

ILMU PENGETAHUAN TELUR

Antonius Hintono



ILMU PENGETAHUAN TELUR

Oleh:
ANTONIUS HINTONO



UNDIP PRESS
SEMARANG
2022

ILMU PENGETAHUAN TELUR

Oleh:

ANTONIUS HINTONO

Uk. 15,5cm x 23cm (xii + 132 hlm)

ISBN : 978-979-097-959-8



diterbitkan oleh :
**UNDIP PRESS
SEMARANG**

Anggota APPTI 003.151.1.3.2022

Anggota IKAPI 246/Anggota Luar Biasa/JTE/2022

Revisi 0, Tahun 2022

Dicetak oleh:

UNDIP Press Semarang

Isi di luar tanggung jawab percetakan

Diizinkan menyitir dan menggandakan isi buku ini dengan memberikan apresiasi sebagaimana kaidah yang berlaku.

KATA PENGANTAR

Telur merupakan komoditas yang sangat familiar di kalangan masyarakat luas. Disamping secara kodrati telur merupakan substansi perkembangbiakan suatu individu, telur juga merupakan bahan pangan serba guna. Ilmu terkait dengan telur diajarkan di berbagai program studi berbasis hayati, pangan dan kesehatan, baik sebagai matakuliah tersendiri maupun sebagai bagian dari pokok bahasan matakuliah tertentu di perguruan tinggi, diantaranya di Program Studi (PS) Peternakan, PS Ilmu dan Teknologi Pangan, PS Gizi dsb.

Guna memperkaya pengetahuan masyarakat dan menunjang mata kuliah terkait bagi mahasiswa, maka perlu kiranya disusun suatu buku referensi yang mengungkap tentang seluk beluk telur.

Dengan memuji syukur kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, penulis dengan pengalamannya bertahun-tahun sebagai pengajar dan sekaligus praktisi bidang telur dapat menuangkan dalam bentuk buku Ilmu Pengetahuan Telur.

Di dalam buku ini diungkapkan berbagai karakteristik telur, baik fisik, kimiawi, maupun biologis termasuk mikrobiologis. Berbagai jenis telur unggas dikenal dan diperdagangkan di masyarakat diantaranya telur ayam, telur itik, telur puyuh, namun secara komersial telur ayam yang paling dominan dijumpai; oleh karena itu, disamping pula karena semua telur unggas pada dasarnya mempunyai struktur yang sama, maka di dalam buku ini lebih banyak telur ayam yang dibahas dan yang dipakai sebagai contoh.

Walaupun mungkin masih banyak kekurangan-kekurangannya, namun penulis yakin bahwa buku ini akan dapat meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang telur, serta

memudahkan dan membantu mahasiswa dalam mempelajari dasar-dasar ilmu dan teknologi telur.

Penulis masih terus berusaha untuk memperbaiki, menambah materi, memenuhi kekurangan-kekurangan guna menyempurnakan buku ini, oleh karenanya segala kritik, saran dan masukan dari semua pihak sangat diharapkan.

Harapan penulis, semoga buku ini dapat bermanfaat bagi para akademisi, khususnya mahasiswa, praktisi ataupun pihak-pihak yang membutuhkannya.

Semarang, 24 Mei 2022

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR ILUSTRASI	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Telur sebagai Sel Reproduksi.....	1
B. Telur sebagai Bahan Pangan	2
C. Fungsi Telur dalam Preparasi Makanan.....	4
D. Kegunaan Lain	5
E. Telur dalam Kepercayaan dan Tradisi.....	7
Daftar Pustaka.....	9
BAB II STRUKTUR TELUR.....	11
A. Yolk (Kuning Telur)	12
B. Albumen (Putih Telur).....	13
C. <i>Shell Membrane</i> (Membran Cangkang)	14
D. <i>Shell</i> (Cangkang).....	15
Daftar Pustaka.....	18
BAB III PEMBENTUKAN TELUR	21
A. Ovarium.....	22
B. Oviduct.....	25
C. Peneluran	31
D. <i>Clutch</i>	32
Daftar Pustaka.....	33
BAB IV MORFOLOGI TELUR	35
A. Bentuk.....	35

B. Ukuran.....	37
C. Warna.....	39
D. Tekstur (Keadaan Permukaan Cangkang)	41
E. Spesifikasi Standar Telur Ayam :	41
F. Abnormalitas Morfologis Telur	41
Daftar Pustaka	41
 BAB V ABNORMALITAS TELUR	43
A. Abnormalitas Eksternal	43
B. Abnormalitas Internal	49
Daftar Pustaka	54
 BAB VI KUALITAS TELUR	55
A. Kualitas Eksterior	55
B. Kualitas Interior	59
C. Perubahan-perubahan pada Telur Selama Penyimpanan	69
D. Mempertahankan Kualitas Telur	73
E. <i>Grading</i> Telur	76
Daftar Pustaka	80
 BAB VII KIMIA TELUR	83
A. Komposisi Kimia Telur	83
B. Beberapa Sifat Fisikokimiawi Telur	98
Daftar Pustaka	103
 BAB VIII MIKROBIOLOGI TELUR	105
A. Kontaminasi	105
B. Penetrasi Mikroorganisme kedalam Telur	107
C. Pertahanan Telur terhadap Mikroorganisme	109

D. Migrasi Mikroorganisme ke Yolk dan Multiplikasinya dalam Yolk.....	113
E. Mikroorganisme dalam Telur dan Kerusakan	114
Daftar Pustaka.....	117
 GLOSARIUM.....	 119
INDEKS.....	123
Tentang Penulis.....	131

DAFTAR TABEL

Tabel 1	Komposisi Proporsional Telur	12
Tabel 2	Perkiraan Panjang Bagian-bagian Oviduct dan Interval Waktu dalam Pembentukan Telur.	32
Tabel 3	<i>Shape Index</i> Beberapa Spesies Unggas.	36
Tabel 4	Kelas-kelas Berat Telur Konsumsi Amerika Serikat.	76
Tabel 5	Grade Telur Konsumsi di Amerika Serikat.	77
Tabel 6	Grade dan Persyaratan Mutu Fisik Telur Ayam.....	79
Tabel 7	Komposisi Kimia Telur dan Komponen-komponennya.....	84
Tabel 8	Komposisi Cangkang Telur (%).	85
Tabel 9	Kadar Air Lapisan-lapisan Albumen.	86
Tabel 10	Beberapa Protein Albumen Telur	88
Tabel 11	Komposisi Unsur-unsur dalam Albumen dan Yolk	95
Tabel 12	Berat dan Komposisi Proksimat Yolk Telur Ayam dan Yolk Telur Itik	96
Tabel 13	Protein Yolk dan Distribusinya.....	97
Tabel 14	Komposisi Carotenoid Yolk.	98
Tabel 15	Peningkatan Volume Berbagai-bagai Lapisan Albumen yang Dikocok secara Terpisah.....	100
Tabel 16	Tipe Mikroorganisme yang Ada pada Cangkang Telur Ayam.....	109

DAFTAR ILUSTRASI

Ilustrasi 1	Struktur dan Bagian-bagian Telur	11
Ilustrasi 2	Diagram Struktur Cangkang Telur.....	16
Ilustrasi 3	Ovarium dan Oviduct	21
Ilustrasi 4	Diagram Terjadinya Cangkang secara Kimia	29
Ilustrasi 5	Oviduct dengan Cangkang di Daerah Uterus.....	30
Ilustrasi 6	Macam-macam Bentuk Telur	36
Ilustrasi 7	Warna Cangkang Telur Ayam dengan Intensitas Warna Coklat yang Berbeda.....	40
Ilustrasi 8	<i>Soft-shell Egg</i> dari Ayam Isa Brown Muda (Umur 24 Minggu) yang Mulai Bertelur.....	44
Ilustrasi 9	Telur Bercangkang Tipis	45
Ilustrasi 10	<i>Rough Shell Egg</i>	46
Ilustrasi 11	Telur Tepos	46
Ilustrasi 12	<i>Chalky-shelled Egg</i>	47
Ilustrasi 13	<i>Corrugated Eggs</i>	48
Ilustrasi 14	<i>Egg with Attachment</i>	48
Ilustrasi 15	Telur Kerdil.....	49
Ilustrasi 16	<i>Double Yolked Egg</i>	51
Ilustrasi 17	<i>Yolkless Egg</i> dengan Bentuk Lebih Kecil daripada Telur Normal (Telur Itik).	52
Ilustrasi 18	Ukuran Telur dalam Telur Lebih Besar daripada Telur Normal dengan Cangkang Tipis dan Warna Lebih Pucat.	53
Ilustrasi 19	Telur dalam Telur	53
Ilustrasi 20	Telur Bercangkang Lunak dalam Telur Bercangkang Lunak	54
Ilustrasi 21	Telur salah bentuk	56
Ilustrasi 22	Telur dengan Cangkang Retak dan Pecah.....	58
Ilustrasi 23	Bayangan yolk yang tampak pada candling.....	61

Ilustrasi 24	Blood Spot yang Tampak pada Saat Candling dan Pemecahan Telur.	62
Ilustrasi 25	Kipas Warna Kuning Telur.....	65
Ilustrasi 26	Perbandingan antara Telur Segar dan Telur yang Disimpan.....	66
Ilustrasi 27	Perubahan Yolk Index dari Telur yang Disimpan pada Temperatur yang berbeda (Romanoff dan Romanoff, 1949).	68
Ilustrasi 28	Perubahan Albumen Index dari Telur yang Disimpan pada Temperatur yang Berbeda (Romanoff dan Romanoff, 1949).	68
Ilustrasi 29	Perubahan Haugh Unit dari Telur yang Disimpan pada Temperatur yang Berbeda (Orr dan Fletcher, 1973).	69
Ilustrasi 30	Ukuran Rongga Udara dan Grade Telur.....	70
Ilustrasi 31	Perubahan Kualitas Telur selama Penyimpanan.	72
Ilustrasi 32	Bagan yang Menunjukkan Kualitas Interior Telur Menurut Grade Standard Amerika Serikat dengan Memperhatikan Kualitas Albumen dan Kualitas Yolk.	78

BAB I

PENDAHULUAN

Pada mulanya, telur pada semua spesies hewan berperan dalam perkembangbiakan guna meneruskan kehidupan; telur merupakan mata rantai yang esensial dalam siklus reproduksi kehidupan hewan. Telur bangsa burung mengandung segala macam zat-zat esensial, termasuk zat-zat makanan, yang dibutuhkan untuk membentuk individu baru hingga menetas. Zat-zat makanan tersebut esensial juga bagi manusia. Oleh karena kandungan zat-zat makanan dan juga rasanya yang lezat, telur telah digunakan sebagai bahan pangan manusia sejak zaman prasejarah. Dan kini, telur juga telah digunakan sebagai bahan baku industri untuk diolah menjadi produk pangan maupun nonpangan.

A. Telur sebagai Sel Reproduksi

Sebutir telur, seperti halnya susu, merupakan hasil sekresi dari sistem reproduksi; mekanisme endokrin, metabolik dan fisiokimiawi penelurannya hampir sama seperti laktasi pada hewan mamalia.

Telur bangsa burung lebih besar daripada telur mamalia karena telur burung harus mengandung makanan untuk menyokong perkembangan embrio yang tidak berada di dalam tubuh induknya. Hal ini berbeda dengan kebanyakan mamalia yang perkembangan embrionalnya terjadi di dalam tubuh induk dan mendapatkan makanan langsung dari induknya setelah implantasi sampai siap lahir. Lagi pula embrio burung lebih tergantung pada zat-zat makanan telur sampai beberapa saat setelah menetas daripada bayi mamalia yang sudah dapat bergantung pada zat-zat makanan susu induknya disamping juga

mempunyai zat-zat makanan dalam hati dan jaringan tubuh yang lain.

Jadi telur burung merupakan suatu sel reproduktif yang paling kompleks. Telur yang telah dibuahi oleh sel kelamin jantan (mengalami fertilisasi) disebut telur fertil, yang secara komersial sering disebut telur tetas.

B. Telur sebagai Bahan Pangan

Sejak jaman purbakala, telur sudah dikenal sebagai bahan pangan yang mempunyai arti penting; orang-orang primitif mengambil telur-telur burung liar dari sarangnya untuk dimakan. Telur dianggap lezat pada jaman itu, dan merupakan makanan pokok disamping bahan makanan lain.

Ayam betina domestik dapat bertelur secara terus-menerus tanpa kawin ataupun tanpa adanya rangsangan dari ayam jantan. Fenomena biologis ini telah dimanfaatkan manusia secara komersial dalam memproduksi telur infertil untuk konsumsi manusia. Hingga kini telur masih disukai banyak orang; tidak ada bahan pangan asal hewan yang dimakan dan disukai orang seperti telur. Kepopuleran telur tidak hanya karena gampang diperoleh dan mempunyai kegunaan yang luas dalam masak-memasak, tetapi lebih dari itu karena tingginya nilai gizi telur yang hampir tidak terkalahkan oleh bahan pangan lain; bahkan telur dapat dikatakan sebagai makanan yang hampir sempurna. Hal ini sesuai dengan kodrat telur yang menyediakan semua kebutuhan esensial untuk membentuk anak ayam (atau unggas yang lain). Telur banyak mengandung protein, lemak, vitamin dan mineral.

Protein telur berkualitas tinggi, dan dikenal sebagai protein seimbang (*balanced protein*), mengandung semua asam amino esensial bagi pertumbuhan dan pemeliharaan jaringan

tubuh manusia. Asam amino telur berada dalam keseimbangan yang baik bagi kebutuhan protein manusia. Perhatian penting lain dari protein telur dalam nutrisi manusia adalah kandungan metionin, salah satu asam amino esensial, yang begitu tinggi. Asam amino esensial ini kurang atau dijumpai dalam jumlah yang sangat rendah dalam sereal dan banyak pangan yang dikonsumsi dalam jumlah besar (Stevenson dan Miller, 1962). Dua butir telur bisa menyediakan 35-121 persen dari kebutuhan asam amino esensial per hari.

Lemak telur mudah dicerna dan merupakan sumber energi bagi tubuh. Telur kaya akan asam lemak esensial terutama asam oleat. Lemaknya mengandung asam lemak tak jenuh dengan proporsi yang tinggi. Telur mengandung hampir semua vitamin yang telah teridentifikasi, kecuali vitamin C (*ascorbic acid*). Telur merupakan sumber vitamin A, D, B₁, dan riboflavin. Walaupun lebih dari setengah kandungan riboflavin telur terdapat dalam putih telur, kebanyakan vitamin lain dijumpai hanya dalam kuning telur. Kuning telur merupakan sumber vitamin A yang paling berharga karena hanya lemak susu, hati dan telur yang mengandung vitamin ini dalam keadaan *pre-formed*nya. Kuning telur juga mengandung pigmen karoten kuning dalam jumlah yang beragam, yang bisa sebagian atau seluruhnya dikonversikan ke vitamin A oleh tubuh manusia. Vitamin D juga terdapat dalam kuning telur. Vitamin D merupakan zat gizi esensial bagi absorpsi dan metabolisme kalsium dan fosfor. Vitamin B₁₂ merupakan vitamin yang dipercaya hanya ada di dalam pangan hewani, termasuk juga didalam telur. Walaupun jumlah Vitamin B₁₂ dalam sebutir telur relatif kecil dan bervariasi (0,028 mg/telur), tetapi keberadaannya memberikan faktor dalam nilai biologis yang tinggi pada protein telur. Hal ini disebabkan karena dipercayai

bahwa ada keterkaitan (*interrelationship*) antara vitamin B₁₂ dan metabolisme asam amino.

Telur merupakan sumber mineral besi (Fe) dan fosfor (P) yang baik. Sebagian besar Fe terdapat dalam kuning telur. Mineral penting lainnya yang dapat disuplai dari telur adalah Sodium (Na), Potassium (K), Sulfur (S), Chlorine (Cl), Magnesium (Mg), Kalsium (Ca), Copper (Cu), Zinc (Zn), Iodine (I), dan Mangan (Mn). Mineral telur dengan mudah digunakan dalam nutrisi manusia. Persentase mineral yang ada mungkin tidak setinggi pangan lain, tetapi karena keberadaan mineral tersebut lebih mudah diabsorpsi saluran pencernaan, maka telur sebenarnya merupakan sumber mineral yang baik.

Walaupun telur kaya akan zat-zat makanan, namun secara komparatif telur berkalori rendah, yaitu kira-kira 80 kalori pada telur ayam yang berukuran besar (grade A) karena itu telur cocok untuk diet kalori rendah guna mengendalikan berat badan. Telur yang digunakan sebagai bahan pangan disebut telur konsumsi (*table egg*).

C. Fungsi Telur dalam Preparasi Makanan

Telur merupakan pangan serba guna, "*Eggs are versatile food*" (Knight dan Kotschever, 1979). Telur selain baik untuk hidangan atau sebagai *snack* juga dapat dicampur dengan baik bersama bahan-bahan pangan lain, dan berfungsi sebagai bahan pengembang (*leaven*), pengemulsi (*emulsifier*), pemertebal dan pengikat (*thickener and binder*), pemberi citarasa (*flavor*) dan pemberi warna makanan.

Telur mempunyai sifat unik yakni menghasilkan buih yang menyatu dengan udara ke dalam pangan, mengembangkan dan memberi tekstur ringan yang diharapkan

pada makanan tertentu. Baik putih telur maupun kuning telur dapat membentuk buih.

Kuning telur merupakan emulsifier (pengemulsi) yang baik bagi minyak atau lemak dengan air, karena protein kompleks (lesitin-protein) yang terkandung didalamnya membentuk lapisan (selaput) tipis di sekeliling globula minyak yang sangat kecil sehingga membuat stabil emulsi. Protein dan lemak (lipid) menyokong sifat-sifat mengemulsi telur. Mayonaise adalah contoh klasik dari emulsifikasi telur. Telur juga memainkan peranan penting dalam mengemulsikan lemak dan cairan dalam semua macam produk *bake* (roti).

Sifat telur yang menggumpal atau berubah dari bentuk cair menjadi padat/setengah padat, biasanya karena proses panas pada temperatur tertentu, dimanfaatkan untuk mempertebal dan mengikat berbagai produk makanan; mempertebal *custards*, *puddings* dan *saucers*, membantu sebagai *binding agent* dalam *meat loaves*, “bergedel” dan di dalam *coating* untuk *breaded meats*.

Lebih dari 100 komponen volatil menyokong citarasa telur. Citarasa telur memberikan kesan alami, kaya, menyeluruh terhadap citarasa lain yang lebih ringan. Citarasanya cukup enak jika diaduk dengan baik bersama kebanyakan kelompok produk pangan.

Telur rebus dirajang, diiris kecil-kecil, atau dicacah merupakan *decorative agent* karena warna kuning dari kuning telurnya.

D. Kegunaan Lain

Selain untuk bahan pangan telur juga dapat digunakan dalam berbagai bidang non pangan, seperti halnya:

1. Pakan (makanan ternak), yaitu untuk :
 - *Pet food* (makanan hewan kesayangan).
 - Sumber mineral kalsium; cangkang telur giling dapat dipakai sebagai pengganti tepung kerang atau *limestone* dalam ransum ayam petelur atau ternak lain.
 - Makanan tambahan bagi ternak pejantan seperti babi pejantan dan sapi pejantan.

2. Pupuk

Kelebihan telur, sisa-sisa cangkang dari *hatchery* (penetasan) bisa dikeringkan dan digiling untuk pupuk.

3. Biologis

- Protein termasuk lysozyme dari telur dapat digunakan sebagai reagen bakterisidal dan agen antimikrobal dalam pangan (Gibbins dan Brazolot, 1994).

- Untuk kultur media

Kuning telur merupakan medium yang baik bagi pertumbuhan mikroorganisme.

- Medis dan farmasi

Avidin sebagai komponen dari sistem *labelling* dalam diagnostik ovalbumin adalah penting bagi industri farmasi sebagai komponen *drug containing pellet* yang melepaskan medikasi pada waktu yang diperkirakan saat karier ovalbumin yang tidak berbahaya dicerna.

Kebanyakan imunoglobulin maternal (IgG) bangsa burung lewat dari ovarium ke kuning telur dan kemudian ke sirkulasi embryonik pada telur yang diinkubasikan. Sebaliknya IgM dan IgA dideposit ke dalam putih telur dan masuk saluran usus embrio oleh *engulpmnt* cairan amniotik. Setiap telur dapat mengandung sebanyak 500 mg

IgG yang dapat dieksploitasi dengan imunisasi ayam dengan ragam antigen yang luas (sebagai contoh : racun ular dan kalajengking); seperti antibodi dapat diisolasi dari yolk dalam bentuk murni yang tinggi dan pada titre yang tinggi.

IgGs ayam dapat menjadi agen propilaktik yang berharga dalam pencegahan *gastroenteritis* pada manusia dan ternak.

- *Purified protein*

Beberapa protein murni dapat diturunkan dari telur seperti: fosvitin, conalbumin, ovomucoid, lysozyme chloride dan avidin.

- Inseminasi buatan.

Kuning telur sebagai buffer dalam pengawetan semen pejantan.

4. Industri manufaktur

- Penyamakan kulit
- Kosmetik dan shampoo
- Perekat.

5. Seni

Melukis kulit telur merupakan suatu seni yang dikenal di seluruh dunia. Kulit telur juga dapat dibuat menjadi barang kerajinan tangan.

E. Telur dalam Kepercayaan dan Tradisi

Melalui sejarah dapat diketahui bahwa telur telah dihubungkan dengan *universe* (alam semesta), kreasi (daya cipta) dan kehidupan baru. Bangsa Mesir percaya bahwa Tuhannya, Ptah, menciptakan telur diluar matahari dan bulan, dan Phoenician berpendapat bahwa dua belahan telur sangat

besar yang telah dibelah membuka menghasilkan surga dan bumi. Dalam legenda Cina, alam semesta bagaikan telur, kuning telur (yolk) mewakili bumi dan putih surga. Orang awalnya memisahkan kuning dari putih, memperkenalkan idea (gambaran) putih telur, elemen jernih, sebagai “yang” dan kuning, bumi suram gelap, sebagai “yin”. Bagi bangsa Cina, telur merupakan simbol fertilitas, sehingga bila seorang anak lahir, orang tuanya memberikan telur berwarna sebagai kado untuk teman-temannya. Di Jepang telur dicat merah sebagai lambang keberuntungan dan kegembiraan.

Karena kaitannya dengan kehidupan baru, telur sering dianggap sebagai suatu *aphrodisiac* (perangsang birahi) dan pembantu fertilitas (kesuburan). Di Eropa Tengah petani menggosokkan telur pada bajaknya dengan harapan meningkatkan hasil panen dan di Perancis pengantin perempuan memecahkan sebutir telur di depan pintu rumah baru mereka untuk menjamin keluarga besar. Di Jawa ada acara adat perkawinan yang mengharuskan mempelai pria menginjak telur.

Di Kampung Jawa Denpasar-Barat, Bali ada tradisi Lebaran Telur. Telur dilombakan, telur disusun misalnya dalam bentuk pesawat, masjid, buah, bunga dll.

Pada perayaan Paskah umat Nasrani, telur tidak hanya dihias dan dimakan, namun juga merupakan bagian dalam permainan musiman. Permainan telur telah menjadi bagian pesta gembira Paskah setiap tahun yang konon diikuti Presiden Amerika Serikat di Gedung Putih.

Mengingat demikian luasnya penggunaan telur dan pentingnya telur dalam kehidupan masyarakat maka dipandang perlu untuk mengetahui seluk beluk telur secara ilmiah.

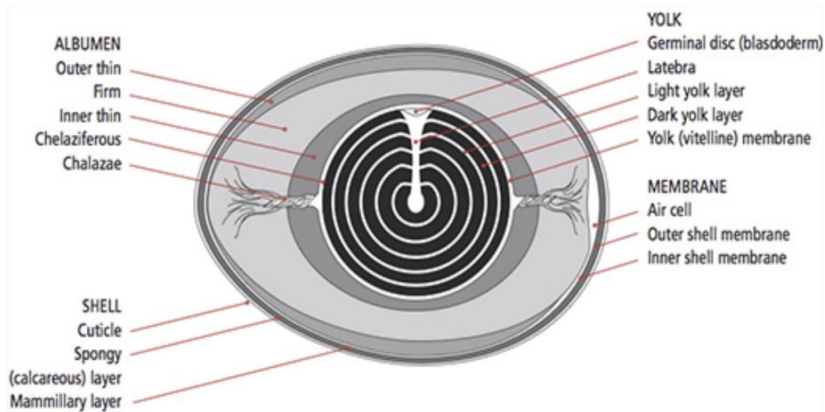
Daftar Pustaka

- Barker, A. 2003. *Egg: Wonderfull Ways with a Classic Ingredient*. Hermes House, London.
- Campbell, J.R. and J.K. Lasley. 1975. *The Science of Animal that Serve Mankind*. 2nd Ed. Mc Graw-Hill Book Company, New York.
- Gibbins, A.M.V and C.L. Brazolot. 1994. Novel products from genetic engineering of eggs. *World Poultry* 10 : 1-2.
- Gutierrez, M. A., H. Takahashi and L. R. Juneja. 1997. Nutritive evaluation of hen eggs. In T. Yamamoto, L. R. Juneja, H. Hatta and M. Kim (Ed). *Hen Eggs: Their Basic and Applied Science*. p 25 - 35. CRC Press, USA.
- Knight, J.B. and L.H. Kotschevar. 1979. *Quantity Food Production, Planning and Management*, CBI Publishing Company Inc., Boston, Massachusetts.
- Orr, H.L. and D.A. Fletcher. 1973. *Eggs and Egg Products*. Canada Department of Agriculture. Ottawa.
- Romanoff, A.L. and A.J. Romanoff. 1949. *The Avian Egg*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Stadelman, W.J. and O.J. Cotterill. 1990. *Egg Science and Technology*. 3rd Ed. The AVI Publishing Company Inc., West Port, Connecticut.
- Stevenson, G.T. and C. Miller. 1962. *Introduction to Foods and Nutrition*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Vail, G.E., R.M. Griswold, M.M. Justin and L.O. Rust. 1967. *Food*. 5th Ed. Houghton Mifflin Company, Boston.

BAB II

STRUKTUR TELUR

Telur semua spesies burung mempunyai struktur yang sama, namun berbeda dalam proporsi bagian-bagiannya. Telur tersusun atas 4 bagian utama yaitu *yolk* (kuning telur), *albumen* (putih telur), *shell membrane* (membran cangkang) dan *shell* (cangkang). Diagramatis struktur telur dan bagian-bagiannya dapat dilihat pada Ilustrasi 1.



Ilustrasi 1 Struktur dan Bagian-bagian Telur
(Sumber: weblab.deusto.es)

Rata-rata proporsi bagian-bagian telur berbeda diantara spesies burung/unggas, namun perbedaan tersebut tidak terlalu signifikan. Tabel 1 memperlihatkan komposisi proporsional bagian-bagian telur dari beberapa spesies unggas.

