

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Telur

Telur merupakan bahan pangan hewani yang berasal dari ternak unggas dan dikenal sebagai sumber protein yang berkualitas tinggi. Kandungan gizi pada telur terdiri dari protein yang lengkap akan asam amino esensial, lemak tak jenuh, vitamin, serta mineral yang penting bagi tubuh. Kandungan gizi yang lengkap tersebut menjadikan telur sebagai bahan pangan fungsional yang berperan penting dalam mendukung pertumbuhan, pemeliharaan jaringan tubuh, serta menjaga daya tahan tubuh (Hintono, 2022). Di pasaran, berbagai jenis telur dijual untuk memenuhi kebutuhan konsumen, antara lain telur ayam ras, telur ayam kampung, telur puyuh, dan telur bebek, yang masing-masing memiliki karakteristik fisik dan kandungan gizi yang berbeda (Surahmaida & Nurhatika, 2018).

2.2. Telur Ayam Kampung

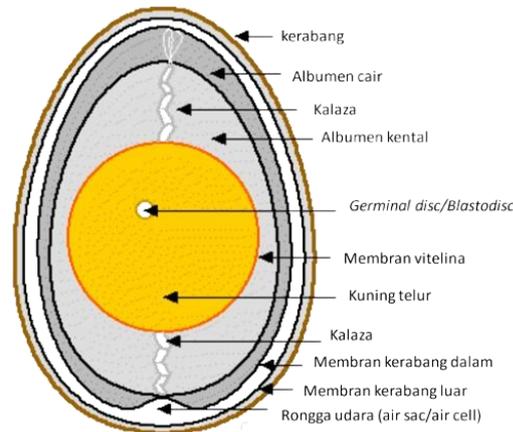
Telur ayam kampung adalah telur yang dihasilkan oleh ayam kampung yang umumnya dipelihara secara tradisional atau alami, sehingga belum terkontaminasi oleh pakan yang mengandung bahan kimia. Secara morfologi, telur ayam kampung umumnya berukuran lebih kecil dibandingkan telur ayam ras, dengan berat sekitar 25-35 gram, berbentuk bulat hingga lonjong, dan cangkangnya berwarna agak keputihan (Kunsah, 2016).



Gambar 2.1. Telur Ayam Kampung
Sumber: Kunsah, 2016

2.2.1. Struktur Telur Ayam Kampung

Secara umum, struktur telur terdiri atas empat bagian utama, yaitu *yolk* (kuning telur), *albumen* (putih telur), *shell membrane* (membran cangkang), dan *egg shell* (cangkang). Setiap bagian tersebut memiliki fungsi dan proporsi yang berbeda (Hintono, 2022).



Gambar 2.2. Struktur Telur Ayam
Sumber: Kumaji, 2020

Komponen penyusun telur ayam sebagai berikut.

- A. Cangkang telur merupakan lapisan pelindung utama isi telur dari kerusakan fisik dan kontaminasi. Cangkang memiliki pori-pori yang memungkinkan terjadinya pertukaran gas, namun dalam kondisi tertentu pori-pori tersebut juga dapat menjadi jalur masuk bakteri. Selain itu, pada cangkang telur terdapat kutikula untuk mencegah masuknya bakteri ke dalam telur.
- B. Membran cangkang terdiri dari dua lapisan, yaitu *inner shell membrane* dan *outer shell membrane*. Membran dalam lebih tipis dari membran luar dengan ketebalan total 0,01-0,02 mm. Kedua membran tersebut berperan sebagai pertahanan terhadap masuknya mikroorganisme.
- C. Putih telur (*albumen*) terdiri dari 4 lapisan yaitu 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).
- D. Kuning telur (*yolk*) berbentuk hampir bulat, dengan warna kuning hingga jingga tua akibat pigmen xantofil yang berasal dari pakan. Struktur *yolk* terdiri dari latebra, *germinal disc*, *light yolk layer* (lapisan konsentris terang)

dan *dark yolk layer* (lapisan konsentris gelap), serta dilapisi oleh membran vitelin yang elastis dan berkilau. Pada permukaan *yolk* terdapat keping germinal sebagai bakal embrio.

- E. Rongga udara biasanya terbentuk pada bagian ujung telur yang tumpul dan ukurannya bertambah selama penyimpanan, tergantung pada temperatur, kelembapan, ketebalan, serta porositas cangkang (Hintono, 2022).

