyusutan berat lebih cepat dibandingkan dengan telur ayam ras yang disimpan pada suhu ruang dengan kelembaban udara yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh kelembaban yang rendah selama penyimpanan akan mempercepat penguapan karbondioksida dan air dari dalam telur, sehingga penyusutan berat akan lebih cepat (Stadelman dan Cotterill, 1995). Berbeda dengan kelembaban, semakin tinggi suhu maka CO_2 yang hilang lebih banyak, sehingga menyebabkan pH *albumen* meningkat dan kondisi kental *albumen* menurun (Indratiningsih, 1984).

Indeks *albumen* menurun dengan cepat pada awal penyimpanan telur ayam ras dan kemudian penurunan indeks *albumen* berjalan lambat dengan meningkatnya umur penyimpanan telur ayam ras (Syamsir, 1993). Bertambahnya umur telur ayam ras mengakibatkan *albumen* menjadi encer dan akan bercampur dengan *yolk*. Hal ini disebabkan oleh kenaikan pH pada *albumen* akibat hilangnya CO_2 yang lebih lanjut mengakibatkan serabut *ovomucin* berbentuk jala akan rusak dan pecah sehingga bagian cair dari *albumen* menjadi encer dan tinggi *albumen* menjadi berkurang (Hintono, 1997).

Indeks *yolk* pada telur ayam ras umur dua hari mengalami penurunan yang sangat nyata jika dibandingkan dengan indeks *yolk* telur ayam ras umur 0 hari. Indeks *yolk* pada umur 0 hari adalah 0,489 yang menurun menjadi 0,445 (Syamsir, 1993).

Penyimpanan dapat meningkatkan nilai pH telur. Meningkatnya nilai pH telur terjadi karena penguraian senyawa $NaHCO_3$ menjadi NaOH dan CO_2. NaOH yang dibentuk akan diurai menjadi Na^+ dan OH^- sedangkan CO_2 yang dibentuk

akan menguap, sehingga meningkatkan pH *albumen*. Peningkatan pH tersebut akan membentuk ikatan kompleks *ovomucin-lysozyme* yang menyebabkan kondisi *albumen* menjadi encer (Budiman dan Rukmiasih, 2007).

E. Hubungan Warna Kerabang Terhadap Kualitas Internal

Warna kerabang telur ayam ras dibedakan menjadi dua warna utama, cokelat muda dan cokelat tua. Perbedaan warna ini dipengaruhi oleh genetik dari masing-masing ayam (Romanoff dan Romanoff, 1963). Warna cokelat pada kerabang dipengaruhi oleh *phorpirin* yang tersusun dari *protophorpirin*, *koprophorpirin*, *urophorpirin*, dan beberapa jenis *phorpirin* yang belum teridentifikasi (Miksikk *et al.*, 1996). Warna kerabang selain dipengaruhi jenis pigmen juga dipengaruhi oleh konsentrasi pigmen warna telur dan juga struktur dari kerabang telur (Hargitai *et al.*, 2011).

Telur ayam ras dengan warna cokelat tua lebih kuat dan tebal dibandingkan dengan telur berwarna cokelat muda (Joseph *et al.*, 1999). Menurut penelitian Gosler *et al.* (2005), pigmen *protophorpirin* pada telur cokelat memiliki hubungan dengan ketebalan kerabang. *Protophorpirin* memiliki fungsi dalam pembentukan kekuatan struktur kerabang.

Intensitas warna cokelat kerabang telur ayam ras berpengaruh nyata terhadap penyusutan berat telur. Telur ayam ras dengan warna kerabang cokelat muda menunjukkan penyusutan berat yang berbeda nyata dibandingkan dengan telur yang berwarna cokelat tua dan cokelat, sedangkan telur dengan warna cokelat tua penyusutan beratnya tidak berbeda nyata dengan telur yang berwarna cokelat.

Penyusutan berat tertinggi yaitu telur dengan kerabang berwarna cokelat muda dengan penyusutan berat rata-rata sebesar 3,51 ± 2,33% (Jazil *et al.*, 2012).

Telur ayam ras dengan warna cokelat muda lebih cepat kehilangan beratnya dibandingkan dengan telur yang memiliki intensitas warna lebih tua. Telur dengan warna cokelat muda lebih cepat penyusutannya karena ketebalan kerabangnya paling tipis jika dibandingkan dengan telur yang berwarna cokelat dan cokelat tua. Telur dengan warna kerabang cokelat tua memiliki ketebalan kerabang rata-rata 0,29 ± 0,01 mm, telur yang berwarna cokelat ketebalan kerabangnya 0,25 ± 0,01 mm dan ketebalan kerabang telur yang berwarna cokelat muda adalah 0,22 ± 0,04 mm (Jazil *et al.*, 2012).

Hal ini sesuai dengan pendapat Joseph *et al.* (1999) yang meyatakan bahwa telur dengan kerabang cokelat tua lebih tebal dan kuat jika dibandingkan dengan telur yang memiliki kerabang cokelat muda. Menurut Haryono (2000), kerabang telur yang lebih tipis relatif berpori lebih banyak dan besar sehingga mempercepat turunnya kualitas telur akibat penguapan.

F. Kualitas Internal Telur

Penilaian utama untuk menilai kualitas internal telur dilakukan terhadap *albumen* dan *yolk*. Pengukuran bagian internal telur dapat dilakukan dengan metoda pengukuran indeks *albumen*, indeks *yolk*, dan pH telur.