Tabel 1 Komposisi Proporsional Telur

Spesies	Berat (g)	Albumen (%)	Yolk (%)	Cangkang (%)	Referensi
Ostrich	1.400,0	53,4	32,5	14,1	Romanoff & Romanoff (1949)
Kalkun	88,0	58,8	31,4	9,8	Marsden & Martin (1945)
Itik ¹⁾	58,1	57,3	33,6	9,1	Panda <i>et al.</i> (1984)
Ayam	56,7	57,1	31,1	10,7	Panda & Singh (1992)
Puyuh	10,3	58,7	31,1	10,2	Singh & Panda (1987)

¹⁾Khaki Campbell

Sumber: Sales *et al.* (1996)

A. Yolk (Kuning Telur)

Yolk menyusun 30-33% berat telur. Yolk berbentuk hampir bulat, berwarna kuning sampai jingga tua, dan terletak di pusat telur. Zat yang memberi warna yolk adalah *xanthophyll* (xantofil), suatu pigmen carotenoid yang diturunkan dari pakan. Yolk terdiri dari *latebra*, *germinal disc* (*blastoderm* = bintik punat), *light yolk layer* (lapisan konsentris terang) dan *dark yolk layer* (lapisan konsentris gelap), dan dibungkus *vitellin membrane* (membran vitelin) yang bersifat halus, elastis dan berkilau. Membran vitelin berperan dalam membatasi pertukaran material antara yolk dan albumen, juga sebagai penghalang terakhir terhadap penetrasi bakteri kedalam yolk. Membran vitelin terdiri dari 3 lapis, yaitu lapisan tengah kontinyu tipis (tebal 4 μm) tersusun atas material amorf terletak antara 2 lapisan fibrous, satu bersentuhan dengan yolk dan yang lain bersentuhan dengan albumen.

Pada permukaan yolk terdapat *germinal disc*. Pada telur infertil, germinal disc sering disebut blastodisc tampak sebagai *spot* (bintik) kecil, berbentuk bundar dengan diameter 3 - 4 mm, berwarna putih/pucat dan terletak pada permukaan yolk. Pada telur fertil, *germinal disc* disebut blastoderm tersusun atas banyak sel (30,000 – 40.000 sel) dan diatur dalam 2 lapis pada saat peneluran. Blastoderm mengandung kromosom betina dan terkait dengan letak multiplikasi (perbanyak) sel embrionik tatkala telur dibuahi di infundibulum. Blastoderm inilah yang berkembang menjadi embrio yang nantinya menetas menjadi individu baru (anak unggas).

B. Albumen (Putih Telur)

Albumen menyusun kira-kira 60% dari berat telur total. Albumen terdiri dari 4 fraksi yakni lapisan *chalaziferous* (putih telur kental dalam), lapisan *inner thin albumen* (putih telur encer dalam), lapisan *thick albumen* atau *firm gel-like* (putih telur kental luar) dan lapisan *outer thin albumen* (albumen encer luar). Albumen biasanya berwarna sedikit kehijauan yang disebabkan oleh riboflavin (vitamin B₂). Antara albumen kental dan encer, disamping perbedaan fisiknya yang nyata, juga berbeda dalam jumlah ovomucin yang terkandung (Osuga dan Feeney, 1977). Albumen kental mengandung ovomucin kira-kira 4 kali ovomucin albumen encer.

1. Lapisan *chalaziferous* (putih telur kental dalam)

Lapisan *chalaziferous* menyusun 3% albumen. Lapisan ini berupa lapisan fibrous, sangat kental tetapi sangat tipis, mengelilingi seluruh yolk dengan rapat dan pada sisi-sisi yang berlawanan dari yolk melanjutkan diri dan bercabang ke arah kedua ujung telur sebagai *chalaza*. Chalaza tampak seperti tali

terpintal, keputihan dan pada bagian ujung yang tumpul biasanya mempunyai pintalan searah jarum jam sedangkan pada ujung yang runcing pintalan berlawanan dengan arah jarum jam. Chalaza membantu menstabilkan yolk pada posisi sentris dan menghambat naiknya (menempelnya) yolk ke cangkang bila telur berada pada keadaan diam.

2. Lapisan *inner thin white* (putih telur encer dalam)

Lapisan ini menyusun 21% (kisaran 1-40%) albumen; mengelilingi lapisan chalaziferous.

3. Lapisan *firm/outer thick white* (putih telur kental luar)

Lapisan ini menyusun 55% (kisaran 30-80%) albumen, yang mengelilingi lapisan putih telur encer dalam dan berperan sebagai bungkus lapisan putih telur encer dalam dan yolk. Pada beberapa telur, lapisan ini melekat pada membran cangkang pada kedua ujung telur membentuk *albumen ligament*.

4. Lapisan *outer thin* (putih telur encer luar)

Lapisan putih telur encer luar menyusun 21% (kisaran 10-60%) albumen. Lapisan ini hanya terletak di sebelah dalam membran cangkang, kecuali pada bagian ujung telur yang putih kentalnya melekat pada ujung telur.

Persentase albumen kental dan encer dalam telur bervariasi tergantung pada strain, individu, kesegaran telur, kondisi dan lama penyimpanan.

C. *Shell Membrane* (Membran Cangkang)

Membran cangkang terdiri dari dua lapisan, yaitu *inner shell membrane* (membran dalam) dan *outer shell membrane* (membran luar), yang masing-masing tersusun oleh 2 atau 3

lapis anyaman serabut protein yang tidak teratur. Serabut-serabut tersebut disatukan oleh suatu bahan *albuminous cementing* untuk membentuk membran tipis, kuat, melekat erat dan bersama-sama membatasi cangkang di sebelah dalam dan melekat erat padanya. Membran dalam lebih tipis daripada membran luar, tebal keseluruhan 0,01 – 0,02 mm. Kedua membran merupakan barisan pertahanan terhadap masuknya mikroorganisme, tetapi ini bukan berarti tidak dapat dilewati mikroorganisme ataupun gas. Hal ini disebabkan oleh adanya pori-pori yang halus. Lewatnya gas-gas dan cairan melalui membran terutama terjadi karena osmose dan difusi. Membran tampak berwarna putih seperti kapur, tetapi ada beberapa yang agak pink (jambon) karena adanya pigmen *porphyrin* (porfirin) dalam jumlah yang sangat kecil.

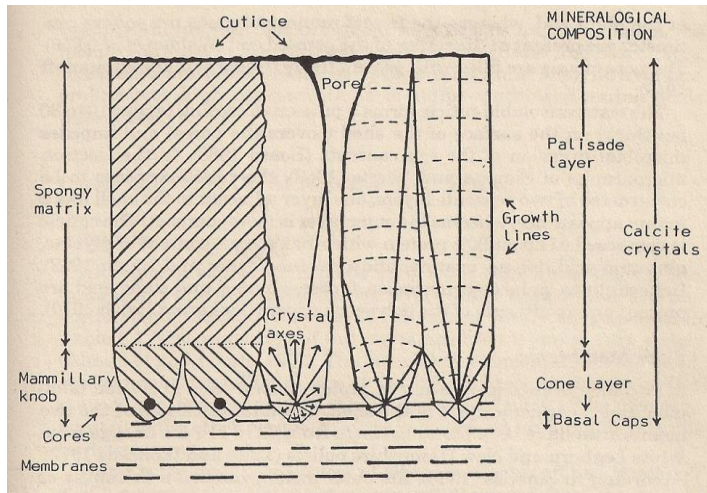
D. *Shell* (Cangkang)

Cangkang merupakan lapisan berkapur (*calcareous layer*) yang menyusun 9-12% berat telur total. Struktur cangkang diantara spesies burung adalah sama. Cangkang terdiri dari bahan organik yang berupa kerangka dari serabut-serabut yang teranyam halus dan granula-granula serta substansi interstitial yang tersusun dari campuran garam-garam organik. Cangkang tersusun kira-kira 94% kalsium karbonat, 1% magnesium karbonat, 1% kalsium fosfat dan 4% bahan organik terutama protein. Struktur cangkang dapat dibedakan menjadi 4 bagian, yaitu :

1. *Mammillary layer* (lapisan mamilari)

Lapisan ini merupakan lapisan yang paling dalam dari cangkang, terdiri atas lapisan tunggal dari partikel yang tertekan padat/erat, agak berbentuk kerucut (*cone layer*), berlekatan erat dengan permukaan membran kulit telur luar, dan sebagian

tertanam ke dalamnya berupa struktur yang disebut *basal cap* (lihat Ilustrasi 2).



Ilustrasi 2 Diagram Struktur Cangkang Telur

2. *Spongy layer* (lapisan spons)

Lapisan ini terletak di atas lapisan mammillary dan terikat erat padanya. Lapisan ini paling tebal dan menyusun kira-kira 2/3 ketebalan total cangkang. Lapisan ini sebagian besar terbuat dari *palisade layer* (lapisan palisade) atau *column* (kolom) yang tertembus oleh sejumlah pori-pori (*pore*). Diagramatis struktur cangkang telur dapat dilihat pada Ilustrasi 2.

3. Pori-pori

Pori-pori kecil, bundar, berlubang di permukaan cangkang dengan ukuran bermacam-macam, dan lubang-lubang tersebut kecil tidak teratur membentuk kanal yang meluas menembus cangkang. Diameter kanal pori-pori berkisar 10 – 30 μm . Kanal-kanal dan pori-pori tersebut memungkinkan

terjadinya pertukaran gas. Dibawah kondisi tertentu pori-pori juga memungkinkan penetrasi bakterial menembus membran kulit telur. Telur bangsa burung mempunyai pori-pori 7.000 – 17.000 per butir; telur ayam mempunyai kira-kira 8.000 pori-pori per butir. Pori-pori tidak terdistribusi merata pada permukaan cangkang, yang paling banyak pada daerah ujung tumpul telur.

4. *Cuticle* (kutikula)

Merupakan lapisan terluar yang tipis transparan dari protein, mungkin mucin. Selama proses peneluran, *cuticle* mengandung air dengan persentase tinggi yang berfungsi sebagai pelumas. Tetapi setelah peneluran bahan *cuticle* segera mengering dan menutup pori-pori. Walaupun *cuticle* menutup sebagian pori-pori, tetapi permiabel terhadap gas-gas. Namun demikian *cuticle* membantu mencegah pertukaran udara dan uap air yang terlalu cepat serta membantu mencegah masuknya bakteri ke dalam telur.

Cuticle menyokong ketebalan cangkang, hilangnya *cuticle* dapat mengurangi kekuatan cangkang (Belyavin dan Boorman, 1980).

E. *Air Cell* (Rongga Udara)

Pada saat ditelurkan, rongga udara tidak ada, isi telur memenuhi cangkang. Segera setelah telur dingin, isinya mengkerut. Sedikit vakum menyebabkan udara masuk melewati pori-pori cangkang untuk membentuk rongga udara diantara kedua membran. Rongga udara biasanya terbentuk pada bagian ujung telur yang tumpul karena porositas cangkang paling besar pada daerah ini, tetapi rongga udara mungkin terjadi pada daerah lain, tergantung di daerah mana membran cangkang

mudah terpisah. Ukuran rongga udara lambat atau cepat akan meningkat sejalan dengan bertambahnya lama penyimpanan telur, tergantung pada temperatur dan kelembaban, serta tergantung pula pada ketebalan dan porositas cangkang. Penguapan isi telur dipercepat oleh temperatur yang tinggi dan kelembaban yang rendah.

Daftar Pustaka

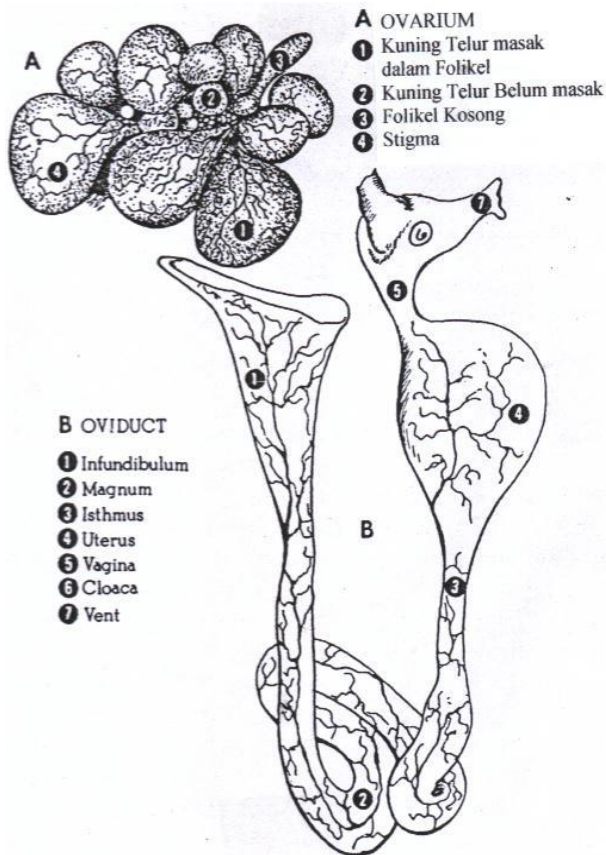
- Belyavin, G.G. and K.N. Boorman. 1980. The influence of the cuticle on egg-shell strength. *British Poult. Sci.* 21 : 295-298.
- Campbell, J.R. and J.K. Lasley. 1975. *The Science of Animal That Serve Mankind*. 2nd Ed. Mc Graw-Hill Book Company, New York.
- Gilbert, A.B. 1971. The egg: its physical and chemical aspects. In D.J. Bell and B.M. Freeman (Ed.). *Physiology and Biochemistry of The Domestic Fowl* . Academic Press, London. 3:1379-1399.
- North, M.O. 1984. *Commercial Chicken Production Manual*. 3rd Ed. The AVI Publishing Company Inc., West Port. Connecticut.
- Nys, Y. and N. Guyot. 2011. Egg formation and chemistry. In Y. Nys; M. Bain and F. V. Immerseel (Ed). *Improving The Safety and Quality of Eggs and Eggs Products*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK. p. 83-132.
- Okubo, T., S. Akachi and H. Hatta. 1997. Structure of hen eggs and physiology of egg laying. In T. Yamamoto., L.R. Juneja., H. Hatta and M. Kim (Ed.). *Hen Eggs: Their Basic and Applied Science*. CRC Press, Washington D.C. p. 1-12.
- Orr, H.L. and D.A Fletcher. 1973. *Eggs and Egg Products*. Canada Department of Agriculture, Ottawa.

- Osuga, D.T. and Feeney. 1977. Egg Protein. *In* J.R. Whitaker and S.R. Tannenbaum (Ed.). *Food Proteins*. Avi Publishing Company , Inc., Westport, Connecticut. p. 209-266.
- Romanoff, A.L and A.J. Romanoff, 1949. *The Avian Egg*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Sales, J., D.G. Poggenpoel and S.C. Cilliers. 1996. Comparative physical and nutritive characteristics of ostrich eggs. *J. Poult. Sci.* Vol. 52.
- Stadelman, W.J. 1990. Quality Identification of Shell Eggs. *In* W.J. Stadelman and O.J. Cotterill (Ed). *Egg Science and Technology*. p. 37 – 73. Food Product Press, USA.
- USDA. 1983. *Egg-Grading Manual*. Agricultural Handbook Number 75.
- https://weblab.deusto.es/olarex/cd/UD/Incubator_EN_final/parts_of_the_egg.html diakses 11 Juni 2022

BAB III

PEMBENTUKAN TELUR

Proses pembentukan telur merupakan fungsi dari sistem reproduksi hewan betina, yang terdiri dari *ovarium* dan *oviduct* (lihat Ilustrasi 3.), dan melewati serangkaian proses yang kompleks dibawah kendali hormon, yaitu proses pertumbuhan dan pematangan *germ cell* (sel benih) dan proses deposisi bahan “nonliving” yakni yolk (kuning telur), albumen (putih telur) dan kulit telur (membran dan cangkang).



Ilustrasi 3 Ovarium dan Oviduct

A. Ovarium

Pada saat awal perkembangan embrional, terdapat 2 ovaria dan 2 oviduct; tetapi pada saat menetas, ovarium dan oviduct kanan atrophy, hanya tinggal yang kiri berkembang sejalan dengan pertumbuhan hewan.

Sebelum masa bertelur, ovarium merupakan suatu massa *follicle* kecil yang mengandung ova. Beberapa ova cukup besar untuk dilihat dengan mata telanjang, tetapi yang lain memerlukan pembesaran dengan mikroskop. Ovum dan selaput yang menyelimutinya disebut *follicle* (folikel).

Beberapa ribu (lebih dari 3.000) ova ada di dalam ovarium ayam. Bilamana ayam tumbuh mencapai *sexual maturity* (dewasa kelamin) atau memasuki masa produksi telur, beberapa ova berkembang menjadi yolk yang matang dengan ukuran penuh.

1. Pembentukan yolk

Yolk bukanlah sel reproduksi yang sejati, melainkan sumber zat makanan yang menopang pertumbuhan blastoderm dan embrio hasilnya. Setiap yolk dibungkus dalam sebuah folikel yang terikat pada ovarium oleh suatu tangkai yang sangat halus. Suatu membran tipis disekresikan dari permukaan dalam folikel. Ini adalah membran vitelin yang di dalamnya mengandung bahan yolk dan blastoderm.

Bilamana ayam mencapai dewasa kelamin, ovarium dan oviduct mengalami perubahan-perubahan. Kira-kira 11 hari sebelum menelurkan telurnya yang pertama, sederetan aktivitas hormonal memainkan peranannya. FSH (*Follicle-Stimulating Hormone*) yang dihasilkan *anterior pituitary gland* menyebabkan folikel-folikel ovarium meningkat ukurannya. Ovarium yang aktif mulai menghasilkan hormon-hormon estrogen, progesteron,

dan testosteron (*sex steroids*). Level estrogen plasma darah yang lebih tinggi mengawali perkembangan sumsum tulang, merangsang pembentukan protein dan lipid yolk oleh hati dan meningkatkan ukuran oviduct sehingga menghasilkan albumen, membran kulit telur dan kalsium karbonat untuk cangkang, dan cuticle. Yolk pertama mulai matang dengan cara demikian karena sejumlah besar bahan yolk dihasilkan dalam hati dan diangkut oleh darah langsung kepadanya. Sehari atau dua hari kemudian yolk kedua mulai berkembang dan seterusnya sampai pada saat telur pertama ditelurkan, ada 5-10 yolk dalam proses pertumbuhan. Ini membutuhkan waktu kira-kira 10 hari bagi suatu yolk individual untuk matang. Pada mulanya sampai dengan kira-kira 10 hari sebelum siap meninggalkan ovarium, penimbunan bahan yolk sangat lambat dan warnanya muda (terang); kemudian pada hari ke-9 dan hari ke-8 sebelum yolk siap meninggalkan ovarium yaitu pada saat ovum mencapai diameter 6 mm, laju pertumbuhan yolk bertambah lebih cepat dari sebelumnya. Dari 7 sampai 4 hari sebelum yolk meninggalkan ovarium, laju pertumbuhan cepat sekali, diameter bertambah kira-kira 4 mm per hari; dan saat tinggal 3 hari menjelang ovulasi, laju pertumbuhan relatif lebih lambat. Selama periode pertumbuhan lambat yang panjang, hanya yolk terang yang ditambahkan, sedangkan selama periode pertumbuhan yang cepat, lapisan konsentris kuning terang dan gelap yang ditambahkan.

Bahan pewarna yolk adalah *xanthophyll*, suatu pigmen *carotenoid* yang termasuk golongan *oxycarotenoid*, diturunkan dari pakan yang dimakan ayam. Suatu hal yang penting diingat bahwa pigmen yang ada dalam pakan, yang diabsorpsi dan yang dideposit tidak mengalami perubahan dalam yolk. Pertama-tama pigmen ditransfer ke aliran darah, kemudian dengan cepat

ke yolk. Konsekuensinya lebih banyak pigmen yang ditimbun di dalam yolk selama ayam bisa makan daripada selama ayam tidak makan yakni pada waktu gelap. Inilah yang memberikan lapisan gelap (tua) dan terang (muda) dari bahan yolk, tergantung tersedianya pigmen dalam pakan. Ada 7-11 lapisan cincin terang dihasilkan per yolk. Pembentukan yolk selanjutnya seragam dan ketebalan total kedua timbunan gelap dan terang selama 24 jam kira-kira 1,5-2,0 mm. Apabila setiap yolk dalam ovarium mencapai ukuran penuhnya, ia siap untuk dibebaskan dari ovarium.

2. Ovulasi

Setiap ovum menggantung pada ovarium oleh tangkai sempit yang mengandung arteri yang mensuplai darah ke yolk yang sedang berkembang. Arteri ini mengalami banyak percabangan pada permukaan membran yolk, dan folikel tampak sangat vaskuler kecuali pada stigma yaitu alur (band) sempit di sekeliling yolk yang hampir tidak ada pembuluh-pembuluh darah.

Bilamana sebuah ovum matang, hormon *progesteron* yang dihasilkan oleh ovarium merangsang *hypothalamus* untuk melepaskan *luteinizing hormone* (LH) dari *anterior pituitary* yang menyebabkan folikel yang matang pecah pada lokasi stigma dan ovum lepas dari ovarium. Yolk kemudian hanya dikelilingi oleh membran vitelin. Proses lepasnya ovum dari ovarium untuk masuk ke dalam oviduct disebut ovulasi.

Masih belum diketahui apa yang menentukan waktu bagi ovulasi yang pertama, tetapi baik sistem syaraf maupun sekresi hormonal berperan utama. Ovulasi kedua diatur oleh peneluran telur pertama, dan terjadi kira-kira 30 menit (15-40 menit) setelah telur yang pertama ditelurkan. Ovulasi

selanjutnya terjadi dengan periode waktu yang sama setelah telur ditelurkan.

B. Oviduct

Oviduct merupakan saluran panjang berlipat-lipat dan mengisi sebagian besar rongga tubuh sebelah kiri. Oviduct merupakan jalan yang dilewati yolk dan tempat sekresi bagian-bagian telur yang lain.

Pada mulanya diameter oviduct relatif kecil, tetapi dengan makin dekatnya waktu ovulasi yang pertama ukurannya membesar, dindingnya meluas dan menebal.

Segmen-segmen oviduct dapat dilihat pada ilustrasi 3, dan fungsi masing-masing segmen adalah sebagai berikut ;

1. Infundibulum

Infundibulum adalah bagian teratas dari oviduct yang berbentuk corong. Bila sudah berfungsi, panjangnya kira-kira 9 cm (3,5 inchi) pada ayam. Infundibulum menjadi aktif segera setelah ovulasi, fungsinya mencari dan menelan yolk sehingga masuk ke dalam oviduct.

Setelah ovulasi, yolk jatuh ke dalam kantung ovarium (*ovarian pocket*) atau ke dalam rongga tubuh; dari sini yolk ditangkap oleh infundibulum. Apabila ada, fertilisasi terjadi di daerah ini. Disini membran vitelin luar terbentuk dan chalaza juga mulai terbentuk. Yolk tinggal di dalam infundibulum hanya dalam waktu yang singkat kira-kira 15 menit. Kemudian tertekan/terdorong sepanjang oviduct dengan berbagai kontraksi.

Apabila berfungsi dengan sempurna, infundibulum akan menangkap setiap yolk yang jatuh ke dalam rongga tubuh. Akan tetapi ada kalanya dijumpai bahwa rata-rata 4% tidak tertarik ke

dalam oviduct melainkan tetap tinggal di dalam rongga tubuh. Dalam waktu sedikit hari mereka diabsorpsi oleh selaput rongga tubuh (*peritonium*). Jika yolk tersebut terinfeksi oleh bakteri, maka dapat menyebabkan *peritonitis* yang dapat mematikan ayam.

Kadang-kadang infundibulum kehilangan kekuatannya untuk menangkap banyaknya yolk, dan mereka terkumpul di dalam rongga tubuh lebih cepat daripada yang bisa diabsorpsi. Ayam yang mengalami keadaan seperti ini dikenal sebagai *internal layer*, perutnya membesar dan ayam berdiri dalam posisi tegak.

2. Magnum

Magnum merupakan bagian oviduct yang paling menyolok dan terpanjang yaitu kira-kira 33 cm (13 inchi) pada ayam yang bertelur. Magnum mudah dibedakan dari infundibulum oleh warna putih “mati” nya. Permukaan sebelah dalam magnum dilapisi oleh sel goblet yang mensekresi albumen. Hanya putih telur encer luar yang tidak disekresikan dengan sempurna sampai air ditambahkan dalam uterus.

Sekresi putih telur kental.-

Segera setelah tertangkap oleh mulut oviduct, yolk terdorong ke dalam oviduct oleh gerakan cilia atau oleh gerakan peristaltik dinding oviduct. Permukaan bagian dalam magnum mensekresi albumen dan relatif kaya akan protein yakni mucin. Putih telur kental yang dihasilkan di dalam magnum sebenarnya dalam jumlah besar, tetapi pemecahan mucin dan penambahan air sebagai akibat dari perpindahan telur sepanjang oviduct cenderung mengurangi jumlah putih telur kental, sedang jumlah putih telur encer meningkat.

Pembentukan chalaza.-

Chalaza terbentuk dari suspensi serat mucin oleh rotasi yolk di dalam bagian atas oviduct dan di dalam uterus.

Pembentukan putih telur encer.-

Sebagai perkembangan telur yang melewati magnum, hanya dihasilkan satu tipe albumen; tetapi penambahan air, ditambah rotasi dari yolk dan albumen yang terdorong sepanjang oviduct memberikan macam lapisan putih telur encer dalam.

3. Isthmus

Perkembangan berikutnya yaitu telur terdorong ke dalam isthmus, suatu bagian oviduct yang relatif pendek yaitu kira-kira panjangnya 10 cm (4 inchi). Isthmus terpisahkan dari magnum oleh suatu lapisan sempit aglandular (tak berkelenjar) yang dapat dilihat dengan mata telanjang. Isthmus lebih sempit daripada magnum. Telur berada di dalam isthmus kira-kira 75 menit. Di sini sepasang membran cangkang (dalam dan luar) terbentuk dari hasil sekresi glandula (kelenjar) yang ada di dalamnya. Rupa atau bentuk (*shape*) telur ditentukan di dalam isthmus. Membran cangkang merupakan bahan seperti kertas yang tersusun dari serat-serat protein. Lapisan yang dalam dibentuk lebih dahulu, baru diikuti oleh yang luar. Kedua membran melekat erat menjadi satu sebelum ditelurkan.

4. Uterus

Uterus yang disebut juga dengan *shell gland*, panjangnya kira-kira 10-12 cm (4,0 – 4,7 inchi) pada ayam yang bertelur. Telur berkembang tinggal di dalam uterus kira-kira 18-20 jam,

jauh lebih lama daripada di dalam bagian-bagian oviduct yang lain.

Pembentukan putih telur encer luar.-

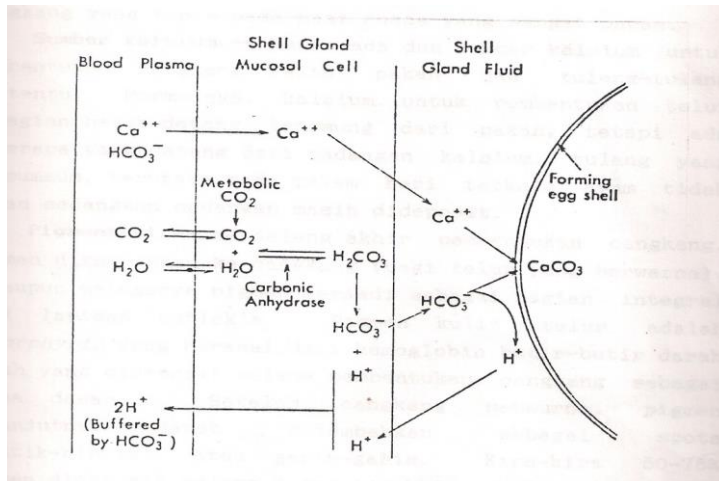
Tatkala telur pertama kali masuk uterus, air dan larutan garam mineral yang sebagian besar terdiri dari sodium, kalsium, potasium dan ion bikarbonat ditambahkan melalui membran cangkang oleh proses osmosis untuk menekan membran cangkang yang sebelumnya melekat dengan longgar, dan mengencerkan beberapa albumen untuk membentuk lapisan putih telur encer luar.