2.2.2. Kandungan Gizi Telur Ayam Kampung

Telur ayam kampung mengandung zat gizi lengkap yang berperan penting dalam memenuhi kebutuhan nutrisi harian tubuh. Tabel berikut menyajikan informasi mengenai kandungan zat gizi yang terdapat dalam telur ayam kampung.

Tabel 2.1. Kandungan gizi telur ayam kampung (Kementerian Kesehatan, 2017)

Kandungan Zat Gizi	Telur Per 100 Gram (87% BDD)
Air (g)	73,1
Energi (kal)	174
Protein (g)	10,8
Lemak (g)	14,0
Karbohidrat (g)	1,2
Abu (g)	0,9
Kalsium (mg)	68
Fosfor (mg)	268
Besi (mg)	4,9
Natrium (mg)	190
Kalium (mg)	141,0
Tembaga (mg)	0,60
Seng (mg)	1,5
Retinol (mcg)	203
Beta-Karoten (mcg)	23
Karotenoid Total (mcg)	125
Thiamin (mg)	0,78
Riboflavin (mg)	0,62
Niasin (mg)	0,2

2.2.3. Mutu Telur Ayam Kampung dan Upaya Mempertahankannya

Mutu telur ayam kampung merupakan indikator penting dalam menjamin keamanan pangan. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 3926:2023, mutu telur ayam kampung meliputi persyaratan mutu fisik dan mikrobiologis. Mutu fisik mencakup kondisi kerabang, kondisi kantung udara, putih telur, dan kuning telur. Sementara itu, mutu mikrobiologis ditentukan berdasarkan jumlah total bakteri, *coliform*, *Escherichia coli*, serta keberadaan bakteri patogen seperti *Salmonella*, yang berimplikasi langsung terhadap keamanan konsumsi.

Perubahan mutu internal telur ayam kampung selama penyimpanan disebabkan oleh penguapan air dan pelepasan CO₂ dari dalam telur, serta masuknya mikroorganisme ke dalam telur melalui pori-pori cangkang (Hintono, 2022). Faktor-faktor seperti suhu, waktu simpan, pakan, umur ayam, kesehatan unggas, serta genetik juga turut memengaruhi tingkat mutu telur, sehingga pengelolaan yang tepat selama pemeliharaan dan pascapanen merupakan hal yang penting untuk keamanan konsumsi (Selviani et al., 2023).

Upaya mempertahankan mutu telur meliputi penyimpanan pada suhu ruang maksimum 30°C dengan kelembapan maksimum 90%, serta pengemasan yang sesuai yang tidak mengakibatkan kerusakan telur selama penyimpanan dan pengangkutan. Bahan kemasan yang digunakan hendaknya selalu bersih, karena kemasan atau pengepak yang kotor, berjamur, atau basah dapat menyebabkan telur terkontaminasi mikroorganisme. Selain itu, proses *grading* atau penggolongan mutu dilakukan untuk memastikan keseragaman dan pemenuhan standar mutu yang berlaku. Penerapan teknik penyimpanan yang tepat dan *grading* yang sesuai tidak hanya menjaga karakteristik fisik telur, tetapi juga mempertahankan nilai gizi dan keamanan pangan hingga sampai ke konsumen (Badan Standardisasi Nasional, 2023)

2.3. Bakteri pada Telur Ayam

Secara umum, sekitar 90-95% telur yang baru dikeluarkan oleh induk unggas yang sehat bebas dari bakteri. Hal ini karena adanya perlindungan alami yang didukung oleh struktur fisik telur serta komposisi kimia *albumen*. Namun, telur tetap berisiko terkontaminasi oleh bakteri perusak atau patogen dari luar yang

dapat menembus cangkang. Genus bakteri yang umum mencemari telur antara lain genus *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Achromobacter*, *Serratia*, dan *Escherichia* (Hintono, 2022).

Kerusakan pada telur akibat bakteri terjadi saat bakteri berhasil masuk ke dalamnya. Keberadaan bakteri di dalam telur dapat disebabkan oleh kontaminasi sebelum proses peneluran, yaitu selama pembentukan telur di ovarium atau *oviduct*, sehingga disebut sebagai kontaminasi vertikal. Selain itu, kontaminasi juga bisa terjadi setelah peneluran, ketika bakteri dari luar menembus cangkang telur, sehingga disebut sebagai kontaminasi horizontal (Damayanti et al., 2021).