1. Indeks *albumen*

Indeks *albumen* yaitu perbandingan antara tinggi *albumen* kental (mm) dan rata-rata diameter terpanjang dan terpendek dari *albumen* kental (mm). Pada telur

yang baru ditelurkan, indeks *albumen* berkisar antara 0,050--0,174, indeks ini menurun karena penyimpanan telur (Kurtini *et al*., 2011).

Berdasarkan hasil penelitian Syamsir (1993), pada telur ayam ras umur 2 hari telah terjadi penurunan indeks *albumen* yang sangat nyata jika dibandingkan indeks *albumen* telur ayam ras pada umur 0 hari. Nilai indeks *albumen* telur ayam ras 0 hari adalah 0,092 menurun menjadi 0,051. Indeks *albumen* menurun dengan cepat pada awal penyimpanan telur, dan kemudian penurunan nilai indeks *albumen* berjalan lambat dengan meningkatnya umur penyimpanan telur. Indeks *albumen* diukur dari perbandingan antara tinggi dengan lebar *albumen* kental. Telur yang masih segar mempunyai *albumen* kental yang ditandai dengan tingginya lapisan *albumen* kental. Dengan meningkatnya umur telur, tinggi lapisan kental itu akan menurun karena terjadinya perubahan struktur gelnya (Syamsir, 1993).

Pengenceran bagian *albumen* kental terjadi karena adanya kerusakan fisikokimia dari serabut *ovomucin* yang menyebabkan keluarnya air dari jala-jala yang telah dibentuknya. *Ovomucin* merupakan glikoprotein berbentuk serabut dan dapat mengikat air membentuk struktur gel (Stadelman dan Cotteril,1973). Abbas (1989) menyatakan bahwa berkurangnya tinggi *albumen* akibat migrasi air dari *albumen* ke *yolk* mengakibatkan interaksi antara *lysozyme* dengan *ovomucin* yang menyebabkan berkurangnya daya larut *ovomucin* dan merusak kekentalan *albumen*.

2. Indeks *yolk*

Indeks *yolk* yaitu perbandingan antara tinggi dan lebar *yolk.* Indeks *yolk* berkisar antara 0,330--0,500. Semakin lama telur disimpan, indeks *yolk* turun akibat merembesnya air dari *albumen* ke *yolk* (Kurtini *et al.,* 2011).

Syamsir (1993) dalam penelitiannya menyatakan bahwa indeks *yolk* telur ayam ras umur 2 hari mengalami penurunan yang sangat nyata jika dibandingkan dengan indeks *yolk* telur ayam ras umur 0 hari. Indeks *yolk* telur ayam ras pada umur 0 hari adalah 0,489 yang menurun menjadi 0,445.

Indeks *yolk* telur ayam ras berbanding lurus dengan tinggi *yolk.* Dengan meningkatnya umur telur, *yolk* semakin rata sehingga tingginya semakin rendah karena terjadinya penurunan elastisitas *membrane viteline* (Sirait, 1986). Hal ini terjadi karena perbedaan tekanan osmotik akibat adanya proses penguapan air dari bagian *albumen.* Adanya perbedaan tekanan tersebut menyebabkan aliran air yang kontinyu dari bagian *albumen* ke membran *viteline* dan mengakibatkan membesarnya bagian *yolk* (Romanoff dan Romanoff, 1963).

Perembesan H_2O dapat menyebabkan peregangan dan pecahnya membran *viteline* sehingga terjadi pencampuran *albumen* dan *yolk* (Abbas, 1989). Penurunan indeks *yolk* merupakan fungsi dari membran *viteline*. Semakin lama penyimpanan, membran *viteline* mudah pecah karena kehilangan kekuatan dan menurunnya elastisitas sehingga indeks *yolk* menurun setelah disimpan selama beberapa minggu (Kurtini *et al.,* 2011).

3. pH telur

Telur ayam ras yang baru ditelurkan pHnya sekitar 7,8 tetapi selama penyimpanan dapat meningkat menjadi 9,5 atau lebih pada telur kualitas rendah (Kurtini *et al.*, 2011). Menurut penelitian Sihombing (2014), pH telur yang baru ditelurkan berkisar 7,60--7,90. Peningkatan pH telur disebabkan oleh penguapan CO_2 yang mengakibatkan berubahnya konsentrasi *hydrogen* (Kurtini *et al.*, 2011).

Perubahan kandungan CO_2 dalam *albumen* akan mengakibatkan perubahan pH *albumen* menjadi basa. Selama penyimpanan pH telur ayam ras semakin meningkat dari pH segar 8,12 menjadi 9,26 setelah 7 hari masa simpan dan 9,43 setelah 14 hari masa simpan (Jazil *et al.*, 2012).

Kurtini *et al.* (2011) menyatakan bahwa konsentrasi ion bikarbonat dan karbonat dipengaruhi CO_2. Banyaknya CO_2 yang hilang melalui pori-pori kerabang telur mengakibatkan konsentrasi ion bikarbonat dalam *albumen* menurun dan merusak sistem *buffer*. Hal tersebut menjadikan *albumen* dan *yolk* bersifat basa sehingga mengakibatkan peningkatan pH telur (Romanoff dan Romanoff, 1963).