Pembentukan cangkang.-

Telur paling lama tinggal di uterus tempat terbentuknya cangkang. Cangkang terbuat hampir seluruhnya dari kalsium karbonat yang terdeposit pada bahan organik yang terdiri dari protein dan *mucopolysaccharide*. Pembentukan cangkang membutuhkan penyediaan yang cukup akan ion kalsium ke uterus dan adanya ion karbonat dalam cairan uterus dalam jumlah yang cukup untuk membentuk kalsium karbonat cangkang telur. Hubungan antara kalsium darah, CO_2 dan ion bikarbonat dalam darah dengan uterus dapat dilihat sebagai diagram pada Ilustrasi 4.

Pada diagram tersebut terlihat bahwa sumber utama ion karbonat untuk pembentukan cangkang adalah CO_2 yang diturunkan dari darah atau metabolisme sel dalam uterus, walaupun beberapa peneliti merasa bahwa bikarbonat darah juga menyokong ion karbonat cangkang. Pembentukan ion bikarbonat dari CO_2 dan H_2O diperantarai oleh enzim *carbonic anhydrase* yang terdapat di dalam mukosa uterus. Faktor-faktor

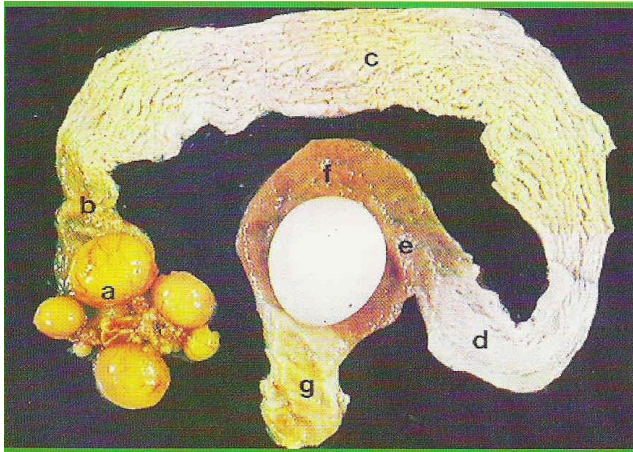
yang mempengaruhi keseimbangan asam basa darah dapat pula mempengaruhi proses pembentukan cangkang.



Ilustrasi 4 Diagram Terjadinya Cangkang secara Kimia

Sebagai contoh: faktor yang menyebabkan ion hidrogen yang berlebihan dalam darah (*metabolic acidosis*) ikut campur tangan dalam proses kalsifikasi, karena ion hidrogen yang berlebihan dapat menghambat produksi ion H^+ lebih lanjut bila ion $\text{CO}_3^{=}$ dibentuk dalam cairan uterus. Bilamana ayam terengah-engah ("megap-megap") pada waktu cuaca panas untuk membuang panas dengan penguapan air dari alat pernapasan, juga menyebabkan kekurangan CO_2 dan ion $\text{HCO}_3^{=}$ dalam darah. Hilangnya $\text{HCO}_3^{=}$ dan CO_2 dari darah menurunkan kapasitas buffering-nya walaupun hal ini bisa mengakibatkan *metabolic alkalosis*. Rendahnya $\text{HCO}_3^{=}$ dalam darah menurunkan kapasitas *buffering*-nya dan dapat berakibat pada *buffering* yang jelek dari ion hidrogen yang dihasilkan selama pembentukan telur. Lagi pula ini dapat berpengaruh terhadap produksi ion $\text{CO}_3^{=}$. Inilah yang memungkinkan untuk menerangkan ayam

bertelur dengan cangkang yang tipis pada saat cuaca yang sangat panas. Ilustrasi 5. memperlihatkan oviduct dengan cangkang yang terbentuk pada sebutir telur di daerah uterus (*shell gland*).



a.ovarium b. Infundibulum c.magnum d.isthmus
e. tubular shell gland f. shell gland pouch (uterus) g. vagina
Ilustrasi 5 Oviduct dengan Cangkang di Daerah Uterus.

Sumber kalsium.-

Hanya ada dua sumber kalsium untuk pembentukan cangkang yaitu pakan dan tulang-tulang tertentu. Normalnya, kalsium untuk pembentukan telur sebagian besar datang langsung dari pakan, tetapi ada beberapa yang berasal dari cadangan kalsium tulang yang bersumsum, terutama pada malam hari tatkala ayam tidak makan sedangkan cangkang masih dideposit.

Pigmentasi.-

Menjelang akhir pembentukan cangkang, pigmen ditambahkan ke cangkang (bagi telur yang berwarna), walaupun

meluasnya pigmen terjadi sebagai bagian integral dari lapisan *cuticle*. Pigmen kulit telur adalah *oophorphyrin* yang berasal dari hemoglobin butir-butir darah merah yang dideposit selama pembentukan cangkang sebagai warna dasar. Setelah cangkang sempurna, pigmen selanjutnya dapat ditambahkan sebagai *spots* (bintik-bintik), atau garis-garis. Kira-kira 50-75% pigmen dideposit selama 5 jam terakhir sebelum peneluran.

Pembentukan *cuticle*.-

Cuticle dibentuk dalam interval antara penyempurnaan cangkang dan peneluran.

5. Vagina

Bagian oviduct berikutnya adalah vagina; panjang vagina ayam yang sudah bertelur kira-kira 12 cm (4,7 inchi). Vagina tidak berperan di dalam proses pembentukan telur.

6. Cloaca

Cloaca merupakan penampung (reservoir) telur yang telah sempurna. Sebelum peneluran mungkin telur bertahan beberapa jam di dalam cloaca, tetapi biasanya lebih cepat dikeluarkan.

C. Peneluran

Pengeluaran telur oleh oviduct dikoordinasi oleh faktor-faktor fisiologis yang melibatkan kontraksi otot uterus dan relaksasi otot perut serta *sphincter* antara uterus dan vagina.

Normalnya telur bergerak sepanjang oviduct ujung runcingnya lebih dulu, dan ini terjadi pada burung atau unggas liar. Tetapi anehnya, apabila ayam tidak terganggu atau tidak ketakutan dalam aksi bertelurnya, telur akan berputar

horizontal dalam cloaca sebelum oviposisi, dan akan dikeluarkan ujung tumpulnya lebih dahulu. Rotasi membutuhkan waktu kurang dari 2 menit. Jika ada sesuatu yang mengganggu ayam sebelum rotasi, telur akan dikeluarkan dengan cepat dan menerobos anus dengan ujung runcing lebih dahulu.

Waktu Peneluran

Waktu yang diperlukan sebutir telur untuk melewati oviduct bervariasi diantara individu-individu. Kebanyakan ayam, interval bertelurnya 23-26 jam. Jika waktu lebih lama dari 24 jam, maka telur berikutnya akan ditelurkan pada jam yang mundur pada hari berikutnya dan jam ovulasi untuk telur berikutnya juga mundur. Selang waktu antara peneluran dan ovulasi berikutnya berkisar antara 14-75 menit atau rata-rata 30 menit. Ikhtisar waktu proses peneluran dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Perkiraan Panjang Bagian-bagian Oviduct dan Interval Waktu dalam Pembentukan Telur.

Bagian Oviduct	Panjang (cm)	% albumen yang disekresi	Waktu yang dibutuhkan
Infundibulum	9	-	15 menit
Magnum	33	40-50	3 jam
Isthmus	10	0-10	75 menit
Uterus	12	50	20 jam
Vagina	12	-	

D. *Clutch*

Bertelurnya ayam pada hari yang berturutan disebut *clutch*; setelah itu tidak bertelur satu hari atau lebih. Panjang clutch bisa bervariasi dari 2 sampai lebih dari 100 hari sebelum

hari yang luput (kosong), tetapi ayam petelur komersial bertelur antara 3 sampai 8 butir per *clutch*.

Daftar Pustaka

- Card L.E. and M.C. Nesheim. 1972. *Poultry Production*. 11th Ed. Lea & Febriger, Philadelphia.
- Hunton, P. 1987. Factor affecting egg yolk pigmentation. *Poultry International*. Dec., p. 64.
- Jull, M.A. 1958. *Poultry Husbandry*. 3rd Ed. Tata McGraw Hill Publishing Company Ltd., Bombay – New Delhi.
- Lewis, P. 1988. The ovulation cycle. *World Poultry*, Dec., p. 58.
- North, M.O. 1984. *Commercial Chicken Production Manual*. 3rd Ed. The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut.
- Nys,Y. and N.Guyot. 2011. Egg formation and chemistry. *In* Y. Nys; M. Bain and F. V. Immerseel (Ed). Improving The Safety and Quality of Eggs and Eggs Products. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK. p. 83-132.
- Orr, H.L. and D.A. Fletcher. 1973. *Egg and Egg Products*. Canada Departement of Agriculture, Ottawa.
- Roberts, J.R. 2004. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. *J. Poult. Sci.*, 41:161-177.
- Romanoff, A.L and A.J. Romanoff, 1949. *The Avian Egg*. John Wiley & Sons. Inc., New York.
- Solomon, S. 1988. Egg shell structure and function. *Poultry International*, Aug., p. 62-75.
- Solomon, S.E. 1991. *Egg and Eggshell Quality*. Wolfe Publishing Limited, England.

BAB IV

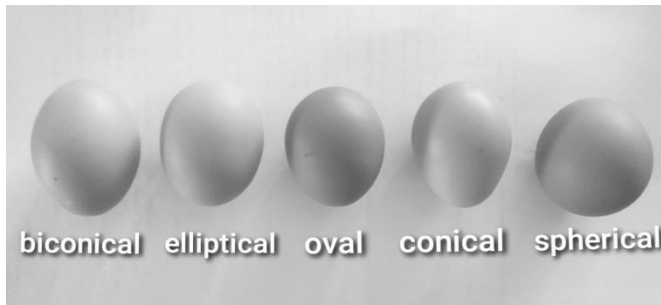
MORFOLOGI TELUR

Telur suatu bangsa burung dapat diidentifikasi dari karakteristik (ciri-ciri) luarnya; karakteristik luar juga menentukan kualitas eksternal telur, yaitu bentuk dan ukuran telur, serta warna dan tekstur cangkangnya. Bentuk, ukuran, dan warna telur bervariasi diantara semua bangsa burung, baik yang liar maupun piaraan (domestik). Bentuk, ukuran dan warna tidak hanya membantu membedakan telur dari bermacam-macam spesies, tetapi juga dapat untuk mengidentifikasi telur yang ditelurkan oleh individu dari spesies yang sama, atau bahkan oleh hewan yang sama, sedangkan tekstur cangkang lebih banyak menentukan kualitas dari telur.

A. Bentuk

Bentuk normal atau khas telur ditentukan di dalam magnum, tetapi bentuk yang spesifik bisa terjadi karena kondisi yang abnormal atau tidak biasa di dalam isthmus atau uterus. Bentuk telur berbagai bangsa burung berbeda-beda. Walaupun kebanyakan berbentuk bulat telur, tetapi beberapa ada yang *spherical* (bulat), dan yang lain ada yang memanjang (*elongated*). Kedua ujung telur bisa hampir sama, lancip atau bundar, atau meruncing dari ujung yang besar ke ujung yang kecil (Lihat ilustrasi 6.).

Secara kuantitatif, bentuk telur dapat diwujudkan secara sangat kasar oleh *shape index*. Shape index adalah diameter melintang telur (*minor axis*/diameter pendek) dibagi panjang sumbu kutubnya (*major axis*/diameter panjang) dikalikan 100. Umumnya shape indeks bervariasi antara 70 dan 75, namun nilai ekstrimnya berkisar dari 65 sampai 85.



Ilustrasi 6 Macam-macam Bentuk Telur

Telur yang lebih besar menunjukkan lebih *ellipsoidal* (*shape index* rendah) dan telur yang lebih kecil lebih *spherical* (*shape index* tinggi) (Gonzales *et al.*, 1982 yang dikutip oleh Sales *et al.*,1996). *Shape index* telur dari beberapa spesies unggas diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3 *Shape Index* Beberapa Spesies Unggas.

Spesies	Panjang (cm)	Lebar (cm)	<i>Shape Index</i>
Ostrich	17,0	13,5	79,4
	14,9	12,3	82,6 ¹⁾
	15,3	12,6	82,4 ²⁾
Kalkun	6,5	4,9	75,4
	-	-	74,0
Itik	6,2	4,5	72,6
Ayam	5,3	4,0	75,5
	-	-	73,3
Puyuh	3,0	2,3	76,7
	-	-	78,5

¹⁾ Inbrid Afrika Selatan dari Bophuthatswana

²⁾ Ostrich Namibia

1. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Bentuk Telur

Produksi telur yang berbentuk normal penting artinya dalam pemasaran. Telur yang terlalu panjang atau terlalu pendek menyulitkan dalam pengepakan, disamping itu bentuk telur yang abnormal penampakannya tidak menarik. Bentuk telur tergantung pada :

- *inheritance* (bakat)

Umumnya telur yang ditelurkan oleh setiap ayam adalah khas, bahkan ada ayam yang terus menerus bertelur dengan bentuk yang tidak sempurna.

- Kesehatan

Penyakit IB (Infectious Bronchitis) dan ND (Newcastle Disease) dapat menyebabkan ayam bertelur dengan bentuk yang salah, berbentuk aneh dan *heavily ridge* (berbenjol-benjol).

B. Ukuran

Ukuran telur biasanya merupakan karakteristik dari spesies. Ukuran telur sering diwujudkan dalam berat, yang secara jelas ditentukan oleh berat kolektif dari bagian-bagian penyusunnya. Berat telur sangat bervariasi diantara spesies dan berhubungan dengan ukuran induknya yakni sekitar 5 – 15% dari berat induk. Telur ayam normal mempunyai berat antara 40-80 gram per butir. Berat telur semakin meningkat seiring dengan semakin bertambahnya umur ayam.

Ukuran telur yang lain bisa berupa luas permukaan telur dan volume telur. Permukaan (S) sebutir telur dapat diperkirakan dengan perhitungan dimensinya sebagai berikut:

$$S = k_1(\pi LD^2/6)^{0,67}$$

dimana k_1 diantara 4,63 dan 5,07; L = diameter panjang, D = diameter pendek; atau dengan menggunakan dasar berat (W) telur:

$$S = k_2 W^{2/3}$$

dimana $k_2 = 4,67, 4,68$ atau $4,69$ untuk telur dengan berat masing-masing di bawah 60 g, diantara 60 dan 70 g atau lebih besar daripada 70 g. Volume (V) sebutir telur dapat dihitung dengan perhitungan diameter pendek dan panjangnya:

$$V = k_3 \pi L D^2 / 6$$

dimana $k_3 = 0,85$ sampai $0,99$; sebagai alternatif volume telur dapat diestimasi dengan menggunakan berat (W) telur:

$$V = 0,913 * W$$

1. Faktor- faktor yang Mempengaruhi Ukuran Telur

Ukuran telur dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah :

- *Inheritance* (bakat).

Beberapa ayam bertelur lebih besar daripada ayam yang lain. Secara nyata, perbedaan ini disebabkan oleh faktor genetik yang berpengaruh terhadap panjang periode pertumbuhan ova menjadi yolk. Yolk yang lebih besar menghasilkan telur yang lebih besar, sedangkan yolk yang lebih kecil menghasilkan telur yang lebih kecil.

- Nutrisi.

Nutrisi berpengaruh terhadap ukuran telur. Sebagai contoh, ukuran telur bisa bertambah dengan meningkatnya kandungan protein dalam pakan. Kandungan energi pakan tampaknya juga berpengaruh terhadap berat telur.

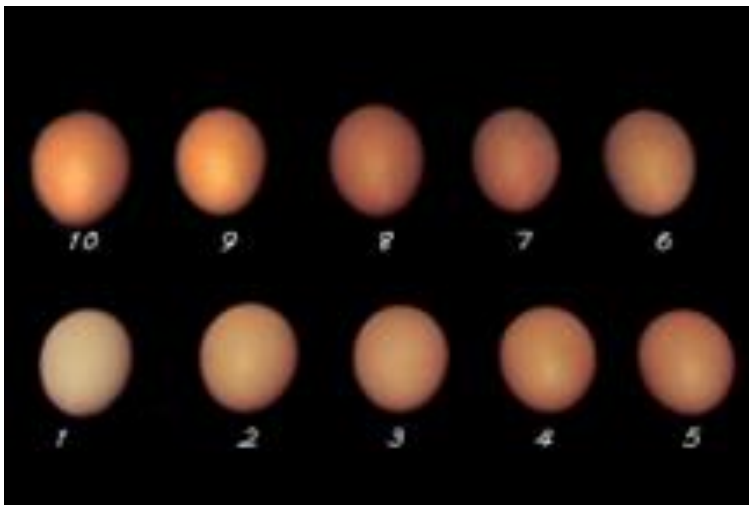
- Temperatur lingkungan.
Cuaca yang panas bisa menyebabkan turunnya ukuran telur. Ukuran telur berkurang pada temperatur di atas 65°F dan turun dengan tajam pada temperatur udara di atas 85°F.
- Umur hewan.
Pada umumnya ayam mulai bertelur pada umur yang bervariasi dari 18-24 minggu; namun dengan semakin meningkatnya mutu genetik, kini beberapa strain ayam mulai bertelur pada umur 16 minggu. Biasanya pada awal peneluran ukurannya lebih kecil daripada peneluran berikutnya. Ukuran telur secara bertahap bertambah sepanjang periode produksi, tetapi pertambahannya tidak uniform dalam satu flock. Ukuran telur yang lebih kecil pada awal peneluran disebabkan karena ukuran yolk yang lebih kecil dan jumlah albumen yang lebih sedikit, yang tentu saja cangkang yang terbentuk juga menyesuaikan isi telur.
- Posisi dalam *clutch*.
Urutan telur dalam *clutch* mempengaruhi ukuran telur. Telur pertama dari *clutch* adalah yang paling berat, kemudian telur pada urutan berikutnya proporsional lebih kecil. Pada kasus ini ukuran yolk berkurang, juga karena berkurangnya jumlah albumen yang dihasilkan.

Disamping faktor-faktor tersebut, berat badan hewan/ayam juga mempengaruhi ukuran telur. Ayam yang lebih besar biasanya bertelur lebih besar.

C. Warna

Warna telur burung liar beragam sekali, dari putih sampai hampir hitam pekat (pada beberapa jenis itik), ada yang

bercorak dan bertanda biru-biru dan coklat-coklat. Bangsa ayam mediterranean, seperti leghorn dan bangsa tertentu lainnya bertelur warna putih. Bangsa ayam American dan beberapa bangsa lainnya bertelur coklat. Warna coklat terjadi karena deposisi pigmen *porphyrin* yang terbentuk dalam uterus ke cangkang. Molekul *porphyrin* berperan sebagai bantalan kristal kalsit yang menyusun cangkang. Warna cangkang dapat berkaitan dengan kekuatan cangkang. Pada ayam petelur coklat, warna coklat telur yang lebih tua pada umumnya lebih kuat daripada yang berwarna lebih muda ataupun yang berwarna coklat keputihan. Ilustrasi 7. memperlihatkan telur berwarna coklat dengan intensitas yang berbeda. Normalnya ayam bertelur dengan warna sama, tetapi ada kemungkinan bermacam-macam warna diantara ayam dari bangsa yang sama. Warna telur tidak ada hubungannya dengan kandungan zat-zat gizinya.



Ilustrasi 7 Warna Cangkang Telur Ayam dengan Intensitas Warna Coklat yang Berbeda

D. Tekstur (Keadaan Permukaan Cangkang)

Telur yang baru ditelurkan normalnya mempunyai permukaan cangkang yang mulus, halus, licin dan mengkilap (berkilau). Keadaan demikian ditentukan sebelum ditelurkan. Namun permukaan cangkang dapat mengalami perubahan kekilauan menjadi makin kusam seiring dengan lama penyimpanan.

E. Spesifikasi Standar Telur Ayam

Berat (oz)	2,0
Berat (g)	57,6
Volume (cc)	63
Berat jenis	1,09
Lingkar panjang (cm)	15,7
Lingkar pendek (cm)	13,7
Shape Index	74
Luas permukaan (cm ²)	68,0

F. Abnormalitas Morfologis Telur

Adakalanya unggas menghasilkan telur dengan morfologis yang menyimpang dari normalnya. Hal ini berpengaruh terhadap kualitas eksterior telur dan menyulitkan penanganan telur. Dalam perdagangan, telur abnormal harus disingkirkan. Baca lebih lanjut bab abnormalitas telur.

Daftar Pustaka

- Campbell, R.J. and J.F. Lasley. 1975. *The Science of Animal that Serve Mankind*. 2nd Ed. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Card, L.E. and M.C. Nesheim. 1972. *Poultry Production*. 11th Ed. Lea & Febringer, Philadelphia.

- Jull, M.A. 1958. *Poultry Husbandry*. 3rd Ed. Tata McGraw Hill Publishing Company Ltd., Bombay – New Delhi.
- North, M.O. 1972. *Commercial Chicken Production Manual*. 3rd Ed. The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut.
- Nys, Y. and N. Guyot. 2011. Egg formation and chemistry. In Y. Nys; M. Bain and F. V. Immerseel (Ed). *Improving The Safety and Quality of Eggs and Eggs Products*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, UK. p. 83-132.
- Orr, H.L. and D.A. Fletcher. 1973. *Eggs and Egg Products*. Canada Departement of Agriculture, Ottawa.
- Romanoff, A.L and A.J. Ramonoff. 1949. *The Avian Egg*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Sales, J., D.G. Poggenpoel and S.C. Cilliers. 1996. Comparative physical and nutritive characteristics of ostrich eggs. *J. Poult. Sci.* Vol. 52.
- Solomon, S.E. 1991. *Egg and Eggshell Quality*. Wolfe Publishing Limited, England.
- Stadelman, W.J. and O.J. Cotterill, 1977. *Egg Science and Technology*. 2nd Ed. The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut.

BAB V

ABNORMALITAS TELUR

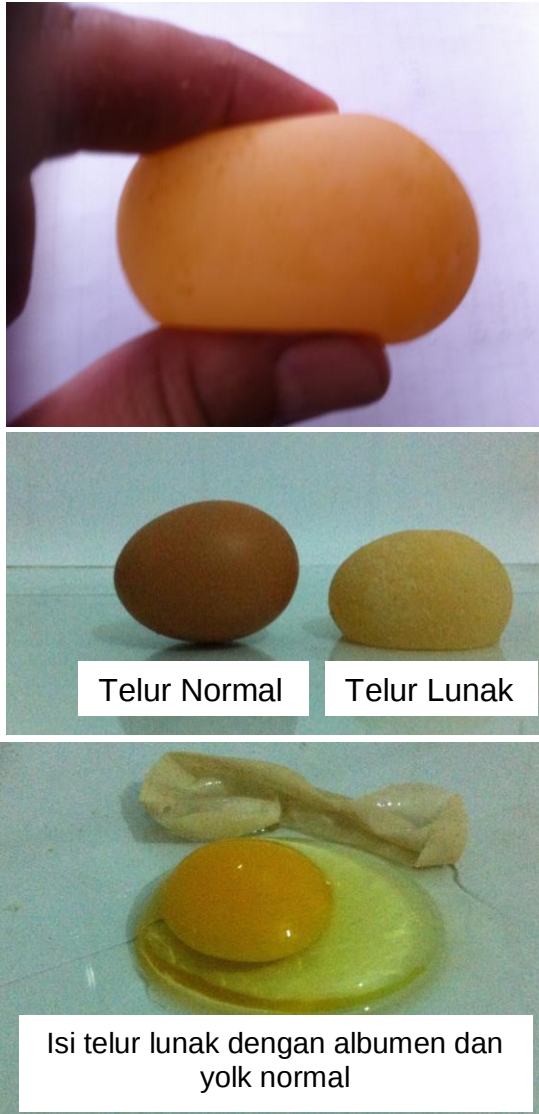
Telur yang normal merupakan hasil dari fungsi organ reproduksi yang terkoordinasi sempurna secara anatomis; namun kadang-kadang organ tersebut menunjukkan kekurangannya karena gangguan fisiologis, abnormalitas morfologis atau karena luka. Beberapa gangguan temporer atau permanen pada efisiensi sistem reproduksi akan berakibat pada pembentukan telur yang salah. Menurut kenampakan dan morfologinya, abnormalitas telur digolongkan menjadi abnormalitas eksternal dan abnormalitas internal.

A. Abnormalitas Eksternal

Penyimpangan dari normal dalam ukuran, bentuk, permukaan cangkang dan pigmentasi cangkang.

1. *Soft-shelled Egg* (Telur bercangkang lunak).

Telur dengan cangkang yang tidak sempurna pada saat ditelurkan, hanya sedikit lapisan kalsium yang dideposit pada permukaan membran. Umumnya terjadi tatkala telur ditelurkan prematur dan tidak cukup waktu di dalam uterus sehingga mencegah deposit cangkang. Telur demikian bisa saja terjadi pada ayam dara (*pullet*) yang mulai bertelur. Kadaan stress atau ketakutan pada ayam dapat meningkatkan kejadian ini. Penyakit *Infectious Bronchitis* dan *Egg Drop Syndrome* juga dapat menyebabkan telur bercangkang lunak. Walaupun bercangkang lunak, adakalanya isi telur normal (Ilustrasi 8.)



Ilustrasi 8 *Soft-shell* Egg dari Ayam Isa Brown Muda (Umur 24 Minggu) yang Mulai Bertelur.

2. *Thin-shelled egg* (telur bercangkang tipis).

Telur dengan cangkang yang sangat tipis terlihat tidak menarik dan sangat mudah rusak (Lihat Ilustrasi 9.). Telur

seperti ini adakalanya dihasilkan oleh ayam dara yang mulai bertelur, terutama ayam yang masak kelamin dini. Telur bercangkang tipis dapat disebabkan oleh *gland shell* (uterus) yang tidak “matang” ataupun cacat, adanya gangguan yang menyebabkan ayam bertelur sebelum kalsifikasi cangkang sempurna, defisiensi nutrisi, air minum ayam yang asin, penyakit eksternal seperti *Infectious Bronchitis* dan *Egg Drop Syndrome*, atau dapat juga karena hereditas.



Ilustrasi 9 Telur Bercangkang Tipis

3. *Rough shell* (Telur bercangkang kasar).

Telur dengan tekstur cangkang kasar merata hampir di seluruh permukaan seperti amplas (Lihat Ilustrasi 10.) Telur bercangkang kasar bisa terjadi pada ayam di awal bertelur, akibat adanya ovulasi ganda sehingga satu telur dibentuk tanpa cangkang, dan yang lain mendapat tambahan deposit cangkang. Kasus seperti ini bisa disebabkan oleh karena penyakit, misalnya *Infectious Bronchitis*, *Laryngo Tracheitis*, *Avian Encephalomyelitis*, adanya gangguan pada saat bertelur sehingga peneluran tertunda sampai hari berikutnya, perubahan program penyinaran, penyediaan air minum yang terputus.



Ilustrasi 10 *Rough Shell Egg*

4. *Flat side egg/slab-sided egg* (telur tepos).