Telur dapat terkontaminasi oleh bakteri sepanjang pembentukannya karena adanya infeksi jaringan reproduksi unggas/ayam petelur, yang diberi istilah kontaminasi kongenital atau ada pula yang menyebut kontaminasi vertikal atau kontaminasi endogenik. Kontaminasi kongenital dapat terjadi pada setiap tahap selama perkembangan telur. Bakteri yang paling terkenal mengkontaminasi *yolk* yaitu *Salmonella pullorum*, agen penyebab utama penyakit pullorum pada ayam. Bakteri tersebut menginfeksi melalui pencernaan dan menyebar ke ovarium melalui aliran darah (Hintono, 2022).

Kontaminasi ekstragenital, sering disebut kontaminasi horizontal atau kontaminasi eksogenik, terjadi setelah proses peneluran, di mana telur dapat terkontaminasi oleh berbagai permukaan yang bersentuhan dengannya. Tingkat kontaminasi ini berkorelasi langsung dengan kebersihan permukaan tersebut. Sumber bakteri dapat berasal dari bahan-bahan sarang atau alas kandang, feses, debu, tanah serta cangkang yang retak. Selanjutnya pencucian telur dapat meningkatkan risiko kontaminasi bakteri karena merusak lapisan pelindung alami pada cangkang telur. Kontaminasi setelah peneluran ini berdampak signifikan terhadap ketahanan kualitas telur (Hintono, 2022).

Menurut Badan Standardisasi Nasional dalam SNI 3926:2023 tentang syarat mutu mikrobiologis telur ayam konsumsi tertera pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Syarat Mutu Mikrobiologis Telur Ayam Konsumsi

No.	Jenis Cemar Mikroba	Satuan	Mutu Mikrobiologis (Batas Maksimum Cemaran Mikroba)
1.	<i>Total Plate Count</i> (TPC)	CFU/g	1×10^5
2.	<i>Coliform</i>	CFU/g	1×10^2
3.	<i>Escherichia coli</i>	MPN/g	5×10^1
4.	<i>Salmonella</i> sp.	Per 25 g	Negatif

Kesadaran konsumen yang semakin tinggi terhadap pentingnya keamanan pangan mendorong produsen untuk menerapkan standar mutu yang berlaku. Telur merupakan komoditas pangan yang sering dikaitkan dengan kejadian *foodborne disease* (penyakit bawaan makanan) yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan, seperti diare, mual, pusing, muntah, dan demam. Untuk melindungi konsumen, pemerintah menetapkan batas maksimum kontaminasi bakteri pada telur ayam melalui SNI 3926:2023 (Kirana et al., 2023). Penentuan jumlah bakteri dalam telur ayam kampung bertujuan untuk mengetahui tingkat kontaminasi bakteri yang terdapat pada bahan pangan tersebut. Informasi ini digunakan untuk menilai kelayakan konsumsi serta mutu mikrobiologis (Kuswiyanto, 2015).

2.4. *Total Plate Count* (TPC)

Total Plate Count atau Angka Lempeng Total (ALT) merupakan metode yang digunakan untuk menghitung jumlah bakteri pada suatu sampel dengan menghitung koloni yang tumbuh pada media agar. Metode TPC umumnya diawali dengan pengenceran sampel secara seri untuk memperoleh jumlah koloni bakteri yang dapat dihitung secara akurat. Koloni yang terbentuk akan terlihat secara visual dan dihitung untuk memperoleh hasil akhir yang dinyatakan dalam satuan CFU/gram atau CFU/ml. Penentuan TPC digunakan untuk mengetahui tingkat kontaminasi bakteri pada suatu sampel. Hasil pengujian digunakan untuk menilai keamanan dan mutu mikrobiologis sampel. Parameter ini mencerminkan cara

penanganan, tingkat kesegaran, dan kondisi sanitasi produk, sehingga menjadi metode yang efisien dalam menilai mutu pangan.