Telur dengan adanya bagian dari cangkang yang datar atau melekek (Lihat Ilustrasi 11.); biasanya dihasilkan oleh pullet yang bertelur lebih awal, dan bisa juga hasil dari ovulasi ganda atau telur tertahan lebih lama dalam *shell gland*, sehingga telur kedua yang masuk ke dalam kantong *shell gland* tidak sempurna telur pertama dan cangkang menjadi rata di bagian telur-telur tersebut bersentuhan. Hal ini bisa disebabkan karena ayam mengalami stress misalnya ketakutan atau gangguan, perubahan program penyinaran dan penyakit seperti IB (Infectious Bronchitis).



Ilustrasi 11 Telur Tepos

5. *Glassy- and chalky-shelled eggs.*

Telur dengan permukaan cangkang berbalut kapur (lihat Ilustrasi 12.); terjadi karena malfungsi uterus (kantung *shell gland*) unggas layer. Jika 2 butir telur masuk kedalam kantung *shell gland* dan kontak satu sama lain, kalsifikasi normal terputus, telur pertama yang masih tertahan dalam kantung akan mempunyai lapisan kalsium ekstra yang tampak sebagai balutan berwarna putih. Kasus seperti ini dapat disebabkan karena ayam mengalami stress, atau bisa jadi karena ada perubahan dalam penyinaran. *Glassy/chalky shell egg* kurang berpori-pori; pada telur tetas, tidak akan menetas, tapi pada telur konsumsi dapat mempertahankan kualitas interior.



Ilustrasi 12 *Chalky-shelled Egg*

6. *Corrugated egg.*

Telur dengan bagian eksterior yang kasar dan berkerut (*wrinkled*) seperti yang terlihat pada Ilustrasi 13. Telur seperti ini dihasilkan bilamana *plumping* tidak terkendali dan tidak berhenti. Terbentuknya *Corrugated egg* dapat disebabkan karena stress panas pada ayam, kadar garam yang tinggi dalam air minum ayam, ayam sudah tua, kurang nutrisi terutama kalsium dan vitamin D₃, micotoxin.



Ilustrasi 13 *Corrugated Eggs*

7. *Egg with attachment* (telur berekor).

Telur ada ikutannya seperti ekor pada satu atau kedua ujungnya (Lihat Ilustrasi 14.). Ikutan (“ekor”) dapat berupa membran yang didalamnya bisa berisi albumen atau tidak, yang sebagian dilapisi cangkang. Penyebab dan proses terjadinya masih belum diketahui. Kemungkinan bisa disebabkan karena ayam menderita stress.

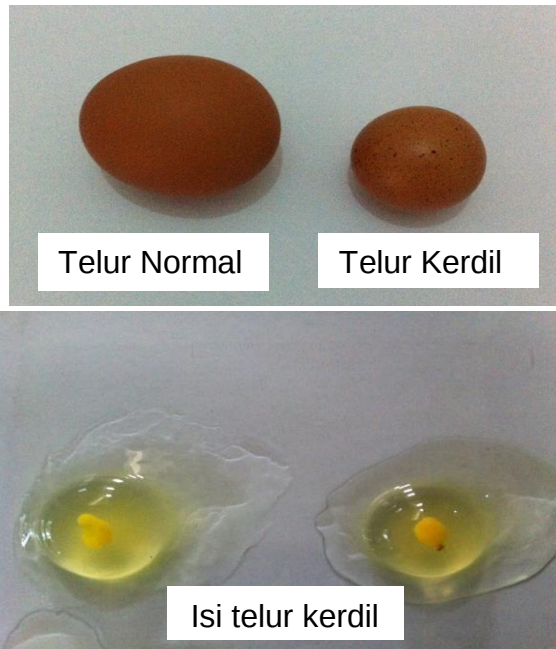


Ilustrasi 14 *Egg with Attachment*

8. *Small egg* (telur berukuran kecil).

Ada pula yang menyebut telur kerdil (*dwarf egg*) . Telur mengandung “pecahan” yolk bahkan sering tidak mengandung

yolk namun ada suatu noda kecil bisa darah atau rontokan jaringan reproduksi yang diselimuti albumen, membran dan cangkang. Telur seperti ini biasanya dihasilkan oleh petelur baru dengan sistem reproduksi yang belum “matang”, atau pada petelur yang lebih tua dihasilkan pada situasi adanya kepingan alat reproduksi yang mengelupas/rontok, dan kemudian diperlakukan layaknya sebutir yolk sehingga memicu untuk dibungkus dalam albumen, membran dan cangkang sehingga memberikan penampakan sebutir telur, namun lebih kecil dan tidak mengandung yolk utuh.



Ilustrasi 15 Telur Kerdil

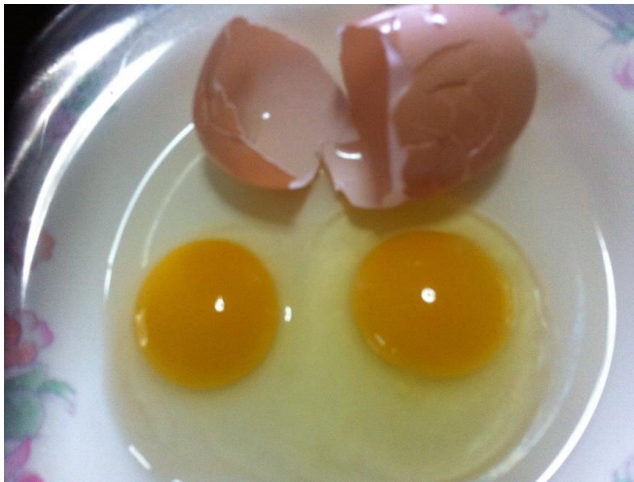
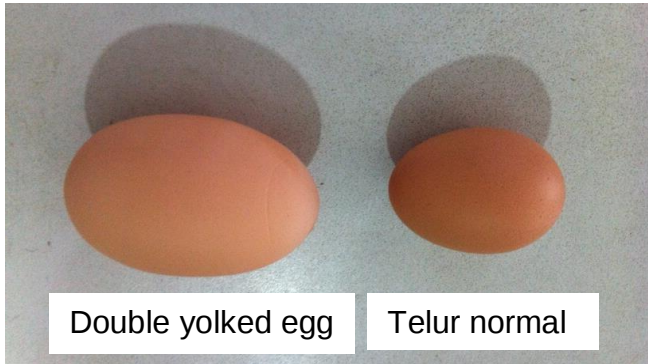
B. Abnormalitas Internal

1. *Double-Yolked Eggs* (Telur berkuning ganda).

Normalnya satu yolk diovulasikan per hari; tetapi ada kalanya dua yolk bahkan tiga yolk dilepas pada saat yang

hampir bersamaan; bilamana dua yolk diovulasikan pada saat yang bersamaan hanya satu yang bisa masuk kedalam oviduct, tetapi bilamana kedua-duanya tertangkap infundibulum secara serentak maka akan terbentuk *double-yolked egg*. *Double-yolked egg* dapat pula terbentuk bilamana satu yolk yang diovulasikan tidak masuk kedalam oviduct dan hilang ke dalam rongga tubuh selama sehari kemudian tertangkap funnel (infundibulum) pada hari berikutnya tatkala yolk berikutnya dilepas. Kira-kira dua pertiga kasus *double-yolked eggs* adalah hasil dari ovulasi dalam 3 jam satu sama lain. Jika ada perbedaan waktu ovulasi yang cukup besar, dua telur bisa jadi terbentuk pada hari yang sama tetapi biasanya telur yang kedua bercangkang lunak.

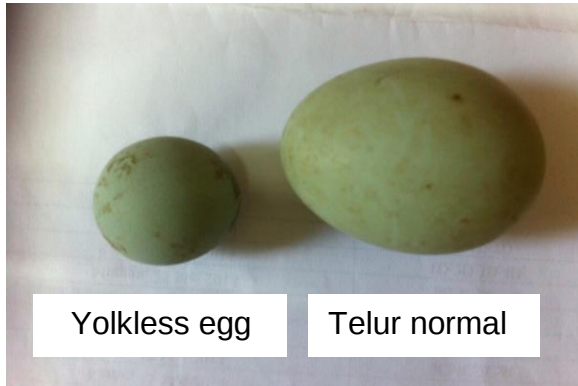
Double-Yolked Eggs lebih umum terjadi pada awal periode produksi karena ovarium yang over aktif, di samping pada saat itu ayam baru “belajar” bertelur. Ukuran *Double-Yolked Eggs* lebih besar dari ukuran telur normal dan bentuknya lonjong (Lihat Ilustrasi 16.).



Ilustrasi 16 *Double Yolked Egg*

2. *Yolkless Eggs* (telur tanpa kuning).

Biasanya terbentuk bilamana ada sedikit jaringan terlepas dari ovarium (bisa jadi pecahan kuning telur) atau oviduct yang merangsang sekresi dari kelenjar oviduct melapisinya dengan albumen, membran dan cangkang sehingga menghasilkan telur tanpa kuning atau dengan sedikit kuning telur dalam bentuk dan ukuran yang lebih kecil dari telur normal atau kerdil (lihat Ilustrasi 15. dan Ilustrasi 17.).



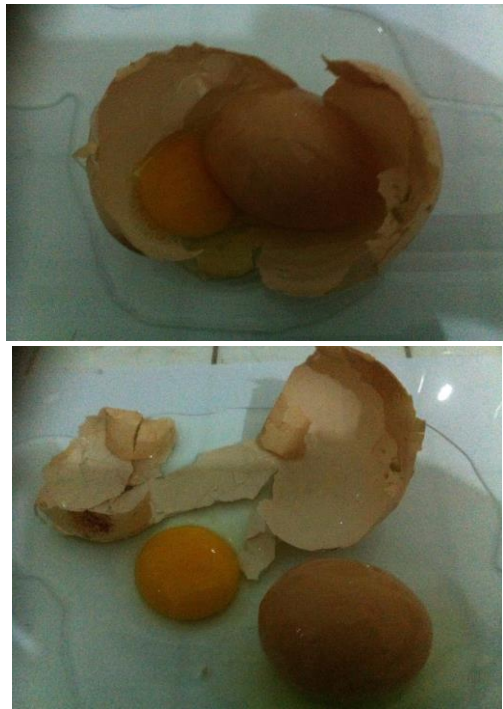
Ilustrasi 17 *Yolkless Egg* dengan Bentuk Lebih Kecil daripada Telur Normal (Telur Itik).

3. *An egg within an egg* (telur dalam telur).

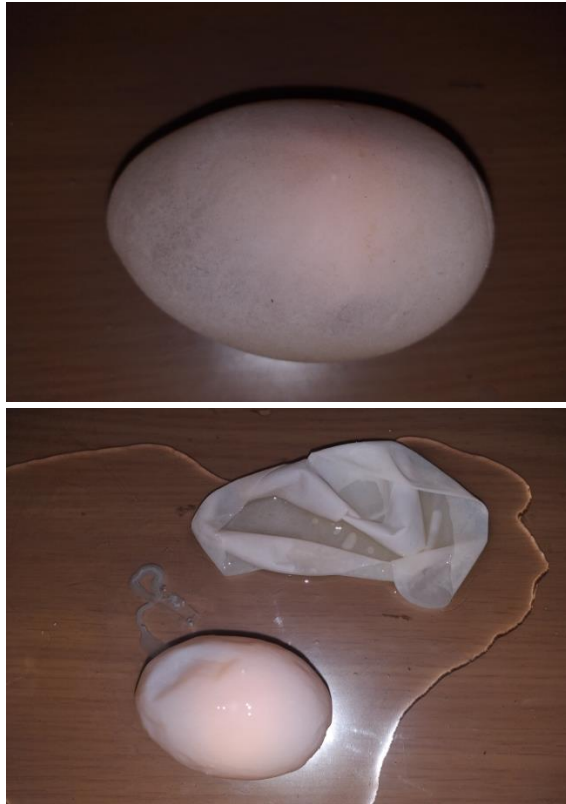
Telur yang berbentuk sempurna berada di dalam telur lain (lebih besar) yang berbentuk sempurna juga. Adakalanya seekor burung bertelur dengan sebutir telur lain di dalamnya. Gangguan fisiologis oviduct dapat menyebabkan berbalik-arahnya telur oleh dinding oviduct yang kemudian pada hari berikutnya telur ketambahan kuning telur dari ovulasi berikutnya dan cangkang dibentuk membungkus keduanya. Telur seperti ini ukurannya lebih besar, cangkang lebih tipis dan warnanya lebih pucat daripada telur normal maupun telur yang di dalamnya (Ilustrasi 18. dan Ilustrasi 19.). Ada kalanya pada suatu kasus kedua telur, baik yang ada di dalamnya maupun telur yang membungkus bercangkang lunak bahkan tidak bercangkang (Ilustrasi 20.).



Ilustrasi 18 Ukuran Telur dalam Telur Lebih Besar daripada Telur Normal dengan Cangkang Tipis dan Warna Lebih Pucat.



Ilustrasi 19 Telur dalam Telur



Ilustrasi 20 Telur Bercangkang Lunak dalam Telur Bercangkang Lunak

Daftar Pustaka

- Coutts, J. A. and G. C. Wilson. 1990. Egg Quality Handbook. Queensland Department of Primary Industry, Brisbane.
- North, M.O. 1984. *Commercial Chicken Production Manual*. 3rd Ed. The AVI Publishing Company Inc., West Port. Connecticut.
- USDA. 1983. Egg-Grading Manual. Agricultural Handbook Number 75
- Woolford, R. 1993. Avoiding egg quality troubles. *Poultry International*. Feb. p. 16-17.

BAB VI

KUALITAS TELUR

Kualitas dapat dinyatakan sebagai *consumer satisfaction* (kepuasan konsumen). Kualitas telur merupakan gabungan dari karakteristik-karakteristik yang mempengaruhi daya terima konsumen terhadap telur. Karakteristik telur ditentukan oleh kondisi cangkang dan isi telur. Kondisi cangkang telur mencerminkan kualitas eksterior sedangkan kondisi isi telur mencerminkan kualitas interior. Produksi telur dengan kualitas eksterior dan interior yang bagus sangatlah kritis bagi kelangsungan hidup ekonomis peternakan, khususnya peternakan ayam petelur.

A. Kualitas Eksterior

Point pertama yang diperhatikan konsumen dalam memilih telur adalah keadaan luar (eksterior) telur. Penilaian kualitas eksterior meliputi : bentuk, ukuran dan warna telur, kebersihan, ketebalan, kekuatan dan tekstur cangkang. Bentuk, ukuran dan warna telur telah diterangkan di bab Morfologi Telur.

Sangatlah esensial bahwasanya telur sampai kepada konsumen dalam keadaan bersih. Telur yang kotor penampilannya tidak menarik dan akan lebih cepat rusak dibanding telur yang bersih. Oleh karena itu penting sekali artinya memproduksi telur yang bersih. Akan tetapi tidaklah mungkin peternakan dapat menghasilkan telur yang semuanya bersih, sehingga perlu untuk membersihkan lebih dulu telur-telur yang kotor sebelum dipasarkan. Metode pembersihan telur akan dibahas lebih lanjut.

Ketebalan, kekuatan dan tekstur cangkang, yang bisa disebut kualitas cangkang, penting sekali dalam penanganan telur. Cangkang yang utuh diperlukan agar telur mampu dikumpulkan dengan menggunakan alat-alat mekanis, dicuci, di-*grade* dan dikemas dengan peralatan otomatis, diangkut dan mampu bertahan terhadap perlakuan-perlakuan penanganan sepanjang jalur pemasaran.

USDA Grading Manual memberlakukan 3 klasifikasi cangkang telur berdasarkan bentuk dan teksturnya, yaitu :

1. *Practically Normal*

Cangkang mempunyai bentuk umum, tekstur halus dan kuat serta tidak ada area yang kasar.

2. *Slightly Abnormal*

Cangkang mungkin ada beberapa yang mempunyai bentuk yang tidak umum atau mungkin ada sedikit kesalahan tekstur atau kekuatan. Boleh terlihat adanya *ridge* (garis-garis menonjol) yang jelas, tetapi tidak ada *spot* (bintik-bintik) tipis atau area yang kasar.

3. *Abnormal*

Cangkang yang jelas salah bentuk (Ilustrasi 21.) atau salah tekstur atau kekuatan atau yang terlihat adanya garis-garis menonjol, bintik-bintik atau area kasar.



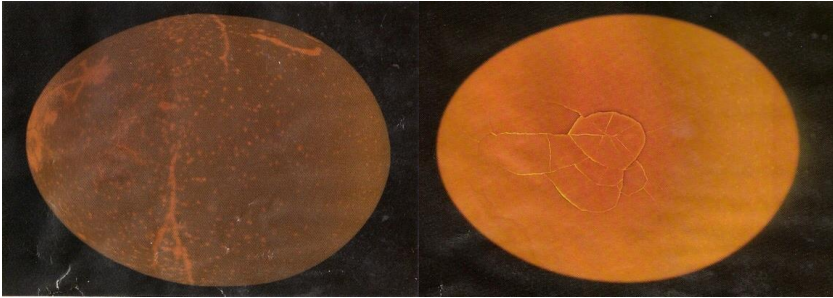
Ilustrasi 21 Telur salah bentuk

Cangkang juga dapat diklasifikasikan sebagai : *Sound*, *check* atau *crack*, *leak* atau *smash*. Produksi Telur dengan cangkang yang *sound* (utuh) dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu : *inheritance*, nutrisi, umur hewan, kesehatan hewan dan temperatur lingkungan. Adakalanya pada cangkang yang utuh dijumpai keadaan yang berbelang-belang yang disebut ***mottled shell***. Beberapa cangkang mempunyai macam-macam ukuran area terang (*translucent*) yang memberi penampakan belang-belang. Keadaan seperti ini disebabkan oleh distribusi air yang tidak merata pada cangkang. Hal ini dapat kita lihat pada telur setelah pencucian dan pengeringan yang lambat di dalam ruangan dingin. Pengeringan cepat dapat menghindari problem tersebut.

1. ***Check*** atau ***crack*** adalah telur yang cangkangnya dalam keadaan pecah tetapi membran cangkangnya tetap *intact* (utuh).
2. ***Body checks*** adalah telur-telur yang cangkangnya retak atau pecah ketika sedang dalam pembentukan. Kalsium ditambahkan lagi dan retakan atau bagian yang pecah tertutupi. Apabila dilakukan peneropongan (*candling*), garis-garis retakan yang tipis akan dapat terdeteksi. Telur seperti ini akan lebih mudah pecah selama pemasaran karena lemahnya kondisi cangkang.
3. ***Cracked egg*** adalah telur dengan cangkang yang pecah/retak karena penanganan yang kasar dan tidak hati-hati, serta oleh alat-alat mekanik. Cangkang yang tipis dan lemah akan meningkatkan kejadian pecah cangkang telur. Telur yang pecah sangat merugikan peternak. Cangkang yang utuh berperan sebagai barier untuk melindungi isi

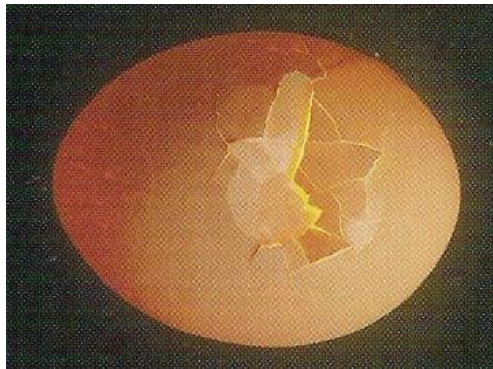
telur. Pecah/retaknya cangkang akan mempermudah terjadinya kontaminasi isi telur oleh organisme.

4. **Leaker** adalah telur dengan cangkang dan membran pecah sehingga memungkinkan isi telur keluar.



Retak halus (*hair line checks*)

Retak (*star checks*)



Leak

Ilustrasi 22 Telur dengan Cangkang Retak dan Pecah

Pengukuran Kualitas Cangkang

Kualitas cangkang dapat diukur dengan beberapa cara, baik langsung maupun tak langsung. Pengukuran secara langsung meliputi *breaking strength* (daya pecah) seperti *impact fracture force* (daya pecah benturan), *puncture force* (daya lubang/tusuk) atau *quasi-static compression*, sedangkan secara tak langsung meliputi pengukuran berat jenis, *non-*

destructive deformation, ketebalan cangkang dan berat cangkang. Hasil pengukuran kualitas cangkang secara langsung juga dianggap sebagai sifat mekanis telur, sedangkan hasil pengukuran secara tak langsung sebagai sifat fisik telur.

Berat jenis.-

Berat jenis telur keseluruhan dihitung dari beratnya dan berat air pada volume yang sama.

$$\text{Berat jenis} = \frac{\text{Berat telur}}{\text{Berat air pada volume sama}}$$

Berat jenis rata-rata telur ayam segar yang bentuknya normal kira-kira 1,095. Berat jenis telur yang bentuknya menyimpang baik memanjang, elliptical, conical, maupun bulat sedikit lebih rendah, yaitu 1,088 sampai 1,090.

Berat jenis cangkang telur hampir dua kali berat isi telur. Oleh karenanya berat jenis telur keseluruhan dipengaruhi oleh jumlah proporsional atau ketebalan cangkang.

B. Kualitas Interior

Penampakan luar tidak dapat dijadikan indikasi yang akurat terhadap apa yang dijumpai di dalam cangkang yang dapat disebut sebagai kualitas interior telur; oleh karena itu untuk mengukur kualitas interior dilakukan dengan *candling* (peneropongan) dan pemecahan telur.

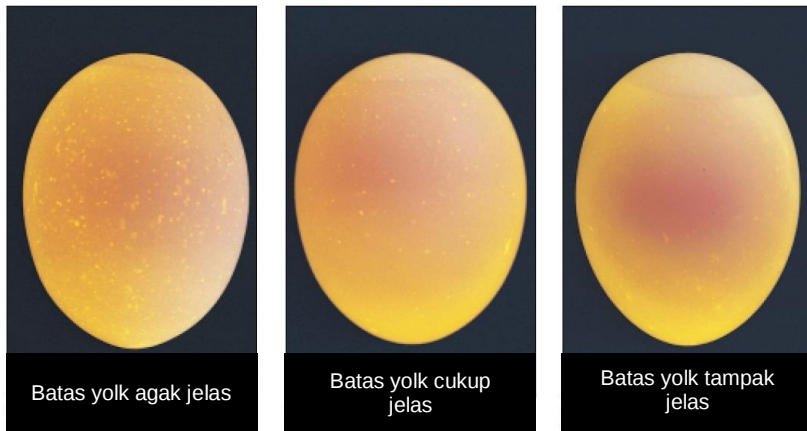
1. Candling

Candling yang akurat paling baik dikerjakan di dalam ruangan yang gelap dengan pengaturan arah sinar lampu melewati telur ke pemirsa. Karakter-karakter yang diamati

adalah keadaan cangkang, rongga udara, yolk, albumen, dan blastoderm. Dengan candling memungkinkan untuk mendeteksi retakan-retakan pada cangkang, ukuran rongga udara, ukuran dan mobilitas yolk, *blood spot*, *meat spot*, cacat-cacat mikrobiologis dan germinasi (ada tidaknya perkembangan embrio).

Telur yang bercangkang tipis, sangat berpori-pori atau retak mudah terdeteksi melalui candling. Dengan candling, rongga udara juga dapat terlihat dengan jelas. Rongga udara biasanya terletak di ujung telur yang tumpul (besar). Rongga udara yang besar merupakan indikasi lamanya umur telur dan lemahnya membran cangkang, atau karena penanganan yang kasar; sedangkan rongga udara yang bergerak bebas pada beberapa bagian telur adalah akibat dari pecahnya membran cangkang dalam.

Dengan candling, yolk telur segar tidak dapat terlihat dengan jelas, tetapi yang terlihat hanya bayangan yang kabur (tidak jelas). Pada telur yang kualitasnya lebih rendah, yolk tampak bergerak lebih bebas dan bayangannya lebih gelap karena yolk terapung lebih dekat dengan cangkang. Perbedaan dalam penampakan ini lebih banyak disebabkan karena perubahan albumen. Albumen telur yang berkualitas baik adalah kental dan jernih; karena kentalnya albumen, yolk tidak bisa bergerak bebas di dalamnya. Selama penyimpanan, albumen secara bertahap menipis, lemah dan tampak berair sehingga memungkinkan yolk bergerak jika telur diputar; sebagai akibatnya yolk mengapung dekat dengan cangkang yang tampak sebagai bayangan gelap, oleh karenanya tampak lebih jelas dalam candling. Bayangan yolk yang tampak pada candling dapat dilihat pada Ilustrasi 23.

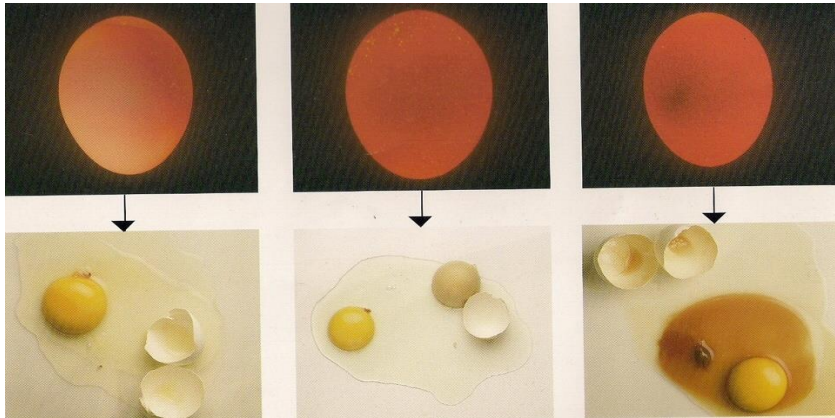


Ilustrasi 23 Bayangan yolk yang tampak pada candling.

Telur konsumsi yang berkualitas tinggi harus tidak menunjukkan adanya perkembangan embrio yang nyata. Makin besar perkembangan embrio, makin rendah kualitas telur.

Blood spot.-

Kadang-kadang telur mengandung sejumlah darah yang bermacam-macam, yang terkadang bisa tampak melalui candling. Blood spot merupakan akibat dari pecahnya pembuluh darah kecil dalam follicle atau kantong tempat berkembangnya yolk selama masih berada di dalam ovarium. Beberapa resultan blood spot ada yang terjadi antara follicle dengan membran vitelin sehingga blood spot akan dijumpai pada permukaan yolk, dan ada yang terjadi pada bagian atas oviduct tatkala albumen sudah disekresikan sehingga blood spot akan ditemui pada albumen. Adanya blood spot ini dipertimbangkan dalam penentuan grade kualitas telur, tergantung dari ukuran spotnya.



Bloodspot pada telur putih

Bloodspot pada telur coklat

Telur berdarah

Ilustrasi 24 Blood Spot yang Tampak pada Saat Candling dan Pemecahan Telur.

Meat spot.-

Meat spot adalah bintik-bintik kecoklatan atau keputihan yang ditemukan dalam albumen atau pada permukaan yolk. Ada 3 macam meat spot, yaitu meat spot yang berasal dari darah yang berdegenerasi, meat spot yang ada hubungannya dengan pigmen cangkang, dan meat spot yang berasal dari jaringan yang rontok.

2. Pemecahan

Dengan pemecahan, kualitas telur dapat dinilai dengan pasti karena karakteristik-karakteristik telur yang tidak dapat terdeteksi pada candling akan dapat diamati dengan jelas. Yang termasuk dalam karakteristik-karakteristik tersebut adalah bau, flavor, warna yolk, cacat-cacat mikrobial dan cacat-cacat lainnya. Di sini keadaan albumen dan keadaan yolk merupakan karakteristik yang paling penting dalam menentukan kualitas interior telur.

Kualitas albumen.-

Konsistensi albumen merupakan atribut kualitas yang paling penting. Dalam hal ini ukuran tinggi putih telur kental, dari telur yang dipecah dan diletakkan pada tempat yang datar (misal: plat kaca), memberikan indikasi yang baik dari kualitas telur. Tinggi albumen kental berhubungan langsung dengan kualitas, dan dipengaruhi oleh ukuran (berat) telur. Tinggi albumen kental diukur pada titik di tengah-tengah antara yolk dan tepi terluar albumen kental. Tolok ukur kualitas albumen yang banyak digunakan adalah Albumen Index dan Haugh Unit.

Albumen Index

(Indeks Putih Telur) ialah perbandingan tinggi putih telur kental dengan rata-rata diameter panjang dan pendek putih telur kental. Pada telur yang baru ditelurkan, nilai indeks putih telur bervariasi antara 0,050 dan 0,174 walaupun secara normal berkisar 0,090 dan 0,120.

Haugh Unit

Merupakan suatu wujud kualitas yang melibatkan berat telur dan tinggi putih telur kental. Haugh unit pertama kali diperkenalkan oleh Raymond Haugh pada tahun 1937. Haugh unit dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$HU = 100 \log \left[H - \frac{\sqrt{G(30W^{0,37} - 100)}}{100} + 1,9 \right]$$

Keterangan :

HU = Haugh Unit

H = Tinggi putih telur kental (mm)

G = 32,2

W = Berat telur (gram)

Guna mempermudah perhitungan rumus tersebut disederhanakan menjadi : $HU = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$

Haugh unit biasanya digunakan dalam penelitian sebagai suatu ukuran kualitas interior telur. Nilai Haugh Unit yang tinggi berarti kualitas telur tinggi. Pada telur yang baru ditelurkan, nilai Haugh Unit adalah 100; untuk telur-telur yang berkualitas baik, nilai HU adalah 75 ; dan telur yang basi nilai HU di bawah 50.

Sebutir telur dengan nilai HU = 72 atau lebih adalah setara dengan kualitas AA dalam evaluasi kualitas dari USDA (United State Department of Agriculture), telur dengan nilai HU = 60 – 72 adalah berkualitas A, telur dengan nilai HU = 31 – 60 berkualitas B, dan di bawah 31 berkualitas C.

Ukuran kualitas albumen yang lain telah banyak dikembangkan tetapi tidak banyak digunakan dalam penelitian; beberapa diantaranya termasuk diameter albumen kental dan encer, persentase putih telur encer luar, encer dalam dan putih telur kental serta persen total albumen encer. Pada umumnya pengukuran-pengukuran tersebut lebih berkorelasi erat dengan Haugh Unit, oleh karenanya HU paling banyak digunakan sebagai tolok ukur kualitas telur.

Kualitas Yolk.-

Beberapa karakteristik yolk yang mempengaruhi kualitasnya adalah warna, keadaan *spherical* (kebulatan) dan kekuatan membran vitelin.

Warna yolk dapat diperbandingkan dengan kipas warna kuning telur (*egg yolk colour fan*); *Roche Color Fan* (kipas warna Roche) umumnya dipakai. *Roche Color Fan* (RCF) terdiri dari suatu rangkaian 15 helai plastik berwarna yang tersusun seperti kipas dengan menyesuaikan kisaran warna yolk yang dijumpai dalam telur (Lihat Ilustrasi 25.).



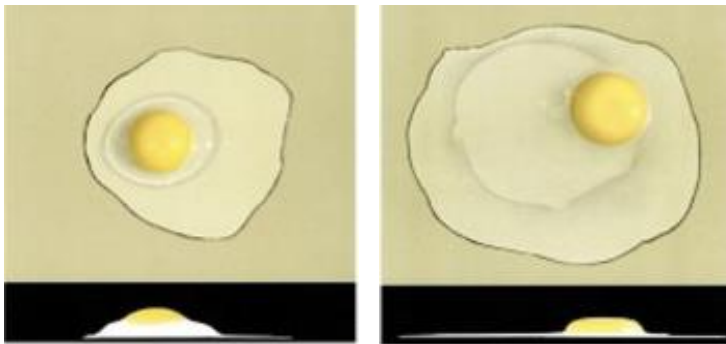
Ilustrasi 25 Kipas Warna Kuning Telur

Sifat kebulatan yolk diwujudkan sebagai *Yolk Index* (Indeks kuning telur). Yolk index diperkenalkan oleh Sharp dan Powell pada tahun 1930. Yolk index adalah tinggi yolk dibagi dengan diameternya. Rata-rata nilai yolk index untuk telur segar berada dalam kisaran antara 0,42 dan 0,40.

Penurunan kualitas interior

Telur yang baru ditelurkan mempunyai kualitas interior yang terbaik. Selanjutnya kualitas interior telur mulai menurun terus sampai saat dikonsumsi. Menurunnya kualitas interior telur disebabkan oleh terjadinya perubahan pada telur selama penyimpanan yang merupakan akibat dari adanya penguapan air dan pelepasan CO_2 dari dalam telur, serta masuknya mikroorganisme ke dalam telur melalui pori-pori cangkang. Besarnya perubahan yang terjadi pada telur selama penyimpanan pada pokoknya tergantung pada temperatur dan kelembaban ruang penyimpanan. Kualitas telur akan menurun dengan cepat bila berada dalam udara yang panas dan kering.

Putih telur kental akan mengalami pengenceran selama penyimpanan. Perbedaan putih telur antara telur segar dan telur yang disimpan dapat terlihat jelas pada kedua telur tersebut yang dipecah dan diletakkan pada tempat yang datar misalnya kaca (lihat ilustrasi 26).



Telur segar

Telur yang disimpan

Ilustrasi 26 Perbandingan antara Telur Segar dan Telur yang Disimpan.

Pada telur yang baru ditelurkan, lapisan putih telur kental teguh dalam bentuk oval di sekitar kuning telur dan mempunyai konsistensi kental serta *gelatinous*. Dengan berjalannya waktu, putih telur kental menurun tingginya dan kehilangan kekentalannya, sehingga akan menyebar tipis di atas bidang yang luas bila telur dipecah.

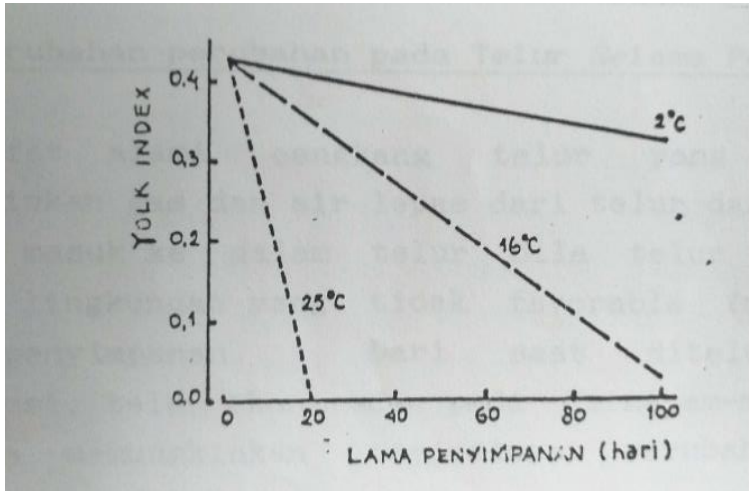
Bersamaan dengan pengenceran putih telur kental, yolk menjadi bertambah besar. Pembesaran yolk ini disebabkan oleh berpindahnya air dari albumen ke yolk sebagai akibat adanya perbedaan tekanan osmotis antara albumen dan yolk. Pembesaran yolk akan meregangkan dan melemahkan membran vitelin, sehingga bila isi telur dikeluarkan dan diletakkan pada tempat yang datar (plat kaca), yolk akan terlihat mendatar. Apabila proses pembesaran yolk berlangsung lebih lanjut, membran vitelin bisa pecah. Kecepatan perubahan dalam yolk merupakan fungsi dari temperatur dan perpindahan CO_2 melalui cangkang.

Perubahan-perubahan albumen dan yolk tersebut dapat dinyatakan dengan angka oleh perubahan-perubahan dalam Albumen Index dan Yolk Index.

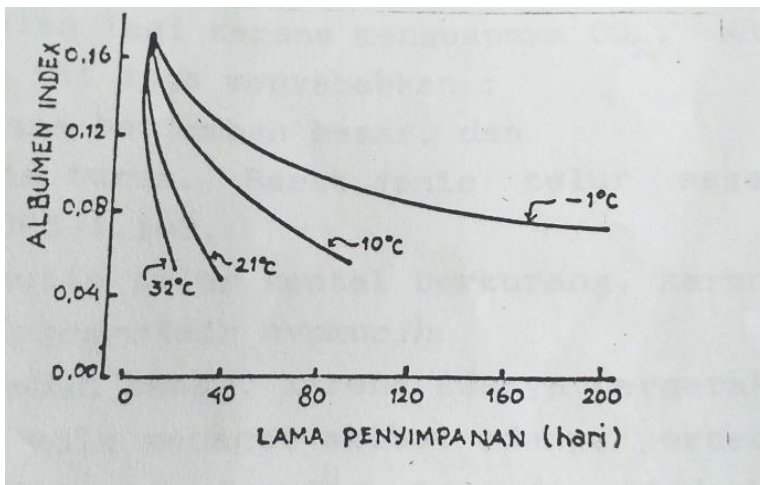
Yolk index menurun dengan bertambahnya umur telur, dan kecepatan penurunannya ditentukan oleh temperatur penyimpanan seperti yang diperlihatkan dalam Ilustrasi 27.

Seperti halnya yolk index, albumen index juga mengalami penurunan selama penyimpanan dengan tingkat penurunan seperti diperlihatkan pada Ilustrasi 28.

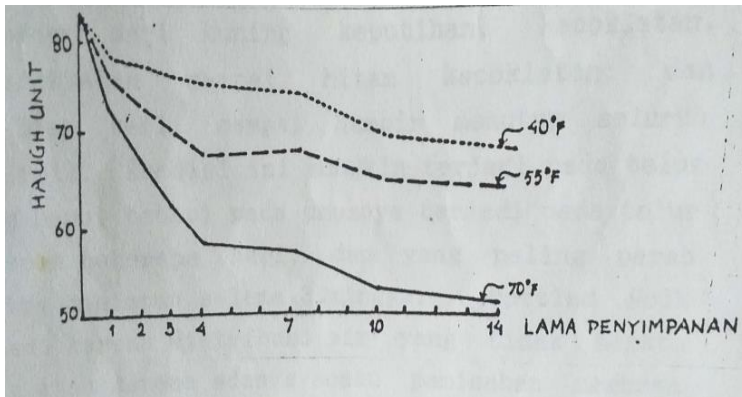
Penurunan kualitas interior telur selama penyimpanan dapat pula ditunjukkan dengan penurunan pada nilai Haugh Unitnya (Lihat Ilustrasi 29.).



Ilustrasi 27 Perubahan Yolk Index dari Telur yang Disimpan pada Temperatur yang berbeda (Romanoff dan Romanoff, 1949).



Ilustrasi 28 Perubahan Albumen Index dari Telur yang Disimpan pada Temperatur yang Berbeda (Romanoff dan Romanoff, 1949).

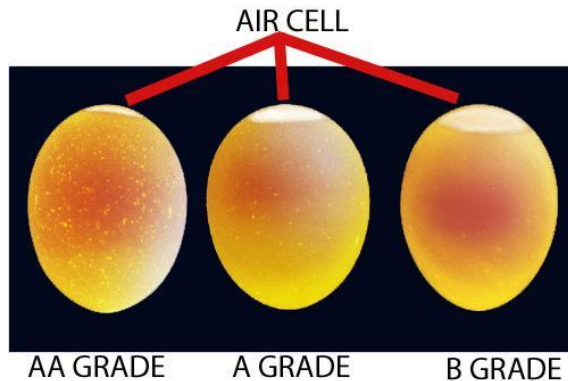


Ilustrasi 29 Perubahan Haugh Unit dari Telur yang Disimpan pada Temperatur yang Berbeda (Orr dan Fletcher, 1973).

C. Perubahan-perubahan pada Telur Selama Penyimpanan

Sifat alami cangkang telur yang berpori-pori memungkinkan gas dan air lepas dari telur dan memungkinkan bakteri masuk ke dalam telur bila telur berada dalam kondisi lingkungan yang tidak favorable (menguntungkan) untuk penyimpanan. Dari saat ditelurkan sampai dikonsumsi, telur akan berada pada bermacam-macam kondisi sehingga memungkinkan terjadinya perubahan-perubahan yang dapat menurunkan kualitas telur. Perubahan-perubahan tersebut diantaranya adalah :

1. Berat telur berkurang, terutama disebabkan oleh menguapnya air dari albumen lewat pori-pori cangkang, dan sebagian lagi karena menguapnya CO_2 , NH_3 , N_2 dan H_2S . Hal ini juga menyebabkan :
2. Rongga udara (*air cell*) bertambah besar; semakin lama telur disimpan, ukuran rongga udara semakin besar sehingga grade kualitas telur juga turun (Ilustrasi 30.).



Ilustrasi 30 Ukuran Rongga Udara dan Grade Telur

3. Berat jenis turun; berat jenis telur segar berkisar antara 1,065 -1,100.
4. Proporsi albumen kental berkurang dan menjadi encer; terjadinya pengenceran albumen kental disebabkan oleh pecahnya serabut mucin (*fibrous glycoprotein ovomucin*) sebagai akibat meningkatnya pH albumen kental. Mikroorganisme tertentu juga dapat terlibat dalam pengenceran putih telur selama penyimpanan.
5. Yolk bertambah besar, karena adanya pergerakan air dari albumen ke yolk sebagai akibat adanya perbedaan tekanan osmotis. Kadang-kadang juga terjadi *mottled yolk* yakni yolk tampak berbintik-bintik atau belang-belang pada permukaannya. Warna noda-noda tersebut bisa bermacam-macam dari kuning keputihan, kecoklatan, oranye kecoklatan sampai hitam kecoklatan; dan ukurannya bisa kecil sampai hampir menutup seluruh permukaan yolk. Kondisi ini walaupun mungkin dapat terjadi pada telur segar yang baru, tetapi pada umumnya terjadi pada telur yang disimpan beberapa hari, dan yang paling parah terjadi jika disimpan selama 3 minggu. Mottled yolk bisa terjadi karena

adanya suatu pemisahan membran vitelin dari lapisan chalaziferous albumen. Selama penyimpanan kekuatan membran vitelin juga berkurang yang membuat yolk lebih mudah pecah.

6. Bau dan flavor; telur segar tidak berbau tetapi akan memperoleh bau basi yang khas setelah lama disimpan. Bau yang tidak disukai umumnya hasil dari pemecahan kimiawi isi telur. Proses alami ini akan diperburuk oleh kondisi penyimpanan yang tidak *favorable*, khususnya temperatur, dan oleh kontaminasi mikroorganisme pada isi telur. Sifat alami cangkang telur yang berpori-pori juga memudahkan telur untuk menyerap bau-bauan dan flavor sekitarnya bilamana tidak disimpan dengan benar seperti di dekat bahan kimia atau bahan pangan berflavor kuat.
7. Pembusukan oleh bakteri
Telur yang baru ditelurkan dari ayam yang sehat sama sekali bersih dan bebas dari bakteri, baik pada cangkang maupun isinya. Akan tetapi setelah itu memungkinkan terjadinya kontaminasi, bisa oleh kotoran ayam, tanah dll. yang pada akhirnya bisa menyebabkan pembusukan.
8. Kenaikan pH, terutama pH albumen akan meningkat dari kira-kira 7 menjadi 10 atau 11, sedangkan pH kuning telur meningkat secara bertahap dari 6 sampai 7. Meningkatnya pH albumen disebabkan oleh hilangnya CO_2 dari dalam telur lewat pori-pori cangkang. Telur yang baru ditelurkan mengandung simpanan CO_2 yang kemudian dilepaskan sampai terjadi keseimbangan CO_2 antara albumen dan udara sekeliling telur.

Ilustrasi 31. memperlihatkan perubahan kualitas telur selama penyimpanan yang dilihat dengan pemecahan, peneropongan dan pencelupan kedalam air.

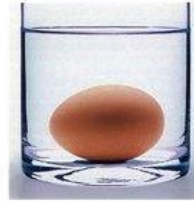
Telur umur 1 hari



Yolk berbentuk bagus dan bulat, dikelilingi cincin albumen lebih struktural dan cincin albumen luar yang lebih tipis.



Rongga udara masih kecil, bayangan yolk tidak jelas dan tidak tampak sebagai 2 lapisan dengan albumen tatkala diteropong sinar.



Telur tidak terapung di air dan tenggelam di dasar.

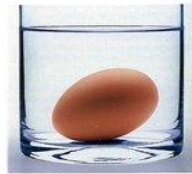
Telur umur 7 hari



Yolk masih bagus dan bulat, albumen sedikit meluas tetapi masih bertahan dengan struktur melingkar.



Rongga udara sudah sedikit membesar, bayangan yolk dan albumen tampak sebagai 2 lapisan yang halus tatkala diteropong sinar.



Rongga udara mulai sedikit membesar di ujung tumpul telur yang menyebabkan ujung tumpul telur sedikit terangkat dalam air

Telur umur 2-3 minggu



Yolk sudah mendarat, albumen berair dan mengencer.



Dengan peneropongan sinar yang kuat, yolk bergerak bila diputar.



Telur berdiri dengan ujung tumpul di atas karena pembesaran rongga udara; dengan bertambahnya umur telur rongga udara akan terus membesar sehingga telur akan terapung di air.

Ilustrasi 31 Perubahan Kualitas Telur selama Penyimpanan.

D. Mempertahankan Kualitas Telur

Manusia tidak dapat meningkatkan kualitas telur, tetapi hanya bisa mencegah atau menghambat penurunan kualitas lebih lanjut. Ketahanan kualitas telur sangat ditentukan oleh penanganan dan kondisi penyimpanan dari saat ditelurkan sampai saat dikonsumsi.

1. Pengumpulan Telur

Telur sebaiknya dikumpulkan 3 atau 4 kali sehari agar lebih sedikit telur yang kotor dan pecah, disamping agar lebih cepat didinginkan. Pada cuaca yang panas, pengumpulan hendaknya lebih sering. Pengumpulan yang tidak berhati-hati akan menambah jumlah telur yang kotor atau retak/pecah sehingga akan menurunkan grade telur.

2. *Cooling* (Pendinginan) dan *Holding* (Penyimpanan)

Telur sebaiknya segera didinginkan setelah dikumpulkan dan dibersihkan. Temperatur ruang pendinginan dan penyimpanan yang baik adalah 50°-55°F. Temperatur yang lebih rendah dari 50°F tidak praktis dikerjakan di peternakan dan bisa menyebabkan telur “berkeringat” jika diambil.

Kelembaban relatif ruang penyimpanan tidak boleh kurang dari 60% dan tidak boleh melebihi 85%. Kelembaban relatif yang optimum adalah 70-80%. Tingkat kelembaban ini cukup untuk menghambat evaporasi sehingga rongga udara tetap kecil, tanpa adanya bahaya kapang.

3. Pembersihan

Pada saat ditelurkan, hampir semua telur dalam keadaan bersih, tetapi setelah itu beberapa telur akan mungkin menjadi kotor karena tatalaksana pemeliharaan yang jelek sehingga telur

terkena faeces atau kotoran lain. Telur yang kotor perlu dibersihkan terlebih dulu sebelum dipasarkan guna menjamin konsumen akan kebersihan dan kesehatan telur. Pembersihan telur bisa dilakukan dengan cara kering (*dry cleaning*) dan cara basah/pencucian (*washing*). Pembersihan secara kering yang paling sederhana yaitu dengan menggosok/mengampelas telur.

Pencucian merupakan cara yang paling efektif dan paling sederhana untuk menghilangkan kotoran dan noda-noda pada permukaan cangkang; akan tetapi dengan pencucian memungkinkan penetrasi bakteri lewat pori-pori cangkang ke dalam telur. Oleh karenanya ada beberapa metode yang telah dikembangkan untuk mencuci telur.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pencucian telur yang benar adalah sebagai berikut :

- Ruang tempat pencucian harus bersih dan bebas dari bau yang tidak enak (*off-odor*).
- Alat pencuci harus dijaga dalam kondisi saniter (bersih dan sehat) karena berhubungan dengan makanan. Seluruh peralatan harus dibersihkan secara reguler untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang bisa digunakan untuk pertumbuhan bakteri dan juga untuk menghindarkan dari kemungkinan kontaminasi pada telur yang dicuci.
- Nilai pH air; hasil penelitian menunjukkan bila pH air meningkat dari netral menjadi 10 atau lebih, hitungan bakteri selalu turun tanpa memperhatikan temperatur air.
- Temperatur air; temperatur di atas 50°C penting untuk mengurangi hitungan bakteri tanpa pengaruh pH. Temperatur air pencuci hendaknya dijaga sesuai dengan yang direkomendasikan oleh pabrik pembuatnya (untuk yang menggunakan mesin pencuci telur). Biasanya digunakan temperatur 110°-120°F (43°-49°C). Temperatur air pencuci

paling sedikit 20°F (11°C) lebih tinggi dari temperatur telur, dan ini akan menghasilkan sedikit tekanan pada cangkang dari dalam telur sehingga mencegah masuknya larutan pencuci atau bakteri lewat pori-pori cangkang. Jika temperatur air pencuci lebih rendah daripada temperatur telur maka air dan bakteri akan masuk ke dalam telur.

- Gunakan hanya *sanitizer detergent* yang telah dikembangkan khusus untuk mencuci telur. Detergent rumah tangga (sabun misalnya) dapat mempengaruhi kualitas dan flavor telur. Detergent berguna untuk membantu dalam pencucian, dan sanitizer ditambahkan untuk membunuh bakteri tertentu. Cairan detergent dengan pH 4,5-5,0 dapat mengurangi laju penetrasi bakteri *Salmonella* tanpa merusak cangkang. Bahan kimia yang biasa digunakan sebagai sanitizer adalah beberapa senyawa chlorine. Chlorine dapat digunakan pada level lebih dari 50 ppm. Chlorine aktif pada telur bercangkang putih dapat menimbulkan warna pada cangkang. Hal ini mungkin karena reaksi antara chlorine dengan beberapa asam amino dari cuticle. Efektifitas sanitizer akan diinaktifkan oleh akumulasi bahan organik dalam larutan cucian.
- Larutan cucian hendaknya sering diganti. Kalau telur-telur sangat kotor harus lebih sering diganti.
- Telur harus cepat-cepat dikeringkan setelah dicuci. Air pada cangkang telur dapat menyebabkan *mottled shell* dan menciptakan kondisi bagi kontaminasi mikroorganisme.

4. *Handling* (Penanganan) dan *Packing* (Pengepakan)

Penanganan yang cermat diperlukan dalam upaya mempertahankan kualitas dan menghindari kerusakan. Guncangan yang berlebihan menyebabkan rongga udara pecah, struktur interior telur rusak, cangkang pecah dan retak.

Hendaknya selalu digunakan bahan pengepak yang bersih. Bahan pengepak yang kotor, berjamur atau basah bisa menyebabkan telur terkontaminasi oleh bakteri atau *off-flavor*. Letakkan telur dengan ujung tumpul di atas. Hal ini cenderung untuk menjaga yolk dalam posisi normal dan membantu memelihara keseimbangan fisis dalam telur.

E. *Grading* Telur

Telur-telur yang dihasilkan dari peternakan dan yang dijual tidak sama dalam hal kualitas. Cara penanganan yang berbeda-beda, panjangnya waktu telur sampai ke berbagai pasar yang berbeda-beda menyebabkan perubahan-perubahan dalam kualitasnya.

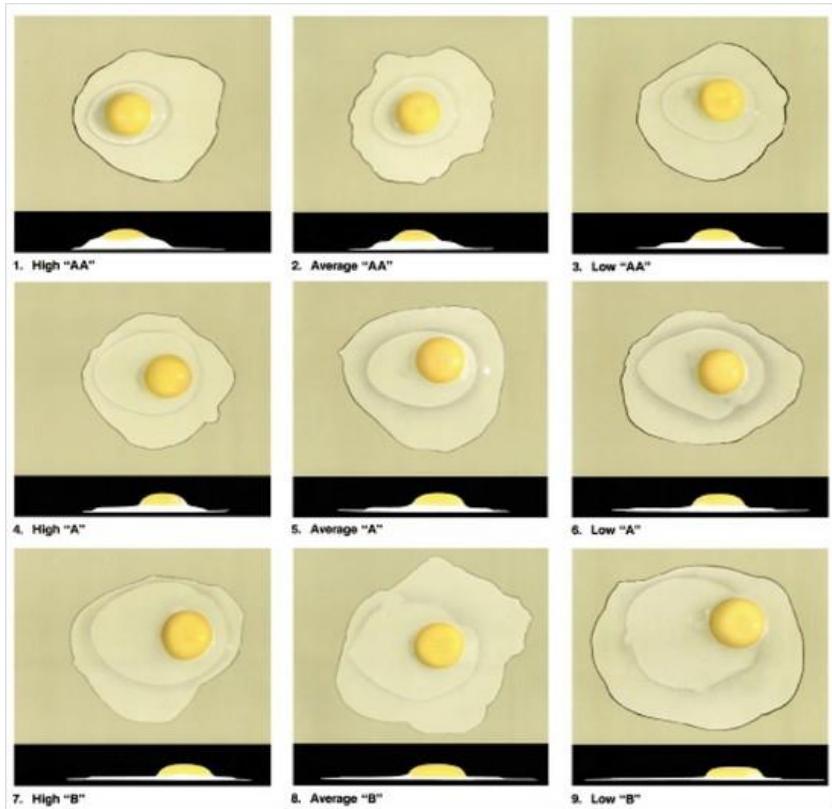
Grading telur merupakan suatu upaya mengklasifikasikan telur ke dalam kelas-kelas (*grade*) tertentu. *Grading* meliputi pemilahan telur kedalam kelas-kelas berdasarkan pada ukuran yang dinyatakan dalam berat telur per dosin (di Amerika Serikat) seperti yang terlihat pada Tabel 4., dan kualitas cangkang yang meliputi kebersihan, bentuk, dan *soundness* (keutuhan) serta kualitas interior, yang meliputi kondisi yolk, albumen, ukuran rongga udara dan abnormalitas (Tabel 5.). Bagan kualitas interior (kualitas albumen dan kualitas yolk) grade standard telur Amerika Serikat diperlihatkan pada Ilustrasi 32.

Tabel 4 Kelas-kelas Berat Telur Konsumsi Amerika Serikat.

Kelas ukuran atau berat	Berat bersih minimum per dosin (<i>ounces</i>)
Jumbo	30
Extra Large	27
Large	24
Medium	21
Small	18
Peewee	15

Tabel 5 Grade Telur Konsumsi di Amerika Serikat.