Prinsip dasar metode TPC adalah menghitung koloni bakteri yang terbentuk setelah sampel ditanam pada media agar dan diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu tertentu. Proses TPC diawali dengan melakukan pengenceran seri terhadap sampel untuk memperoleh tingkat konsentrasi yang sesuai. Setiap tingkat pengenceran ditanam ke dalam media agar seperti *Plate Count Agar* (PCA), kemudian diinkubasi pada suhu 35–37°C selama 24–48 jam. Bakteri yang berkembang biak akan membentuk koloni pada permukaan media. Selanjutnya, jumlah koloni dalam media dihitung dengan cara manual atau menggunakan alat “*colony counter*” (Kurniawan & Sahli, 2017).

Metode TPC dapat dilakukan dengan metode tuang (*pour plate*) dan metode sebar (*spread plate*). Pada metode tuang, sampel terlebih dahulu dimasukkan ke dalam cawan petri, kemudian ditambahkan media agar yang masih dalam keadaan cair dengan suhu sekitar 45°C. Campuran tersebut kemudian dihomogenkan, lalu dibiarkan memadat. Dalam metode ini, bakteri akan tumbuh, baik di dalam maupun di permukaan media. Adapun metode sebar dilakukan dengan meneteskan sampel ke permukaan media agar yang telah memadat, lalu diratakan menggunakan alat penyebar steril. Bakteri dalam metode ini akan tumbuh di permukaan media. Teknik ini memudahkan dalam menghitung koloni karena koloni hanya terbentuk di satu lapisan, yaitu di permukaan media (Majid et al., 2020).

2.4.1. Syarat Koloni Dihitung

Perhitungan jumlah koloni pada metode TPC dilakukan berdasarkan ketentuan berikut:

- A. Cawan yang digunakan untuk perhitungan memiliki jumlah koloni antara 25-250 koloni dengan jumlah koloni kontrol <10.
- B. Kriteria koloni yang dapat dihitung dengan syarat:
 - Satu koloni dihitung 1 koloni.
 - Dua koloni yang bertumpuk dihitung 1 koloni.
 - Beberapa koloni yang saling berhubungan dihitung 1 koloni.
 - Dua koloni yang berhimpitan dan masih dapat dibedakan dihitung 2 koloni.

- Koloni yang lebih besar dari setengah cawan tidak dihitung.
 - Koloni yang besarnya kurang dari setengah luas cawan dihitung 1 koloni.
- C. Jumlah koloni dapat dihitung secara manual atau dengan bantuan alat *Colony Counter*.
- D. Jumlah koloni yang diperoleh dikalikan dengan faktor pengenceran sehingga diperoleh jumlah bakteri dengan satuan CFU/gram atau CFU/ml.
- Rumus perhitungan:

$$\text{TPC} = \frac{(\text{Jumlah Koloni-Kontrol}) \times \frac{1}{\text{Pengenceran}}}{\text{Volume yang ditanam}}$$

2.4.2. Kelebihan dan Kekurangan Uji TPC

Metode TPC merupakan metode yang sensitif dalam menghitung jumlah bakteri dalam suatu sampel. Kelebihan utama dalam metode ini adalah kemampuannya untuk mendeteksi sel bakteri yang masih hidup, karena hanya bakteri yang mampu tumbuh dan membentuk koloni pada media yang akan dihitung. Selain itu, metode ini mampu menghitung berbagai jenis bakteri secara bersamaan, sehingga memberikan gambaran mengenai jumlah total bakteri dalam suatu sampel uji. Koloni yang tumbuh juga dapat dimanfaatkan untuk isolasi dan identifikasi lebih lanjut berdasarkan karakteristik pertumbuhan koloni yang spesifik.

Meskipun metode TPC memiliki sensitivitas yang tinggi, metode ini juga memiliki kekurangan. Hasil yang diperoleh tidak selalu menggambarkan jumlah sel bakteri secara akurat, karena sel-sel yang berdekatan dapat bergabung dan terhitung sebagai satu koloni. Selain itu, perbedaan media dan kondisi inkubasi yang digunakan dapat memengaruhi hasil akhir. Metode ini juga hanya efektif untuk bakteri yang mampu tumbuh pada media padat serta membentuk koloni yang jelas. Di samping itu, proses ini memerlukan waktu inkubasi selama beberapa hari serta menggunakan peralatan gelas dalam jumlah yang banyak, sehingga dapat meningkatkan potensi kesalahan, terutama akibat ketidaktepatan dalam proses pengenceran (Fatayati et al., 2023).