Faktor kualitas	Kualitas AA	Kualitas A	Kualitas B	Kualitas C
Cangkang	Bersih, tidak pecah, praktis normal	Bersih, tidak pecah, praktis normal	Bersih, sampai bernoda sangat sedikit bernoda, tidak pecah, mungkin sedikit abnormal	Bersih, sampai bernoda sedang, tidak pecah, mungkin abnormal
Rongga udara	Kedalaman rongga udara 1/8 inch atau lebih kecil, praktis teratur	Kedalaman rongga udara 3/16 inch atau lebih kecil, praktis teratur	Kedalaman rongga udara 3/8 inch atau lebih kecil, mungkin bebas atau bergelembung	Kedalaman rongga udara lebih dari 3/8 inch, mungkin bebas atau bergelembung
Putih telur	Bening, kental (Haugh Unit 72 atau lebih tinggi)	Bening, cukup kental (Haugh Unit 60 – 71)	Bening, mungkin sedikit encer (Haugh Unit 31 – 59)	Encer dan berair, boleh jadi ada gumpalan atau bintik darah kecil (Haugh Unit kurang dari 31)
Kuning telur	Batas kurang jelas, praktis bebas dari cacat.	Batas cukup jelas, praktis bebas dari cacat.	Batas jelas, sedikit membesar dan pipih, tampak jelas tapi tidak ada cacat serius.	Batas tampak jelas, membesar dan pipih, mungkin tampak jelas perkembangan embrio, tetapi tidak ada darah, bisa tampak cacat-cacat lain



High = tinggi, Average = rata-rata, Low = rendah

Ilustrasi 32. Bagan yang Menunjukkan Kualitas Interior Telur Menurut Grade Standard Amerika Serikat dengan Memperhatikan Kualitas Albumen dan Kualitas Yolk.

Di Indonesia grade kualitas telur ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN) dalam bentuk Standard Nasional Indonesia (SNI). Dalam SNI 3926:2008 tentang Telur Ayam Konsumsi dinyatakan 3 grade mutu (=kualitas) dan persyaratannya dengan memperhatikan faktor kerabang (=cangkang), kantung (=rongga) udara, putih telur (=albumen), kuning telur (=yolk) ditampilkan pada Tabel 6.

**Tabel 6 Grade dan Persyaratan Mutu Fisik Telur Ayam
(SNI 3926:2008).**

No.	Faktor Mutu	Mutu I	Mutu II	Mutu III
1.	Kondisi kerabang			
	a. Bentuk	Normal	Normal	Abnormal
	b. Kehalusan	Halus	Halus	Sedikit kasar
	c. Ketebalan	Tebal	Sedang	Tipis
	d. Keutuhan	Utuh	Utuh	Utuh
	e. Kebersihan	Bersih	Sedikit noda kotor (<i>staint</i>)	Banyak noda
2.	Kondisi kantung udara (Dilihat dengan peneropongan)			
	a. Kedalaman kantong udara	< 0,5 cm	0,5 – 0,9 cm	> 0,9 cm
	b. Kebebasan bergerak	Tetap di tempat	Bebas bergerak	Bebas bergerak dan dapat terbentuk gelembung udara
3.	Kondisi putih telur			
	a. Kebersihan	Bebas bercak darah, atau benda asing lainnya	Bebas bercak darah, atau benda asing lainnya	Ada sedikit bercak darah, tidak ada benda asing lainnya
	b. Kekentalan	Kental	Sedikit encer	Encer, kuning telur belum tercampur dengan putih telur
	c. Indeks	0,134-0,175	0,092-0,133	0,050-0,091
4.	Kondisi kuning telur			
	a. Bentuk	Bulat	Agak pipih	Pipih
	b. Posisi	Di tengah	Sedikit bergeser dari tengah	Agak kepinggir

	c. Penampakan batas	Tidak jelas	Agak jelas	Jelas
	d. Kebersihan	Bersih	Bersih	Ada sedikit bercak darah
	e. Indeks	0,548-0,521	0,394-0,457	0,330-0,393
5.	Bau	Khas	Khas	Khas

Daftar Pustaka

- Buckle, K.A., R.A. Edwards, G.H. Fleet, R.A. Souness and M. Wootton. 1978. *A Course Manual in Food Science*. Watson Ferguson & Co, Brisbane.
- Badan Standardisasi Nasional. 2008. SNI 3926:2008 Telur ayam konsumsi.
- Card, L.E. and M.C. Nesheim. 1973. *Poultry Production*. 11th Ed. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Coutts, J.A. and C.C. Wilson. 1990. *Egg Quality Handbook*. Queensland Department of Primary Industries, Brisbane.
- Florea, J.H. 1975. *ABC of Poultry Raising*. Dover Publication, Inc., New York.
- Gauws, D. 1987. Egg quality and egg washing. *Poultry Internasional*. Oct., p. 44-50.
- Hintono, A. 1993. Perubahan Kualitas Telur selama Penyimpanan dalam Kemasan Atmosfir Termodifikasi. Tesis. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Jull, M.A. 1958. *Poultry Husbandry*. 3rd Ed. Tata McGraw Hill Publishing Company Ltd., Bombay – New Delhi.
- Orr, H.L. and D.A. Fletcher. 1973. *Egg and Egg Products*. Canada Department of Agriculture, Ottawa.
- Rhorer, A.R. 1989. What's happening to internal egg quality. *Poultry Internasional*. Aug., p : 12-14.
- Roberts, J.R. 2004. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. *J. Poult. Sci.* 41:161–177.

- Romanoff, A.L and A.J. Romanoff, 1949, *The Avian Egg*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Sabrani, M, dan H. Setyanto. 1980. *Proses yang Terjadi di dalam Telur Selama Penyimpanan*. Lembaran LPP, Th. X. No. 1 Lembaga Penelitian Peternakan Bogor.
- Sanusi, R.J. 1977. *Telur dan Beberapa Masalahnya*, Lembaga Penelitian Peternakan, Bogor.
- Stadelman, W.J. and O.J. Cotterill. 1977. *Egg Science and Technology*. 2nd Ed. The AVI Publishing Company. Inc., Westport Connecticut.
- Stevenson, G.T. and C. Miller. 1962. *Introduction to Foods and Nutrition*. John Wiley & Sons. Inc., New York.
- Travel, A.,Y. Nys and M. Bain. 2011. Effect of hen age, moult, laying environment and egg storage on egg quality. In Y. Nys, M. Bain and F.V. Immerseel (Ed). *Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge.
- USDA. 1983. Egg-Grading Manual. Agricultural Handbook Number 75.
- Vail, G.E., R.M. Griswold, M.M. Justin and L.O. Rust. 1967. *Food, An Introductory College Course* (5th Ed.). Houghton Mifflin Company. Boston.
- Winter, A.P. and E.M. Funk. 1960. *Poultry Science and Practice*. J.B. Lippincott Company. Chicago-Philadelphia-New York.

BAB VII

KIMIA TELUR

Telur bangsa burung mengandung semua zat yang esensiil bagi penetasan baik kuantitas maupun kualitas. Telur ayam yang dijumpai di pasaran sebagian besar adalah infertil, tetapi hampir tidak ada perbedaan komposisi kimia yang signifikan antara telur segar fertil dan telur segar infertil. Bab ini membahas tentang komposisi dan sifat-sifat kimiawi telur.

Pengetahuan tentang kimiawi dan sifat-sifat fisikokimiawi alamiah albumen dan yolk berguna untuk menafsirkan perubahan-perubahan yang terjadi selama penyimpanan dan pengolahan seperti pasteurisasi, pengeringan dan pembekuan. Perubahan-perubahan dalam komponen telur akan tercermin sebagai berkurangnya fungsionalitas albumen, yang menyangkut *foaming ability* (daya buih), dan yolk, yang menyangkut *emulsifying ability* (daya mengemulsi).

A. Komposisi Kimia Telur

Seperti halnya jaringan hewan, telur sebagian besar terdiri dari air, dan sebagian lain adalah bahan kering yang terdiri dari protein, lipid, karbohidrat dan mineral, serta sejumlah kecil senyawa organik sederhana tertentu. Semua konstituen kimiawi tersebut terdistribusi diantara struktur komponen-komponen telur dalam ragam yang khas. Tabel 7. menunjukkan analisis proksimat kimia telur (ayam) pada umumnya.

Tabel 7 Komposisi Kimia Telur dan Komponen-komponennya.

Konstituen	Telur utuh (%)	Isi telur (%)	Yolk (%)	Albumen (%)	Cangkang + Membran (%)
Air	66	74	48	88	2
Bahan kering	34	26	52	12	98
Protein	12	13	17	11	6
Lipid	10	11	33	-	-
Karbohidrat	1	1	1	1	-
Abu/mineral	11	1	1	-	92

Sumber : Card dan Nesheim (1973)

Pada Tabel 7. tampak bahwa protein terdistribusi di semua komponen telur, sedangkan lipid hanya terdapat di yolk. Lipid disini termasuk lemak murni, lipid yang mengandung fosfor, nitrogen dan/atau gula, serta sterol. Karbohidrat merupakan konstituen minor dalam telur, yang dapat berada dalam bentuk bebas dan terkonjugasi pada protein dan lemak.

Beberapa faktor dapat mempengaruhi komposisi kimia tersebut, yaitu strain, pakan, umur ayam/hewan dan musim.

1. Cangkang

Cangkang tersusun atas matriks, yang terdiri dari anyaman serabut protein dan massa yang bulat; dan kristal kalsit di sela-selanya (interstitial). Perbandingan antara matriks dan kristal kira-kira 1 : 50. Matriks terdiri dari *protein-acid-mucopolysaccharide*. *Polyshaccaride* mengandung *chondroitin sulfate* A dan B, *galactosamine*, *glucosamine*, *galactose*, *mannose*, *fucose* dan *sialic acid*.

Komposisi cangkang telur ayam, angsa dan itik dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Komposisi Cangkang Telur (%).

Konstituen	Ayam	Angsa	Itik
Bahan organik	4,2	3,5	4,3
Kalsium karbonat	93,7	95,3	94,4
Magnesium karbonat	1,3	0,7	0,5
Kalsium fosfat	0,8	0,5	0,8

Sumber : Winton dan Winton (1937)

Sedangkan komposisi unsur-unsur cangkang telur kira-kira sebagai berikut: kalsium 98,2%, magnesium 0,9% dan fosfor 0,9%. Fosfor berada dalam cangkang sebagai fosfat. Fosfat terdeteksi pada daerah *cone* (kerucut), tetapi sebagian besar fosfat dan magnesium ditemukan pada cangkang bagian luar. Kekerasan cangkang meningkat dengan meningkatnya kandungan magnesium.

Cuticle tersusun atas protein 90%, yang banyak mengandung *glycine*, *glutamic acid*, *lysine*, *cystine* dan *tyrosine*; *hexosamine*, *galactose*, *mannose*, dan *fucose* berada sebagai konstituen *polysacharide*.

2. Membran Cangkang

Kedua membran cangkang terdiri dari serabut protein; beberapa peneliti menyatakan bahwa protein tersebut adalah keratin.

Membran dalam mempunyai 3 lapis serabut, yang paralel dengan cangkang. Membran luar mempunyai 6 lapis serabut yang teranyam dalam arah yang berlainan.

Protein membran cangkang banyak mengandung *histidine*, *cystine* dan *proline*, tetapi dibandingkan dengan *cuticle* atau protein matriks, protein membran mengandung *glycine* relatif rendah.

3. Albumen

Air merupakan konstituen albumen terbesar. Kandungan air berkurang dari lapisan albumen terluar ke lapisan yang lebih dalam (lihat Tabel 9.).

Tabel 9 Kadar Air Lapisan-lapisan Albumen.

Lapisan Albumen	% Kadar Air
Putih telur encer luar	88,8
Putih telur kental	87,6
Putih telur encer dalam	86,4
Chalaziferous	84,3

Sumber : Powrie dan Nakai (1990)

Bahan kering total (total solid) yang terkandung dalam albumen berkisar 11-13%; kandungan bahan kering total albumen tergantung pada strain dan umur ayam/hewan. Umur ayam/hewan sangat berpengaruh terhadap kandungan protein albumen. Kandungan protein albumen meningkat 0,09 gram untuk setiap gram peningkatan berat telur. Protein albumen dan karakteristiknya dapat dilihat pada Tabel 7.

Protein albumen.-

Bahan kering albumen sebagian besar tersusun atas protein (lihat Tabel 7.). Albumen merupakan substansi biokimia yang unik, yang mempunyai sifat-sifat fungsional biokimiawi yang menarik (Feeney, 1964). Dalam penggunaannya sebagai bahan untuk membuat roti, sifat fungsional protein albumen yang penting adalah kemampuannya untuk membentuk buih (*foam*) yang dapat mengembangkan roti. Peneliti-peneliti terdahulu menganggap bahwa albumen merupakan protein tunggal; tetapi kemudian segera diakui bahwa prosedur

koagulasi panas, pengendapan alkohol dan fraksionasi garam menghasilkan fraksi-fraksi protein dengan bermacam-macam sifat.

Protein albumen telah menjadi subyek penelitian fundamental. Daya tarik pada albumen tampaknya disebabkan oleh kepentingan biokimianya sebagai material embriologis, sifat-sifat protein yang unik, mudah dicerna dan pemisahan konstituen-konstituennya yang relatif mudah. Mudahnya pemisahan konstituen albumen terutama karena kenyataan bahwa albumen pada prinsipnya adalah larutan protein yang mengandung hanya sejumlah kecil garam dan gula (Feeney, 1964). Kebanyakan protein albumen berada dalam bentuk terlarut dan dapat dengan mudah diisolasi dan dikarakterisasi. Beberapa protein albumen mempunyai aktivitas biologis yakni sebagai enzim, sebagai penghambat enzim, sebagai agen pembentuk kompleks bagi beberapa koenzim. Karena aktivitas biologis tersebut, protein albumen terus diteliti dan dikaji secara ekstensif oleh para ilmuwan.

Albumen mengandung kira-kira sebanyak 40 macam protein yang berbeda dan kebanyakan dari itu belum diisolasi atau terkarakterisasi. Fraksi protein albumen dapat dipisahkan dengan kromatografi penukar ion. Teknik penukaran ion dengan menggunakan karboksi metil selulosa dan dietilaminoetil selulosa telah digunakan untuk fraksionasi dan purifikasi protein albumen. Beberapa tipe teknik elektroforesis juga telah digunakan untuk memisahkan protein albumen. Protein albumen tertentu dapat dipisahkan dengan mudah menggunakan elektroforesis gel pati (Feeney, 1964). Beberapa protein albumen diperlihatkan pada Tabel 10.

Tabel 10 Beberapa Protein Albumen Telur

Protein	% dalam albumen	Titik isoelektrik (pI)	Berat molekul	Karakteristik
Ovalbumin	54	4,5-4,8	46.000	Phosphoglycoprotein
Conalbumin	13	6,6	70.000-80.000	Mengikat ion metal terutama Fe
Ovomucoid	11	3,9-4,3	28.000	Menghambat trypsin
Lysozym (G ₁ globulin)	3,5	10,7	14.600	Melisiskan beberapa bakteri
G ₂ globulin	4,0	5,5	30.000-40.000	-
G ₃ globulin	4,0	5,8	49.000	-
Ovomucin	2	4,5-5,0	110.000	Sialoprotein, kental
Flavoprotein	0,8	3,9-4,1	32.000-36.000	Mengikat riboflavin
Ovoglycoprotein	0,5	3,9	24.400	Sialoprotein
Ovomacroglobulin	0,5	5,2	760.000-900.000	Menghambat beberapa protease, antigenik kuat
Ovoinhibitor	1,5	5,1	49.000	Menghambat proteinase
Cystatin	0,05	5,1	12.700	Menghambat proteinase
Avidin	0,05	10	68.300	Mengikat biotin

Sumber: Powrie dan Nakai (1990)

Ovalbumin.--

Ovalbumin merupakan fraksi protein utama dalam albumen; menyusun kira-kira 54% dari total protein albumen, mempunyai berat molekul kira-kira 46.000 dan pH isoelektrik (pI) antara 4,5 dan 4,8 (Gilbert, 1971). Ovalbumin digolongkan sebagai fosfoglikoprotein, karena adanya karbohidrat dan fosfat yang terikat pada polipeptida. Ovalbumin mudah terdenaturasi dan mudah diendapkan oleh panas dan sejumlah reagen. Suhu denaturasi ovalbumin alami adalah 84,5°C, namun bila ada kenaikan pH seperti yang terjadi pada telur selama penyimpanan, ovalbumin dapat berubah menjadi S-ovalbumin yang lebih stabil terhadap panas sehingga suhu denaturasinya menjadi 92,5°C (Powrie dan Nakai, 1990 dan Sugino *et al.*, 1997).

Ovalbumin yang dimurnikan terdiri dari 3 komponen yaitu A₁, A₂ dan A₃ masing-masing berbeda hanya dalam kandungan fosfatnya (Powrie dan Nakai, 1985). Komponen A₁, A₂ dan A₃ masing-masing mempunyai dua fosfat, satu fosfat per molekul dan tidak mempunyai fosfat; yang berada dalam albumen dengan proporsi relatif 85:12:3 (Powrie dan Nakai, 1985). Rantai polipeptida ovalbumin mempunyai 385 residu asam amino, 4 gugus sulfidril, 1 gugus disulfida, dan berat molekul 42.699. bagian karbohidart terletak pada Asn-292, dan 2 serin yang terfosforilasi adalah residu 68 dan 344. Bagian tunggal karbohidrat terdiri dari satu inti (*core*) dari dua N-asetilglukosamin dan 4 unit mannosida dengan jumlah residu tambahan yang bervariasi dari gula yang sama. Bagian karbohidrat ovalbumin mempunyai berat molekul antara 1.560 dan 1.580.

Selama penyimpanan telur, ovalbumin dikonversi menjadi S-ovalbumin. Suatu protein yang lebih stabil terhadap panas (Powrie dan Nakai, 1985). Konversi ovalbumin menjadi S-

ovalbumin tidak melibatkan residu fosfoseril atau gugus sulfidril, dan tidak ada perubahan dalam kelarutan, migrasi elektroforetik atau spektrum ultraviolet (Feeney, 1977). Ovalbumin dalam larutan mudah terdenaturasi dan terkoagulasi oleh permukaan baru (misalnya pengocokan), tetapi tahan terhadap denaturasi panas (Powrie dan Nakai, 1990).

Konalbumin.--

Konalbumin (*conalbumin*) disebut juga ovotransferin, yang menyusun kira-kira 13% dari total protein albumen (Gilbert, 1971). Konalbumin yang mempunyai berat molekul sekitar 70.000 atau 80.000 (Feeney, 1964) dengan pH isoelektrik (pI) 6,6 merupakan glikoprotein, mengandung kira-kira 0,8% heksosa dan 1,4% heksosamin, tidak mengandung gugus fosforus dan sulfidril bebas (Powrie dan Nakai, 1990). Konalbumin terdiri dari rantai polipeptida tunggal dan dapat berada dalam keseimbangan sebagai 3 bentuk dengan kandungan Fe^{++} yang berbeda (nol, satu dan dua atom Fe^{++} per molekul) (Powrie dan Nakai, 1990). Konalbumin lebih sensitif terhadap panas tetapi lebih tahan terhadap denaturasi permukaan daripada ovalbumin. Konalbumin terdenaturasi pada suhu 61°C ; Stabilitas konalbumin dalam albumen sama dengan konalbumin dalam buffer. Ion logam di – dan trivalent diikat kuat oleh konalbumin. Dua atom Fe (II), Al (III), Cu (II) dan Zn (II) per molekul protein membentuk senyawa yang stabil dengan konalbumin di atas pH 6. Senyawa-senyawa tersebut masing-masing berwarna merah, tak berwarna, kuning dan tak berwarna. Bilamana konalbumin bersenyawa dengan ion logam, senyawa tersebut tahan terhadap denaturasi panas, serangan proteolitik dan reagen pendenaturasi (Feeney, 1964).

Ovomukoid.--

Ovomukoid (*ovomucoid*) merupakan protein allergenik major pada putih telur ayam. Menyusun kira-kira 11% dari total protein albumen (Gilbert, 1971), mempunyai berat molekul 28.000 dan pH isoelektrik(pI) 3,9 – 4,3 (Feeney, 1964), dan merupakan glikoprotein yang stabil-panas (Powrie dan Nakai, 1985), tidak terkoagulasi oleh panas.

Ovomukoid tidak mengandung gugus sulfidril, mengandung kira-kira 20-25% karbohidrat yang terdiri dari D-mannosa, D-galaktosa, glukosamin dan asam sialat (Powrie dan Nakai, 1990). Kepentingan biokimiawi yang utama ovomukoid terletak pada kemampuannya untuk menghambat protease (Gilbert, 1971), ovomukoid menghambat serin protease dengan spesifitas untuk tripsin (Osuga dan Feeney, 1977).

Lisozim.--

Lisozim (*lysozyme*) merupakan enzim dalam albumen yang mampu melisiskan dinding sel bakteri (Powrie dan Nakai, 1985). Lisozim menyusun 3,5% dari total protein albumen (Li-Chan *et al.*, 1986), mempunyai berat molekul 14.600 dan pH isoelektrik (pI) 10,7 (Powrie dan Nakai, 1985), dan terdiri dari 3 komponen yang dapat dipisahkan dengan kromatografi penukar kation.

Lisozim terdiri dari 129 residu asam amino, dan 4 ikatan disulfida, tidak ada gugus sulfhidril bebas. Lisozim sedikit stabil terhadap panas, dingin dan beberapa reagen pendenaturasi, tetapi tidak stabil dalam alkali.

Inaktivasi panas lisozim tergantung pada pH dan temperatur. Lisozim lebih sensitif terhadap panas dalam albumen telur daripada jika berada sendirian dalam buffer fosfat antara pH 7 dan 9 (Powrie dan Nakai, 1985). Lisozim tidak

teranalisis secara elektrolisis dengan elektroforesis gel poliakrilamid karena titik isoelektriknya sangat basa (Galyean dan Laney, 1980).

Ovomusin.—

Ovomusin (*ovomucin*) menyokong kira-kira 2% protein albumen total (Gilbert, 1971). Ovomusin merupakan glikoprotein dengan berat molekul 110.000 dan mempunyai pH isoelektrik (pI) 4,5 – 5,0 (Osuga dan Feeney, 1977), memberikan struktur *gelatinous* albumen kental, dalam bentuk serabut mikroskopis, fleksibel (Powrie dan Nakai, 1985). Protein ini tidak larut dalam air tetapi dapat dilarutkan dalam larutan garam dengan pH 7 atau lebih. Kandungan karbohidrat dari protein murni tersebut sekitar 30%, dengan 10-12% sebagai heksosamin, 15% sebagai heksosa, dan 3-8% sebagai asam sialat. Itoh *et al.* (1987) memisahkan ovomusin menjadi 2 bagian, yang kaya karbohidrat dan yang miskin karbohidrat.

Ovomusin dan lisozim dalam larutan dapat berinteraksi membentuk kompleks tak larut air melalui ikatan elektrostatik pada pH 7,2-10,4. Interaksi menurun karena pH melampaui kisaran tersebut. Tampaknya, kompleks ovomusin-lisozim memberikan struktur *gelatinous* albumen kental, walaupun telah ada hipotesis yang bertentangan. Mengencernya albumen kental selama penyimpanan telur disebabkan oleh berkurangnya jumlah kompleks ovomusin-lisozim yang terjadi secara alami sehingga pH naik menjadi 9,5.

Flavoprotein.—

Semua riboflavin dalam albumen telur terikat kuat oleh apoprotein sebagai flavoprotein (Powrie dan Nakai, 1985). Dengan elektroforesis kertas dan gel pati, flavoprotein

bermigrasi sedikit di depan band ovalbumin A. Apoprotein yang mempunyai berat molekul antara 32.000 dan 36.000 dengan pH isoelektrik (pI) antara 3,9 dan 4,1 (Gilbert, 1971), bermigrasi pada laju yang sama seperti flavoprotein dalam elektroforesis gel pati (Powrie dan Nakai, 1985).

Ovoglikoprotein.—

Mempunyai berat molekul 24.400 dan pH isoelektrik (pI) 3,9, mengandung kira-kira 13,6% heksosa, 13,8% glukosamin dan 3,0% asam sialat (Gilbert, 1971).

Ovomakroglobulin.—

Ovomakroglobulin (ovomacroglobulin) merupakan protein albumen terberat setelah ovomusin (Gilbert, 1971; Osuga dan Feeney, 1977). Berat molekul ovomakroglobulin sekitar 800.000 dan pH isoelektrik (pI) antara 4,5 – 4,7. Ovomakroglobulin bermigrasi relatif pada elektroforesis gel.

Ovoinhibitor.—

Ovoinhibitor berada dalam albumen dengan konsentrasi kira-kira 0,1-1% (Gilbert, 1971), merupakan inhibitor enzim proteolitik; mampu menghambat tripsin dan kimotripsin baik protease fungi maupun bakteri. Ovoinhibitor terdiri atas rantai polipeptida tunggal dari asam-asam amino. Ovoinhibitor mengandung 3,5% heksosa dan 2,7% heksosamin, dengan sedikit asam sialat. Ovoinhibitor bermigrasi pada gel pati hanya selangkah di depan band ovotransferin.

Cystatin (Ficin-Papain inhibitor).—

Cystatin merupakan inhibitor proteinase sulfidril, pertama kali diisolasi dari putih telur oleh Fossum dan Whitaker

pada tahun 1968 (Nakai, 2000). Cystatin menghambat ficin dan papain. Berbeda dengan ovomukoid, cystatin mempunyai berat molekul kecil yakni 12.700, tidak mengandung karbohidrat dan menunjukkan stabilitas panas yang tinggi (Sugino *et al*, 1997).

Avidin.--

Avidin merupakan protein komponen terkecil dalam albumen (0,05%) yang dapat mengikat biotin. Kira-kira 3 mol biotin terikat pada 1 mol avidin (Osuga dan Feeney, 1977). Telah dilaporkan bahwa avidin merupakan konstituen toksik utama dalam telur.

Lipid.-

Kandungan lipid/lemak dalam albumen sangat rendah sekali (kira-kira 0,02 %) sehingga bisa diabaikan.

Karbohidrat.-

Karbohidrat dalam albumen berada dalam bentuk bebas dan kombinasi dengan protein. Jumlah karbohidrat bebas, biasanya sebagai glukosa adalah 0,4% dari albumen dan 0,5% berada dalam glikoprotein yang mengandung unit manosa dan galaktosa. Sembilan puluh delapan persen karbohidrat yang tidak terkombinasi dalam albumen adalah glukosa.

Unsur-unsur anorganik (mineral).--

Unsur-unsur anorganik yang terkandung dalam albumen bermacam-macam, yang berada baik dalam bentuk terpisah maupun terikat. Kandungan yang penting dari unsur albumen bisa dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 Komposisi Unsur-unsur dalam Albumen dan Yolk

Unsur	% dalam albumen	% dalam yolk
Sulfur (S)	0,195	0,016
Potassium (K)	0,145-0,167	0,112-0,360
Sodium (Na)	0,161-0,169	0,070-0,093
Fosfor (P)	0,018	0,543-0,980
Kalsium (Ca)	0,008-0,020	0,121-0,262
Magnesium (Mg)	0,009	0,032-0,128
Besi (Fe)	0,0009	0,0053-0,011

Sumber : Powrie dan Nakai (1990)

Komposisi unsur-unsur dari albumen sangat bervariasi tergantung dari pakan, lingkungan, temperatur, musim dan umur ayam/hewan.

4. Yolk

Yolk merupakan emulsi lemak dalam air dengan bahan kering total sekitar 50%, dan dipengaruhi oleh umur petelur. Kadar bahan kering yolk telur segar 52,29%; selama penyimpanan, air berpindah dari albumen ke yolk dan akibatnya kadar bahan kering yolk turun.

Konstituen utama bahan kering yolk adalah protein dan lipid (lihat Tabel 7.). Komposisi proksimat konstituen tersebut berbeda diantara spesies unggas (lihat Tabel 12.). Yolk mengandung paling sedikit 2 lipoprotein yaitu lipovitellin dan lipovitellenin. Lipovitellin mengandung 17-18% lipid, dan vitellin mengandung 1% fosfor, sedangkan lipovitellenin mengandung 36-41% lipid terutama lecithin, dan vitellenin mengandung 0,29% fosfor. Sangat berbeda dengan albumen, yolk mengandung banyak lemak, baik lemak terikat maupun lemak bebas. Lebih dari separoh bahan kering yolk adalah lipid (lemak

kasar). Komposisi lipid yolk adalah trigliserida 65,5%, *phospholipid* 28,3% dan *cholesterol* 5,2%. Komposisi phospholipid yaitu : *phosphatidylcholine (lecithin)* 73,0%, *phosphatidylethanolamine/cephalin* 15,0%, *sphingomyelin* 2,5%, *lysophosphatidylcholine* 5,8%, plasmalogen 0,9% dan *inositol phospholipid* 0,6%, *lysophosphatidylethanolamine* 2,1%.

Tabel 12 Berat dan Komposisi Proksimat Yolk Telur Ayam dan Yolk Telur Itik

	Yolk telur ayam	Yolk telur itik
Berat (g)	17,11 ± 1,3	24,62 ± 2,2
Kadar air (%)	49,44 ± 1,1	46,01 ± 1,5
Protein (%)	16,32 ± 1,1	19,08 ± 1,9
Lipid/Lemak (%)	32,25 ± 1,7	36,53 ± 2,1
Mineral/Abu (%)	0,96 ± 0,2	0,82 ± 0,2

Sumber: Saly-Ping Chi dan Kuo-Hsuen Tseng (1998)

Yolk dapat dipisahkan dengan pemusingan (*centrifugation*) berkecepatan tinggi menjadi granula-granula dan plasma. Menurut beberapa peneliti, granula-granula terdiri dari high density lipoprotein (HDL) 70% yaitu α dan β lipovitellin masing-masing 41% dan 29%, *low density lipoprotein* 12% dan *phosvitin* 16%. Phosvitin adalah nonlipid phosphoprotein, lipovitellin dan *low-density lipoprotein* (LDL) adalah senyawa lipid-protein. Plasma terdiri dari livetin yang merupakan protein globular bebas lemak dan low density lipoprotein. Distribusi protein yolk dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13 Protein Yolk dan Distribusinya

Fraksi	Plasma	Granula
Protein	72% (100)	22% (100)
HDL		
α -Lipovitellin	-	(41)
β -Lipovitellin	-	(29)
LDL	(87)	(12)
Phosvitin	-	(17)
Livetin	(13)	-

() menunjukkan distribusi berat, %

Sumber: Sugino *et al.* (1997)

Jumlah karbohidrat dalam yolk mungkin sebesar 1% (lihat Tabel 7.). Kandungan karbohidrat bebas diperkirakan 0,2%-nya sebagai glukosa. Karbohidrat bebas dan majemuk (terikat) ditemukan ada dalam yolk masing-masing 0,7 dan 0,3%. Karbohidrat yang berikatan dengan protein adalah *manose-glucosamine polysacharide*.

Kandungan unsur-unsur anorganik (mineral) dalam yolk kira-kira 1% (lihat Tabel 7.). Unsur-unsur utama dalam yolk adalah fosfor, kalsium dan kalium (potassium), lihat Tabel 11. Sejumlah besar fosfor dalam bentuk terpisah.

Warna yolk, yang dipertimbangkan sebagai karakteristik kualitas, diperoleh dari pigmen *carotenoid* pakan, yaitu *carotene* dan *xanthophyll* dengan kandungan seperti yang terlihat pada Tabel 14.

Tabel 14 Komposisi Carotenoid Yolk.

Pigmen	Kandungan (%)
<i>Carotene</i>	
<i>α-carotene</i>	<i>trace</i> (kelumit)
<i>β-carotene</i>	0,03
<i>Xantophyll</i>	
<i>Cryptoxanthin</i>	0,03
<i>Lutein</i>	0,1
<i>Zeaxanthin</i>	0,2

Sumber: Sugino *et al.* (1997)

Membran vitelin yolk utamanya tersusun atas protein, sama dengan yang dijumpai pada membran cangkang.

B. Beberapa Sifat Fisikokimiawi Telur

Telur merupakan suatu sistem sangat kompleks terorganisir dengan baik. Telur terdiri dari beberapa bagian yang sangat berbeda sifat-sifat fisis dan kimiawinya, dan hubungan spesifik tertentu dijaga oleh kerja dari sejumlah kekuatan yang dapat diukur.

Sistem fisikokimiawi telur tersebut secara eksternal diatur oleh cangkang yang keras dan berpori-pori; sedangkan secara internal, sistem terdiri dari 2 fase, yolk dan albumen, yang dipisahkan oleh membran vitelin yang semipermeabel.

1. Nilai pH

Nilai pH dari telur yang baru ditelurkan kira-kira 7,6-7,9. Selama penyimpanan telur, pH albumen meningkat sampai nilai maksimum kira-kira 9,7 tergantung temperatur. Setelah 3 hari penyimpanan telur pada suhu 3°C, pH albumen 9,18 dan setelah 21 hari penyimpanan, pH albumen mendekati 9,4 dengan tidak

memandang temperatur penyimpanan antara 3°C dan 35°C. Peningkatan pH albumen disebabkan oleh lepasnya CO₂ dari dalam telur melalui pori-pori cangkang. Albumen mengandung sodium bikarbonat dan potassium bikarbonat yang menyusun sistem buffer telur; pH albumen tergantung pada keseimbangan (*equilibrium*) antara CO₂, ion bikarbonat, ion karbonat, dan protein yang terlarut; bilamana CO₂ lepas, konsentrasi ion bikarbonat dalam albumen turun dan sistem buffer menjadi kacau, keseimbangan sistem buffer karbonat-karbonat terdorong kearah produksi CO₂, dan pH meningkat. Konsentrasi ion bikarbonat dan ion karbonat dipengaruhi oleh tekanan parsial CO₂ lingkungan eksternal. Peningkatan konsentrasi CO₂ lingkungan akan meningkatkan konsentrasi ion bikarbonat dan akan menurunkan konsentrasi karbonat.

Nilai pH yolk telur yang baru ditelurkan kira-kira 6,0; tetapi selama penyimpanan telur, pH secara bertahap meningkat menjadi antara 6,4 dan 6,9. Pada temperatur penyimpanan 2°C dan 37°C nilai pH yolk mencapai 6,4 masing-masing dalam 50 hari dan 18 hari.

2. Daya Buih Albumen

Bila sebutir telur dikocok ia akan membuih. Yolk dan albumen jika dikocok secara terpisah juga akan membuih. Tetapi putih telur tidak akan membuih dengan adanya lemak (Knight dan Kotschevar, 1979). Jadi putih telur yang mengandung banyak yolk tidak akan membuih dengan baik. Dalam proses pembentukan buih, terjadi denaturasi permukaan dari protein albumen pada antar muka cairan-udara (*liquid-air*), yang menghasilkan suatu lapisan tipis tak larut air dan menyebabkan buih teguh dan stabil.

Volume albumen yang dikocok dan stabilitas relatif buih dipengaruhi oleh bermacam-macam faktor, seperti umur, temperatur dan pH albumen telur, lamanya pengocokan telur dan ada tidaknya air, yolk, gula, garam, minyak atau substansi lain.

Bilamana macam-macam lapisan albumen dikocok sendiri-sendiri, volume masing-masing meningkat dengan besaran yang agak berbeda-beda (lihat Tabel 15).

Jika kedua lapisan encer dicampur, albumen kental dan encer akan menunjukkan persentase peningkatan volume yang kira-kira sama.

Volume albumen telur segar yang dikocok akan meningkat kira-kira 350%; sedangkan pengocokan albumen dari telur yang disimpan selama 2 minggu pada temperatur kamar akan meningkatkan volume 424%. Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh peningkatan pH selama penyimpanan.

Tabel 15 Peningkatan Volume Berbagai-macam Lapisan Albumen yang Dikocok secara Terpisah.

Lapisan albumen	% Peningkatan Volume
Encer luar	372
Kental	359
Encer dalam	320

Sumber : Romanoff dan Romanoff (1949)

Lamanya pengocokan albumen berpengaruh, baik terhadap volume maupun stabilitas buih yang dihasilkan. Makin lama albumen dikocok, volume buih makin meningkat, gelembung udara dalam buih makin kecil.

Makin tinggi pH albumen yang dikocok, volumenya makin besar, pH dibawah 8 dianggap sebagai saat yang tepat untuk pengocokan dengan hasil buih yang stabil.

Kelihatannya buih albumen tidak dipengaruhi oleh perubahan temperatur dalam kisaran 10-25°C.

Penambahan air ke dalam albumen berpengaruh terhadap bertambahnya kapasitas pembuihan lebih lanjut.

Buih albumen akan berkurang dengan penambahan yolk. Penambahan 50% gula akan meningkatkan stabilitas buih, tetapi buih menjadi kurang stabil apabila 2,5% NaCl (garam dapur) ditambahkan.

Albumen telur tidak dapat dikocok hingga berbuih jika ditambah sedikit susu. Hal ini disebabkan campur tangan lemak susu dalam pembentukan buih. Buih yang teguh tidak diperoleh jika 4 tetes whole milk (susu penuh), atau 3 tetes cream 20% ditambahkan pada albumen; tetapi sejumlah 446 tetes susu bebas lemak tidak menghambat pembentukan buih.

Adanya sedikit minyak berpengaruh merugikan pada pembuihan albumen telur. Penambahan minyak menurunkan volume buih.

Penambahan bahan-bahan kimia, basa dan garam-garam basa, seperti Ca(OH)_2 , NaOH, Na_2SO_3 pada albumen tidak mempengaruhi pembentukan buih. Tetapi asam dan garam-garam asam meningkatkan stabilitas buih.

3. Sifat Mengemulsi dari Yolk

Yolk merupakan suatu bentuk emulsi, yolk mengandung protein yang merupakan koloid *lipophilic* yang mempunyai pengaruh menstabilkan emulsi. Diduga bahwa lecithin adalah konstituen yang menjadikan yolk sebagai emulsifier yang efektif.

Stabilitas emulsi minyak dalam yolk berkurang apabila terjadi penggabungan dan pembesaran secara bertahap droplet yang terdispersi, tanpa terpisahnya lemak bebas.

4. Koagulasi Albumen dan Yolk

Pengetahuan tentang kondisi yang bagaimana albumen menggumpal (terkoagulasi) penting dalam penyiapan telur sebagai makanan untuk konsumsi manusia.

Baik albumen maupun yolk bisa menggumpal tidak hanya karena panas, tetapi juga karena agent-agent lain, baik kimiawi, fisis maupun mekanis.

Albumen telur dapat digumpalkan pada temperatur 57°C, tetapi membutuhkan waktu lama. Penggumpalan yang nyata dimulai pada temperatur lebih dari 60°C. Albumen mulai berubah ke dalam bentuk gel pada temperatur mendekati 62°C, dan pada temperatur 65°C sudah tidak dalam bentuk cair. Pada temperatur 70°C, sudah agak padat tetapi masih seperti jelly dan lunak; selanjutnya pada temperatur lebih tinggi akan menjadi sangat padat.

Yolk menggumpal pada temperatur yang lebih tinggi daripada albumen. Yolk mulai memadat pada temperatur 65°C dan berhenti dalam bentuk cair pada temperatur 70°C.

Albumen bisa digumpalkan dengan kalium iodida, kalium thiosianat, urea, amonium thiosianat, natrium karbonat dan formaldehyde. NaOH hanya sedikit berpengaruh.

Agent penggumpal yang lain adalah pengocokan mekanis, tekanan 5.000 atmosfer atau lebih tanpa meningkatkan temperatur, dan gelombang suara berfrekuensi tinggi.

Daftar Pustaka

- Belitz, H.D., W. Grosch and P. Schieberle. 2009. *Food Chemistry* (4th revised and extended Ed.). Springer-Verlag, Berlin Heidelberg.
- Card, L.E. and M.C. Nesheim. 1973. *Poultry Production* (11th Ed.). McGraw-Hill Book Company, New York.
- Feeney, R.E. 1964. Egg proteins. In H.W. Schultz dan A.F. Anglemier (Ed). *Symposium on Foods: Protein and Their Reactions*. The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut.
- Galyean, R.D. and J.A. Laney. 1980. Sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis of chromatographically fractionated egg white. *J. Food Sci.* 46:460.
- Gibert, A.B. 1971. Egg albumen and its formation. In D.J. Bell and B.M. Freeman (Ed). *Physiology and Biochemistry of The Domestic Fowl*. Vol. 3. p.1379-1399. Academic Press, London-New York.
- Itoh, T., J. Miyasaki, H. Sugawara and S. Adachi. 1987. Studies on the characterisation of ovomycin and chalaza of hen's egg. *J. Food Sci.* 52:1518.
- Knight, J.B. and L.H. Kotchevar. 1979. *Quantity Food Production, Planning and Management*. CBI Publishing Company Inc., Boston, Massachusetts.
- Li-Chan, L., S. Nakai, J. Sim, D.B. Bragg and K.V. Lo. 1986. Lysozyme separation from egg by cation exchange column chromatography. *J. Food Sci.* 51:1032
- Nakai, S. 2000. Molecular modification of egg proteins for functional improvement. In J. S. Sim, S. Nakai and W. Guenter (Ed). *Egg Nutrition and Biotechnology*. p.205-217. CABI Publishing.

- Orr, H.L. and D.A. Fletcher. 1973. *Eggs and Egg Products*. Canada Departement of Agriculture. Ottawa.
- Osuga, D.T. and R.E. Feeney. 1977. Egg proteins. *In* J.R. Whitaker and S.R. Tannenbaum (Ed). *Food Proteins*. p.209-266. Avi Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut.
- Powrie, W.D. and S. Nakai. 1985. Characteristic of Edible Fluid of animal origin: Eggs. *In* O.R. Fenema (Ed). *Food Chemistry* (2nd Ed). p.829-855. Marcel Deccer, Inc., New York and Basel.
- Powrie, W.D. and S. Nakai. 1990. The chemistry of eggs and egg products. *In* W.J. Stadelman and O.J. Cotterill (Ed). *Egg Science and Technology*. p.97-139. Food Product Press, USA.
- Romanoff, A.L and A.J. Romanoff. 1949. *The Avian Egg*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Saly-Ping Chi and Kuo-Hsuen Tseng. 1998. Physicochemical properties of salted pickled yolk from duck and chicken eggs. *Journal of Food Sciences*. Vol. 63 No. 1.
- Sugino, H., T. Nitoda and L. R. Juneja. 1997. General chemical composition of hens egg. *In* T. Yamamoto, L. R. Juneja, H. Hatta and M. Kim (Ed). *Hen Eggs: Their Basic and Applied Science*. p.13-24. CRC Press, USA.
- Winton, A.L. and K.B. Winton. 1937. *The Structure and Composition of Foods*. John Wiley & Sons, Inc., New York.

BAB VIII

MIKROBIOLOGI TELUR

Pada umumnya, yakni kira-kira 90-95%, isi dari telur yang baru ditelurkan oleh induk unggas yang sehat, bebas dari mikroorganisme; hal ini disebabkan oleh adanya perlindungan alami yang ditopang oleh struktur fisik telur dan oleh konstitusi kimiawi albumen. Namun demikian telur dapat terkontaminasi oleh berbagai mikroorganisme perusak ataupun patogen. Permukaan cangkang telur segar yang ditelurkan unggas/ayam yang sehat sekalipun, biasanya terkontaminasi oleh beberapa jenis bakteri. Kontaminasi terutama berasal dari luar dan terjadi setelah peneluran (oviposisi); tetapi kadang-kadang kontaminasi isi telur juga bisa terjadi sebelum peneluran atau segera setelah peneluran. Sebagai akibat akhirnya, telur mengalami pembusukan atau bahkan mungkin responsibel bagi penyebaran penyakit diantara unggas/ayam atau manusia. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa bakteri patogen tertentu dijumpai di dalam telur yang ditelurkan oleh unggas/ayam yang terinfeksi; oleh karena itu telur dapat menjadi vektor bakteri penyebab penyakit karena makanan (*foodborne illness*) pada manusia, salah satunya adalah *Salmonella*.

A. Kontaminasi

Adanya mikroorganisme di dalam telur mungkin bisa terjadi karena telur terkontaminasi sebelum peneluran yakni selama proses pembentukannya, baik di dalam ovarium maupun dalam *oviduct*, sehingga dapat dikatakan sebagai kontaminasi *congenital* (endogenik); mungkin juga terjadi karena terkontaminasi setelah peneluran, yakni mikroorganisme

dari luar masuk menembus cangkang telur, sehingga dapat dikatakan sebagai kontaminasi *extragenital* (eksogenik).

1. Kontaminasi congenital

Telur dapat terkontaminasi oleh mikroorganisme sepanjang pembentukannya karena adanya infeksi jaringan reproduksi unggas/ayam petelur, yang diberi istilah kontaminasi congenital atau ada pula yang menyebut kontaminasi vertikal atau kontaminasi endogenik.

Kontaminasi congenital dapat terjadi pada setiap tahap selama perkembangan telur, namun lebih sering terjadi pada yolk dari pada albumen, mungkin karena mikroorganisme dapat masuk yolk sebelum yolk meninggalkan ovarium. Mikroorganisme yang paling terkenal mengkontaminasi yolk yaitu bakteri *Salmonella pullorum*, agen penyebab penyakit pullorum pada ayam. Bakteri ini bisa masuk yolk yang masih berada dalam ovarium. Hewan/ayam hanya terinfeksi lewat alat pencernaan, dan kemudian organisme tersebut dibawa aliran darah ke ovarium. Beberapa organisme tampaknya juga bisa mencapai ovarium dengan perjalanan yang sama dengan *S. pullorum*; diantaranya yang biasa dijumpai baik pada ovarium maupun telur adalah *S. anatum*, *S. typhimurium*, *S. enteritidis*, dan *Mycobacterium avium*; tetapi kemungkinan juga bahwa kadang-kadang bakteri lewat melalui oviduct. Ujung oviduct yang satu membuka ke dalam rongga tubuh dan ujung yang lain membuka ke dalam cloaca, sehingga memungkinkan terinfeksi dari 2 sumber yang potensial tersebut. Terkadang bakteri juga ada di dalam oviduct, tetapi oviduct normalnya steril, kecuali di daerah cloaca.

Terdapatnya benda-benda asing seperti faeses, bulu, cacing dan batu kecil yang kadang-kadang dijumpai di dalam

telur menunjukkan bahwa oviduct mampu bergerak antiperistaltik. Mungkin gerak antiperistaltik inilah yang mendorong sedemikian rupa cepatnya bakteri sehingga ia dapat berada di dalam telur sebelum aksi antibakterial dari oviduct berpengaruh.

2. Kontaminasi extragenital

Kontaminasi extragenital, sering disebut kontaminasi horizontal terjadi pada saat peneluran dan seterusnya telur terkontaminasi oleh semua permukaan yang bersentuhan dengannya. Tingkat kontaminasinya berkorelasi langsung dengan kebersihan permukaan tersebut. Kontaminasi setelah peneluran berpengaruh penting dalam ketahanan kualitas telur.

B. Penetrasi Mikroorganisme kedalam Telur

Cangkang telur yang berpori-pori, begitu pula *shell membrane* yang bersifat semipermeabel memungkinkan masuknya mikroorganisme ke dalam telur. Ujung tumpul (berongga udara) paling mudah terkena infeksi bakteri, kemudian daerah equator (tengah), sedangkan ujung runcing merupakan daerah yang paling tahan terhadap penetrasi bakteri (*blunt end > equatorial region > small end*). Hal ini bukan karena pengaruh porositas, ketebalan cangkang dan membran, tetapi kemungkinan karena rongga udara menyebabkan suatu efek *suction* atau vakum, sehingga memberi fasilitas lewatnya organisme (Vahdera, 1970). Ujung tumpul bisa mendukung kondisi lingkungan yang lebih baik bagi pertumbuhan dan multiplikasi organisme sekali terjadi penetrasi.

Cangkang telur pertama kali mendapat muatan mikroorganisme pada saat oviposisi (peneluran); beberapa mikroorganisme diturunkan dari *vent* (anus) dan bahan-bahan

sarang atau alas kandang, kemudian dari faeses, debu dan tanah, mungkin juga dari percikan air minum ayam. Selanjutnya telur akan terkontaminasi dari air cucian, bila telur dicuci, atau dari alat-alat/bahan-bahan pengemas/ pengepak. Jumlah mikroorganisme yang terdapat pada cangkang sangat bervariasi, berkisar dari beberapa ratus ribu sampai puluhan juta atau rata-rata sekitar 100.000 per cangkang. Ada 15 genera bakteri ditemukan pada cangkang telur (lihat Tabel 16.), yang secara normal didominasi oleh bakteri gram positif terutama *Micrococci*. Kenyataan ini agaknya mencerminkan toleransi organisme ini terhadap kondisi kering. Bakteri gram negatif pada umumnya tidak tahan kering sehingga sulit tumbuh pada permukaan cangkang. Namun demikian baik bakteri gram + maupun gram – berpeluang sama dalam menyerang isi telur lewat cangkang.

Perbedaan temperatur telur dan medium sekeliling bisa memungkinkan bakteri masuk ke dalam telur dengan proses *suction* (penghisapan).

Kelembaban tampaknya ikut berperan penting dalam transmisi (perpindahan) mikroorganisme melalui cangkang. Kelembaban yang berlebihan memberi kemudahan mikroorganisme masuk ke dalam telur, sedangkan kelembaban yang kurang akan menghambat masuknya mikroorganisme ke dalam telur. Telur yang kering dan bersih adalah esensial bagi produksi dan ketahanan kualitas yang baik. Cangkang telur yang tipis dan cacat lebih permeabel terhadap mikroorganisme.

Telur yang dihasilkan di bawah kondisi yang tidak saniter atau yang tidak ditangani dengan baik akan lebih banyak mengalami kontaminasi.

Tabel 16 Tipe Mikroorganisme yang Ada pada Cangkang Telur Ayam.

Tipe Organisme	Frekuensi kejadian ^a
<i>Streptococcus</i>	±
<i>Staphylococcus</i>	+
<i>Micrococcus</i>	‡
<i>Sarcina</i>	±
<i>Arthrobacter</i>	+
<i>Bacillus</i>	+
<i>Pseudomonas</i>	+
<i>Acinetobacter</i>	+
<i>Alcaligenes</i>	+
<i>Flavobacterium</i>	+
<i>Cytophaga</i>	+
<i>Escherichia</i>	+
<i>Aerobacter</i>	+
<i>Aeromonas</i>	±
<i>Proteus</i>	±
<i>Serratia</i>	±

^a Ada; ± kadang-kadang; + pada kebanyakan telur tetapi dalam jumlah kecil; ‡ selalu ada dalam jumlah besar.

Sumber: Board and Tranter (1990)

C. Pertahanan Telur terhadap Mikroorganisme

Ada beberapa sebab mengapa kontaminasi internal telur, baik yang segar maupun yang telah disimpan lama, tidak sering terjadi. Telur mempunyai sistem pertahanan yang efisien untuk melawan mikroorganisme, baik yang berasal congenital maupun ekstragenital. Pertahanan tersebut sebagian secara fisis dan sebagian lagi secara kimiawi. Efisiensi pertahanannya tergantung pada integritas telur.

1. Pertahanan fisis

Pertahanan fisis telur terdiri dari :

- Cangkang;

Sepanjang masih utuh, cangkang merupakan pertahanan alami pertama yang bertindak sebagai barier mekanis terhadap invasi mikroorganisme, akan tetapi pori-pori cangkang cukup besar untuk dilalui bakteri dan jamur; untungnya kutikula yang terdeposit pada permukaan cangkang telur saat peneluran, efektif menutup pori-pori cangkang terhadap masuknya mikroorganisme ke dalam telur. Namun sayang sekali bahwa sifat antimikrobal kutikula tidak permanen. Kutikula hanya memberikan perlindungan paling lama 96 jam setelah peneluran. Dengan bertambahnya umur telur, kutikula akan makin mengering dan mengkerut sehingga pori-pori akan membuka. Selain itu kutikula mudah hilang karena air (karena pencucian, misalnya) dan karena abrasi (pengkikisan) dalam proses pembersihan kotoran dari permukaan cangkang. Di bawah kondisi udara yang basah struktur kutikula menjadi granular seperti buih sehingga membuat telur lebih peka terhadap serangan mikroorganisme. Karena bakteri butuh air untuk melewati kanal pori-pori, maka penting untuk menjaga permukaan telur tetap kering guna mencegah masuknya mikroorganisme.

Ketebalan cangkang berpengaruh besar pada kemampuan bakteri untuk menemukan jalan masuknya ke dalam telur. Cangkang yang rusak (retak/pecah) tidak efektif mencegah invasi bakteri.

- Membran cangkang (*shell membrane*)

Walaupun peranan yang pasti dari membran cangkang dalam pertahanan antimikrobal telur masih belum tentu,

namun membran yang tersusun atas serabut-serabut yang teranyam itu bisa dianggap bertindak sebagai penyaring (filter) untuk mencegah masuknya beberapa mikroorganisme yang berhasil menembus lewat pori-pori cangkang. Ketahanan *inner shell membrane* terhadap mikroorganisme lebih besar daripada *outer shell membrane*. Tidak ada penetrasi bakteri yang pasti dipostulatkan, tetapi umumnya para peneliti setuju bahwa *inner shell membrane* memberikan pertahanan terbesar terhadap bakteri (Vahdera, 1970).

- Albumen

Merupakan barier urutan ketiga terhadap mikroorganisme. Mikroorganisme asal ekstraseluler yang lewat cangkang dan *shell membrane* seringkali mati dalam albumen sebelum mencapai yolk. Disamping aksi mikrobial kimiawinya, albumen juga bertindak dalam pertahanan fisis karena viskositas proteinnya yang menghambat gerakan bakteri, dan juga kantong *albuminous* (albumen kental) telur segar yang menopang yolk dalam posisi sentral sehingga menjaganya dalam jarak yang jauh dari kontaminan yang tertahan oleh *shell membrane*.

2. Pertahanan kimiawi

Pertahanan kimiawi telur terhadap bakteri terdapat di dalam albumen. Setelah masuk lewat cangkang dan membran, bakteri-bakteri berkembang sebentar di dalam albumen, dan kemudian jumlahnya berkurang dengan cepat sehingga kontaminasi yolk terhambat dan komparatif lebih ringan.

Aksi antibakterial albumen sebagian disebabkan oleh ketidakmampuan bakteri untuk menggunakan protein murni (*native protein*), disamping itu alkalinitas (pH yang tinggi) dari

albumen yang bisa mencapai pH 9 - 10 selama penyimpanan telur dapat menghambat pertumbuhan bermacam-macam spesies bakteri. Albumen juga mengandung imunoglobulin yaitu IgM dan IgA yang dapat berkontribusi dalam ketahanan terhadap bakteri yang menginvasi.

Substansi antibakteri (*antibacterial substance*) di dalam albumen telur adalah sebagai berikut :

- Lisozim; enzim yang ada dalam albumen yang dapat melisiskan dinding sel bakteri gram positif baik yang hidup maupun yang mati. Oleh karena inilah yang menyebabkan telur utuh/segar jarang dirusak oleh bakteri gram positif. Lisozim memecah ikatan glikosidik β (1-4) antara *N-acetylglucosamine* dan *N-acetylmuramic acid* yang menyebabkan dinding sel terhidrolisis yang diikuti oleh lisisnya bakteri jika osmolaritas lingkungan berubah. Kemampuan lysis dari lisozim akan hilang karena pemanasan pada temperatur lebih dari 70°C. Lisozim juga menjadikan kation-kation dan vitamin-vitamin tertentu tidak tersedia bagi organisme yang membutuhkannya.
- Konalbumin (Ovotransferin); merupakan bagian albumen yang tidak dapat dikristalkan. Mempunyai aksi mengikat Fe, Co dan Zn sehingga tidak dapat digunakan oleh bakteri. Sejumlah kecil Fe dibutuhkan untuk pertumbuhan spesies *Pseudomonas*. Apabila telur disimpan beberapa lama, aktifitas konalbumin tidak lama dalam mengikat Fe, sehingga telur yang telah lama disimpan lebih mudah mengalami dekomposisi bakterial daripada telur segar yang baru.
- Protein pengikat vitamin; membantu menghambat pertumbuhan bakteri dalam albumen dengan mengikat beberapa vitamin sehingga tidak dapat digunakan oleh

- bakteri; seperti flavoprotein yang mengikat riboflavin, avidin yang mengikat biotin dan protein pengikat thiamin.
- Faktor antiproteolitik (inhibitor protease); yang dapat mencegah proteinase bakteri dari lepasnya senyawa nitrogen yang penting untuk pertumbuhan; seperti ovomukoid dan ovoinhibitor yang mempunyai aksi menghambat trypsin (serine protease), cystatin menghambat cysteine protease dan ovostatin menghambat beberapa protease.
 - Protein lain yang tidak terciri (*uncharacterized protein*); yang menghambat trypsin, chymotrypsin, protease kapang atau bergabung dengan riboflavin atau B₆.

D. Migrasi Mikroorganisme ke Yolk dan Multiplikasinya dalam Yolk

Dengan berlalunya waktu, khalasa (*chalazae*) dan albumen mencair dan tidak dapat lagi mempertahankan yolk di posisi sentral. Jarak antara yolk dan cangkang menjadi dekat sehingga memudahkan mikroorganisme mengakses ke yolk. Membran vitelin (*vitelline membrane*) merupakan rintangan terakhir bagi migrasi mikroorganisme ke yolk. Membran vitelin permeabel terhadap *solute* (padatan terlarut) seperti zat besi dan asam amino. Permeabilitas ini memungkinkan bakteri (misal *Salmonella*) yang ada di dekat yolk mampu tumbuh di dalam putih telur. Jika bakteri mencapai yolk, pertumbuhannya sangat cepat pada temperatur 25°C atau lebih, tetapi kurang signifikan pada 10°C. Penyimpanan dingin merupakan cara yang efektif untuk mengurangi hilangnya integritas membran vitelin, akses bakteri ke yolk dan pertumbuhan lebih lanjut.

E. Mikroorganisme dalam Telur dan Kerusakan

1. Kapang

Beberapa genera kapang telah diisolasi dari dalam telur, yakni *Altenaria*, *Cladosporium*, *Mucor*, *Penicillium* dan *Thamnidium*. Kerusakan telur oleh kapang disebabkan oleh karena *mycellium* kapang menembus pori-pori atau retak-retak yang ada pada cangkang telur.

Wiskers (berambut halus) merupakan bentuk kerusakan yang menutup permukaan cangkang, terutama bila telur disimpan pada kelembaban relatif tinggi.

Kapang yang berbeda menyebabkan bercak-bercak (*spot*) yang berbeda pula. Spesies *Penicillium* menyebabkan bercak-bercak biru sampai hijau pada albumen. *Cladosporium herbarium*, salah satu kapang yang umum menyebabkan kerusakan telur, menghasilkan bercak-bercak hitam pada telur.

Membran vitelin dari yolk juga dapat dipecahkan oleh hyphae, sehingga isinya keluar yang berarti menambah makanan untuk pertumbuhan kapang lebih lanjut.

2. Bakteri

Telur busuk (*rotten egg*) normalnya mengandung campuran bakteri gram negatif yang menginfeksi; kadang-kadang beberapa bakteri gram positif juga ada. Bakteri yang umum mengkontaminasi telur adalah dari genera *Alcaligenes*, *Achromobacter*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Eschericia* dan *Proteus*.

Kerusakan telur sebagai akibat pertumbuhan bakteri di dalamnya adalah sebagai berikut :

- **Black rots.—**

Telur yang bila diteropong menunjukkan karakteristik rongga udara yang besar, mudah bergerak dan terisi dengan

gas, putih telur berair coklat kehijauan dan yolk yang hitam. Bila dipecah berbau busuk (bau H_2S yang nyata) dan yolk tampak *rubbery* (seperti karet). Bakteri yang sering dijumpai ada disini adalah kelompok *Alcaligenes*, *Escherichia* dan *Proteus*, yang semuanya ada dan tersebar di dalam tanah, feses dan air. Oleh karena itu cara terbaik untuk mengendalikan black rots pada telur yaitu dengan menghasilkan telur yang bersih.

- **Green rots.—**

Albumen mengalami derajat pengenceran tertentu mungkin *stringy* (seperti serabut/tali), dan umumnya tampak berwarna hijau. Albumen ber-*fluorescency* kuat di bawah lampu ultra violet.

Pada tahap awal yolk tidak terpengaruh, tetapi pada tahap berikutnya beberapa pengerasan tampak pada yolk yang direbus sebagian. Yolk mungkin tertutup dengan belang-belang jambon dan putih, membran vitelin mungkin menebal dan berwarna putih atau kadang-kadang hitam, atau bahkan yolk bisa juga pecah dan bercampur dengan albumen. Telur seringkali berbau keamis-amisen atau menyerupai bau buah.

Green rots umumnya disebabkan oleh anggota dari genus *Pseudomonas*, yang merupakan mikroorganisme terbesar di dalam tanah, terutama oleh *Pseudomonas fluorescens*, bakteri yang dapat tumbuh pada $0^{\circ}C$

Telur yang terinfeksi, sulit dideteksi dengan *candling*, tetapi terlihat jelas bila telur tersebut dipecah. Pada tingkat kerusakan lebih lanjut, serabut-serabut albumen dapat terdeteksi pada ujung runcing telur dan bayangan yolk sering tampak gelap dan berwarna kemerahan.

- **Red rots atau pink rots.—**

Albumen mungkin mengencer atau tetap kental dan mengandung spots (bercak-bercak) coklat, jambon atau merah. Pada yolk juga tampak adanya koagulum (gumpalan) kemerah-merahan. *Pink rots* lebih jarang terjadi daripada *red rots*; *pink rots* disebabkan oleh strain dari *Pseudomonas* dan dapat merupakan tahap lanjut dari beberapa *green rots*, sedangkan *red rots* disebabkan oleh spesies *serratia*.

- **Colorless rots.—**

Tidak ada warna yang dihasilkan dalam telur, tetapi yolk mengeras dan bisa pecah (terdesintegrasi). Mungkin tidak ada bau yang menyimpang, atau mungkin ada bau seperti buah. *Colorless rots* disebabkan oleh pertumbuhan spesies *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, bakteri coliform tertentu atau jenis-jenis bakteri lain.

- **Miscellaneous rots.—**

Berbagai macam perubahan bisa terjadi, termasuk perubahan dalam warna albumen, pengenceran albumen, dll. Kemungkinan tipe perubahan ini sama seperti *colorless rots*. *Miscellaneous rots* bisa disebabkan oleh berbagai macam spesies bakteri termasuk *Pseudomonas*, *Serratia*, *Alcaligenes*, dll.

3. Khamir

Khamir jarang dijumpai pada telur, mungkin karena ukuran sel khamir menyulitkannya menembus cangkang.

4. Virus

Beberapa virus penyebab penyakit pada unggas seperti *retrovirus* penyebab *Lymphoid Leucosis*, *avian adenovirus* penyebab *Inclusion Body Hepatitis* dan *Egg Drop Syndrome* 1976, *enterovirus* penyebab *Avian Encephalomyelitis*, *avian reovirus* penyebab *Viral Arthritis* bisa ditularkan lewat telur.

Daftar Pustaka

- Anonimus. *Important Poultry Disease*. Intervet International B.V., Boxmeer-Holland.
- Baron, F. And S. Jan. 2011. Egg and egg product microbiology. In Y. Nys, M. Bain and F. V. Immerseel (Ed). *Improving the Safety and Quality of Eggs and egg products*. p. 330-350. Woodhead Publishing Limited, Philadelphia.
- Board, R. G. and H. S. Tranter. 1990. The Microbiology of eggs. In W.J. Stadelman dan O.J. Cotterill (Ed) *Egg Science and Technology*. p. 75-96. Food Product Press, New York.
- Frazier, W.C. 1967. *Food Microbiology*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Frazier, W.C. and D. C. Westhoff. 1988. *Food Microbiology*. McGraw-Hill Book Company, Singapore.
- Gauws, D.J. 1987. Egg Quality and Egg Washing. In *Poultry International* Oct., p. 44-50
- Jull, M.A. 1958. *Poultry Husbandry*. 3rd Ed. Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd., Bombay-New Delhi.
- Kobayashi, M., M. A. Gutierrez and H. Hatta. 1997. Microbiology of egg. In T. Yamamoto, L. R. Juneja, H. Hatta dan M. Kim (Ed) *Hen Eggs: Their Basic and Applied Science*. p.179-191. CRC Press, USA.

- Messens, W., K. Grijspeerdt and L. Herman. 2005. Eggshell penetration by *Salmonella*: a review. *World's Poultry Science Journal*. Vol. 61, p. 71-85.
- Nickerson, J.T. and A.J. Sinskey. 1972. *Microbiology of Foods and Food Processing*. American Elsevier Publishing Company, New York.
- Romanoff, A.L and A.J. Romanoff. 1949. *The Avian Egg*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Vahdera, D.V., R.C. Baker and H.B. Naylor, 1970. Role of cuticle in spoilage of chicken eggs. *J. Poult. Sci.*, 35:5-6.
- Vahdera, D.V., R.C. Baker and H.B. Naylor. 1970. Infection routes of bacteria into chicken eggs. *J. Poult. Sci.*, 35:61-62.
- Weizer, H.H., G.J. Mountney and W.A. Gould. 1971. *Practical Food Microbiology*. The AVI Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut.

GLOSARIUM

Abnormalitas.	Ketidaknormalan.
Bakteri.	Mikroorganisme bersel tunggal.
Buih.	Sistem koloid, fase gas terdispersi kedalam fase cair.
<i>Candling.</i>	Proses peneropongan.
Eksterior.	Bagian luar.
Emulsi.	Sistem 2 fase yang terdiri dari 2 cairan yang tidak bisa campur, yang satu terdispersi sebagai globula kedalam yang lain.
Esensial.	Perlu sekali.
Fertilisasi.	Pembuahan; penyatuan sel kelamin jantan dan sel kelamin betina.
<i>Grading.</i>	Proses pemisahan bahan berdasarkan kualitas.
Interior.	Bagian dalam.
Kapang.	Fungi (jamur) multiseluler yang mempunyai miselium atau filamen.
Khamir.	Fungi (jamur) uniseluler (bersel tunggal) dan tidak berfilamen.
Kimia.	Ilmu tentang susunan, sifat dan reaksi suatu zat.
Koagulasi.	Perubahan dari bentuk sol (cairan) menjadi gel (padat/semipadat).
Kontaminasi.	Pencemaran bahan asing atau tak diinginkan pada suatu objek atau lingkungan.
Kualitas.	Tingkat baik buruknya sesuatu.
Mikrobiologi.	Cabang dari ilmu biologi yang mempelajari tentang mikroorganisme.

Mikroorganisme.	Organisme mikroskopis.
Migrasi.	Perpindahan dari suatu tempat ke tempat lain dengan melewati batas.
Morfologi.	Ilmu pengetahuan tentang bentuk luar.
Multiplikasi.	Proses memperbanyak.
Ovarium.	Tempat terbentuknya ovum/yolk.
Oviduct.	Saluran panjang untuk lewatnya yolk dan sekresi bagian-bagian telur.
Ovulasi.	Proses pelepasan ovum dari ovarium untuk masuk kedalam oviduct.
Ovum.	Sel telur.
Penetrasi.	Proses masuk.
pH.	Ukuran logaritmik asam dan basa karena konsentrasi ion hidrogen dan hidroksil pada skala 0 – 14.
pl.	Titik isoelektrik; pH saat suatu makromolekul bermuatan 0.
Pigmen.	Zat warna.
Reproduksi.	Perkembangbiakan.
Sekresi.	Pengeluaran hasil dari kelenjar.
Spesies.	Jenis; kelompok atau unit terkecil yang digunakan dalam klasifikasi makhluk hidup yang terdiri dari individu-individu yang mempunyai sejumlah besar karakteristik yang sama dan dapat kawin menghasilkan keturunan yang fertil.
Strain.	Galur; sekelompok individu yang mempunyai komposisi genetik yang serupa.
Struktur.	Susunan atau bangunan.
Telur fertil.	Telur yang mengalami pembuahan dan dapat menetas bila dierami.

Telur infertil.	Telur yang tidak mengalami pembuahan dan tidak dapat menetas bila dierami.
Telur konsumsi.	Telur yang diproduksi untuk tujuan konsumsi manusia.
Virus.	Sekelompok besar agen penyebab penyakit yang membutuhkan inang hidup untuk berkembangbiak.

INDEKS

- A**
- Abnormal 35, 37, 41, 56, 77, 79
 slightly abnormal 56
 abnormalitas 41, 43, 76
 abnormalitas eksternal 43
 abnormalitas internal 43, 49
Achromobacter 114
 Aglandular 27
air cell 17, 69
 albumen, putih telur 3, 5, 6, 8, 11, 13, 14, 21, 26, 27, 28, 63, 64, 66, 67, 70, 77, 78, 79, 86, 91, 93, 99, 113, 115
 inner thin albumen 13
 outer thin albumen 13
 thick albumen, firm gel-like 13
Albumen Index 12, 63, 67, 68,
 Indeks Putih Telur 63
albumenous cementing
Alcaligenes 109, 114, 115, 116
Altenaria 114
an egg within an egg 52
 amonium thiosianat
anterior pituitary 22, 24
 antibakteri 107, 111, 112
 antiproteolitik 113
 asam amino 2, 3, 4, 75, 89, 91, 93, 113
 esensiil 2, 3, 83
 asam lemak 3
 asam lemak tak jenuh 3
 asam sialat 91, 92, 93
atrophy 22
Avian Encephalomyelitis 45, 117
 Avidin 6, 7, 88, 94, 113
- B**
- Badan Standarisasi Nasional, BSN 78
 Bakteri 6, 12, 17, 26, 69, 71, 74, 75, 76, 88, 91, 93, 105, 106, 107, 108, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 119
 Berat Jenis 41, 58, 59, 70
 Besi 4, 95, 113
 Bikarbonat 28, 99
binding agent 5
 blastoderm 12, 13, 22, 60
blood spot 12, 60, 61, 62
breaded meats 5
 buih 4, 5, 83, 86, 99, 100, 101, 110, 119
 daya buih 83, 99

C

calcareous layer 15
candling 57, 59, 60, 61, 62, 115
cangkang 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132
carbonic anhydrase 28,
carotenoid 124, 127
carotene 97, 98,
 α-carotene
 β-carotene
chalaza 13, 14, 25, 27, 103, 113,
chalaziferous 13, 71, 86,
chalky egg

check 57, 58,
body checks
cholesterol 96
chlorine 4, 75
chondroitin sulfate 84
chymotrypsin 113
cilia 26, 124
cita rasa 124
Cladosporium 114
Cladosporium herbarum
Cloaca 31, 32, 106
Clutch 32, 33, 39
CO₂ 28, 29, 66, 67, 69, 71, 99
conalbumin 7, 88, 90, 112
konalbumin 90, 112
ovotrasferin
copper 4
corrugated egg 47, 48
crack 57
cryptoxanthin 98
custards 5
cuticle 17, 23, 31, 75, 85
kutikula 17, 110
cystatin 88, 93, 94, 113
ficin-papain inhibitor 93
cystine 85

D

dark yolk layer 12
decorative agent 5
difusi 15

double-yolked eggs 49, 50

dwarf egg 48

E

Egg Drop Syndrome, EDS

egg with attachment 48

egg yolk colour fan, Roche Color Fan 65

elektroforesis 87, 92, 93

elongated 35

ellipsoidal 36

embryo 1, 6, 13, 22, 61, 77, 87

emulsifier 4, 5, 101

emulsifying ability 83

Escherichia 109, 115

Estrogen 22, 23

extra large 76

F

Faeces 106, 108

Fertile 2, 13, 83

Fertilisasi 2, 25

fibrous glycoprotein ovomucin 70

firm 13, 14

flat side egg, slab-sided egg 46

flavoprotein 88, 92, 93, 113

foam 86

foaming ability 83

follicle 22

folikel 22, 24

foodborne illness 105

formaldehyde 102

fosfor 3, 4, 84, 85, 89, 90

FSH 22

Fucose 84, 85

G

Galaktosa 91, 94

Galactosamine 84

germinal disc, blastoderm, bintik punat 12, 13

germ cell 21

glandula 27

glassy egg

glukosa 94, 97

glukosamin 89, 91, 93

glutamic acid 85

glycine 85

grade 4, 56, 61, 70, 73, 76, 78, 79

grading 56, 76, 81, 119

gram + 108

gram -

H

Hatchery 6

Haugh Unit, HU

heavily ridge 37

heksosa 90, 92, 93

hereditas 45

hexosamine 85

hydrogen 29

- high density lipoprotein (HDL)*
96
- histidine* 85
- hypothalamus
- I**
- impact fracture force* 58
- immunoglobulin 6, 112
- IgA 6,112
- IgG 6,7
- IgM 6,112
- Inclusion Body Hepatitis* 117
- Infectious Bronchitis, IB*
- Infertile 2, 13, 83
- Infundibulum 13, 25, 26, 30, 32, 50
- Inheritance* 37, 38, 57
- inositol phospholipid* 96
- internal layer* 26
- iodine* 4
- isthmus 27, 30, 32, 35
- J**
- Jumbo 76
- K**
- kalium iodide 102
- kalium thiosianat 102
- kalsifikasi 29, 45, 47
- kalsium 3, 4, 6, 15, 23, 28, 30, 43, 47, 57, 85, 95, 97
- kalsium bikarbonat
- kalsium fosfat 15, 85
- kalsium karbonat 15, 23, 28, 85
- kapang 73, 113, 114
- karbonat 15, 23, 28, 85, 99, 102
- khamir 116
- koagulasi 87, 90, 91, 102
- kontaminasi 58, 71, 74, 75, 76, 105, 106, 107, 108, 109, 111,114
- congenital 105, 106, 109
- endogenik 105, 106
- vertical 106
- extragenital 106, 107
- eksogenik 106
- horizontal 107
- kualitas 2, 35,55, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 69, 72, 73, 75, 76, 77, 78, 80, 83, 97, 107, 108
- kualitas eksterior 41, 55
- kualitas interior 47, 55, 59, 62, 64, 66, 67, 76, 78
- L**
- Large* 76
- Laryngo Tracheitis* 45
- Latebra* 12
- Leak* 57, 58

lecithin 95, 96, 101
 LH 24
light yolk layer 12
lipid 5, 23, 83, 84, 94, 95, 96
lipophilic 101
lipoprotein 95, 96,
lipovitellenin 95
lipovitellin 95, 96, 97
lisozim 91, 92, 112
lysozyme 6, 7, 91, 103
livetin 96, 97
low density lipoprotein (LDL)
 96
luteinizing hormone 24
lutein 98
Lymphoid Leucosis 117
lysine 85
lysophosphatidylcholine 96
lysophosphatidylethanolamine
 96

M

Magnesium 4, 85, 95
 magnesium karbonat 15, 85
 magnum 26, 27, 30, 32, 35
 mangan 4
mammillary layer 15
 manosa 94
manose-glucosamine
polysaccharide 97
meat loaves 5

meat spot 60, 62,
 medium 6, 76, 108
 membran cangkang 11, 14, 17,
 27, 28, 57, 60, 85, 98, 110
shell membrane 11, 14, 107,
 111
 membran vitelin 12, 22, 24,
 25, 61, 65, 67, 71, 98, 113,
 114, 115
vitellin membrane 12
metabolic acidosis 29
metabolic alkalosis 29
 metionin 3
 mycotoxin 47
Micrococci 108
 Mikroorganisme 6, 15, 66, 70,
 71, 75, 105, 106, 107, 108,
 109, 110, 111, 113, 114, 115
Mucor 114
Mycelium 114
Mycobacterium avium 106

N

natrium karbonat 102
N-acetylglucosamine 112
N-acetylmuramic acid 112
Newcastle Disease ND
non-destruction deformation

O

off-odor 74

osmose 15
 ovalbumin 6, 88, 89, 90, 93
 S-ovalbumin 89
 Ovarium 6, 21, 22, 23, 24, 25, 30, 50, 51, 61, 105, 106
 Oviduct 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31, 32, 50, 51, 52, 61, 105, 106, 107
 ovomakroglobulin, *ovomacroglobulin* 88, 93
 ovomukoid 91, 94, 103
ovomuroid 7, 88, 91
 ovomusin 92, 93
ovomucin 13, 70, 88, 92
 ovulasi 23, 24, 25, 32, 45, 46, 49, 50, 52
 ovum 22, 23, 24
oxycarotenoid 23

P

palisade layer 16
 pathogen 105
peewee 76
pencucian, washing 57, 74, 75, 110
pendinginan, cooling 73
 penetrasi 12, 17, 74, 75, 107, 111
 penyimpanan, *holding* 14, 18, 41, 60, 66, 67, 69, 70, 71, 72, 73, 83, 89, 92, 95, 98, 99, 100, 112, 113
Penicillium 114
 Peristaltik 26, 107
 Peritonitis 26
 Peritonium 26
 Permeable 108, 113
pet food 6
 pH
porphyrin 15, 40
 ooporphyrin 30
phosphatidylcholine (lecithin) 96
phosphatidylethanolamine (cephalin) 96
phospholipid 96
 phosphoprotein 96
 nonlipid phosphoprotein 96
 phosvitin 7, 96, 97
 pl
 pigmentasi 30, 43
 plasmalogen 96
plumping 47
polyshaccaride 84
pore 16
 pori-pori 15, 16, 17, 47, 60, 66, 69, 71, 74, 75, 98, 99, 107, 110, 111, 114
 potassium 4, 95, 97, 99
practically normal 56
 progesteron 22

proline 85
 protease 88, 91, 93, 113
misscellaneous rots
 inhibitor protease 113
 serine potease
 cystein protease
protein
 balanced protein 2
 protein kompleks 5
 protein-acid-
mucopolysaccharide 84
 purified protein 7
Proteus 114, 115
Pseudomonas 109, 112, 114,
 115, 116
Pudding 5
puncture force 58
pupuk 6

Q

quasi-static compression 58

R

Reproduksi 1, 21, 22, 43, 49,
 106
Riboflavin 3, 88, 92, 113
vitamin B₆
Roche color fan 65
rotten egg 114
rots 114, 115, 116
 black rots 115

colorless rots 116

green rots 115

pink rots 116

red rots 116

rough shell 45, 46

S

Salmonella 75, 105, 106, 113

S. anatum 106

S. enteritidis 106

S. pullorum 106

S. Typhimurium 106

Sanitizer detergent 75

Sauces 5

Sekresi 1, 22, 24, 25, 26, 27,
 32, 51, 61

semi permeabel

Serratia 114, 116

sexual maturity 22

Shape Index 35, 36, 41

major axis 35

minor axis 35

shell 11, 14, 15, 18, 27, 30, 33,
 42, 43, 44, 45, 46, 47, 57, 75,
 110, 111

mottled shell 57, 75

shell gland 27, 30, 46, 47

sialic acid 84

small egg 48

small 48, 107

smash 57

sodium 4, 28, 95, 99
soft-shelled eggs
soundness 76
 sound 57, 76
spherical 35, 36, 65
sphingomyelin 96
spongy layer 16
Standard Nasional Indonesia,
SNI 78
Strain 14, 39, 84, 86, 116
Suction 107, 108
Sulfur 4, 95

T

Testosterone 23
Tetas 2, 47
Thamnidium 114
thin-shelled egg 44
triglicerida 96
trypsin 88, 113
tyrosine 85

U

uncharacterized protein 113
urea 102
USDA 56, 64
Uterus 26, 27, 28, 29, 30, 31,
32, 35, 40, 43, 45, 47

V

Vagina 30, 31, 32

Vent 107

Virus 117

avian adenovirus 117

avian reovirus 117

enterovirus 117

Viral Arthritis 117

Vitamin 2, 3, 4, 13, 47, 112
 riboflavin

Vitamin A 3

Vitamin B₁ 3

Vitamin C 3

Vitamin D 2, 3, 47

Vitellenin 95

Volatile 5

W

Wiskers 114

Wrinkled 47

X

Xanthophyll, xantofil 12,23

Y

yolk, kuning telur

Yolk Index, Indeks Kuning

Telur 65, 67, 68

yolkless eggs 51

Z

Zeaxanthin 98

Zinc 4

Tentang Penulis



Dr. Ir. Antonius Hintono, M.P. Lahir di kota Pati, Jawa Tengah pada tanggal 24 Mei 1959. Pendidikan Dasar dan Menengah semuanya diselesaikan di kota kelahirannya. Lulus Insinyur Peternakan dari Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Diponegoro Semarang tahun 1983 dengan judul skripsi “Pengaruh Pencelupan kedalam

Air Mendidih terhadap Kualitas Interior Telur Ayam Konsumsi selama Penyimpanan”, lulus Magister Pertanian dari Program Studi S-2 Ilmu dan Teknologi Pangan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta tahun 1993 dengan judul thesis “Perubahan Kualitas Telur selama Penyimpanan dalam Kemasan Atmosfer Termodifikasi”, dan lulus sebagai Doktor dari Program Studi S-3 Ilmu Pangan Universitas Gadjah Mada tahun 2008 dengan judul disertasi “Inaktivasi Residu Oksitetrasiklin dalam Telur dengan Mineral Logam Divalen; Implikasinya pada Pengolahan dan Keamanan Pangan”.

Sejak tahun 1986 Penulis terdaftar sebagai staf pengajar di Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, yang kini berada dibawah naungan Program Studi Teknologi Pangan dengan Jabatan Lektor Kepala dalam bidang Pasca Panen Peternakan di Laboratorium Kimia dan Gizi Pangan. Di samping sebagai dosen, sejak tahun 1983 hingga kini Penulis juga berkecimpung sebagai praktisi peternakan, utamanya peternakan ayam petelur.

ILMU PENGETAHUAN TELUR

Antonius Hintono

Secara kodrati telur merupakan substansi penerus keturunan, namun telur juga digunakan sebagai bahan pangan. Sebagai bahan pangan, telur dikenal bernilai gizi tinggi dan bersifat serbaguna sehingga digunakan secara luas di masyarakat. Pengetahuan tentang telur sangat diperlukan baik oleh ilmuwan maupun praktisi. Buku ini mengulas seluk beluk telur secara ilmiah yang meliputi proses pembentukannya, struktur dan karakteristiknya, kualitas, kimia, mikrobiologi telur. Diharapkan buku ILMU PENGETAHUAN TELUR ini dapat dimanfaatkan sebagai landasan dalam mempelajari lebih lanjut tentang teknologi pengolahan telur, baik oleh akademisi maupun praktisi.



diterbitkan oleh :
**UNDIP PRESS
SEMARANG**



IKAPI
IKATAN KAJIAN AKADEMIK
PENDIDIKAN INDONESIA



Appti

ISBN 978-979-097-959-8



9

789790

979598