

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pangan merupakan kebutuhan mendasar manusia yang harus terpenuhi baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Pemenuhan kebutuhan pangan memainkan peran penting sebagai landasan pembangunan Indonesia dalam jangka panjang. Selain itu, perilaku konsumsi pangan mencerminkan tingkat kesejahteraan rumah tangga dan perekonomian nasional, serta menjadi salah satu indikator utama Indeks Pembangunan Manusia. Kalori sebagai sumber energi utama diperoleh dari makanan pokok, sementara protein, terutama protein hewani, merupakan elemen vital yang mendukung pertumbuhan, kecerdasan, dan regenerasi sel dalam tubuh manusia (Rorimpandey et al., 2020).

Produk pangan hewani seperti daging, susu, dan telur telah lama menjadi pelengkap pangan pokok bagi masyarakat Indonesia untuk meningkatkan gizi. Protein hewani mengandung asam amino esensial yang tidak dapat digantikan oleh protein nabati, menjadikannya sangat penting dalam kehidupan sehari-hari. Pangan hewani berfungsi untuk menjaga stamina tubuh, mempercepat regenerasi sel, dan melindungi sel darah merah dari kerusakan (Rorimpandey et al., 2020).

Di antara berbagai sumber protein hewani, telur menjadi pilihan utama karena kandungan gizinya yang lengkap, mudah dicerna, serta harganya yang terjangkau. Struktur anatomi telur ayam memiliki bagian utama yaitu kerabang telur 8-11 %, kuning telur 27-32 %, dan putih telur 56-61 %. Bobot rata-rata telur ayam adalah 50-70 gram per butir. Telur ayam merupakan produk hasil ternak yang mudah dijangkau dari segala kalangan masyarakat dan memiliki nilai gizi yang dibutuhkan oleh tubuh seperti protein, lemak, dan mineral (Wulandari dan Arief, 2022).

Proses pengolahan telur sekarang ini semakin berkembang dalam bidang pangan, menghasilkan produk-produk olahan yang semakin beragam yang banyak beredar dipasaran (Khatimah et al., 2018). Kandungan nutrisi dalam putih telur mudah rusak terutama kandungan protein. Dengan pemanasan, protein dapat mengalami denaturasi artinya, strukturnya berubah dari bentuk rantai ganda yang kuat menjadi kendur dan terbuka. Panas yang terlalu banyak akan berakibat hilangnya cita rasa serta turunnya nilai gizi (Dian Sundari et al., 2015).

Pentingnya melakukan perebusan telur yaitu untuk meningkatkan metabolisme karena telur rebus mengandung asam amino yang membuat telur lebih mudah menggunakan proteinnya, karena telur mengandung protein sehingga dapat mendorong metabolisme hingga 80-100 kalori (Mustinda, 2020). Penelitian yang dilakukan oleh Kartika et al. (2022), menunjukkan bahwa variasi waktu perebusan memberikan pengaruh terhadap karakteristik telur ayam ras, khususnya dalam hal warna, tekstur, serta tingkat kesukaan konsumen. Meskipun penelitian ini tidak secara langsung mengkaji kandungan protein, perubahan sifat fisikokimia yang terjadi akibat perlakuan panas menunjukkan bahwa proses pemasakan berpotensi memengaruhi komponen nutrisi di dalam telur, termasuk protein.

Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk memberikan informasi yang tepat mengenai waktu perebusan yang optimal, sehingga masyarakat dapat memaksimalkan kualitas protein dalam telur yang mereka konsumsi.

1.2 Teori

1.2.1 Telur Ayam Ras

Telur sebagai bahan pangan asal ternak unggas merupakan salah satu bahan pangan sumber protein hewani yang memiliki cita rasa yang enak. Karena cita rasa yang lezat maka telur menjadi salah satu bahan pangan yang disukai hampir semua kalangan, selain itu telur juga memiliki harga yang terjangkau. Selain untuk konsumsi, telur juga dapat dijadikan bahan pangan untuk berbagai pengolahan (Hasym, 2016). Telur memiliki banyak kelebihan karena memiliki kandungan gizi yang lengkap salah satunya ialah harganya yang relatif sangat murah jika dibandingkan dengan makanan yang juga mengandung sumber protein. Telur ini diperoleh dari ternak unggas, baik ternak unggas yang hidup di darat maupun yang di udara (Rorimpandey et al., 2020). Telur sangat mudah mengalami kerusakan sehingga menyebabkan penurunan mutu akibat dari kerusakan baik secara fisik, serta penguapan karbondioksida, nitrogen, air, amonia dan hidrogen sulfida yang ada pada telur. Telur ayam ras merupakan hasil ikutan dari ternak unggas yang banyak diminati dari berbagai kalangan masyarakat disebabkan cara memperolehnya terhitung mudah dengan harga yang sangat terjangkau dibandingkan dengan hasil ikutan seperti susu dan daging (Astuti, 2024). Dibalik kandungannya yang begitu banyak, telur memiliki kekurangan yakni mudah mengalami kerusakan jika disimpan dalam jangka waktu yang lama dengan suhu konstan. Telur yang disimpan dalam suhu normal hanya dapat bertahan selama kurang lebih dua minggu atau sekitar 10 sampai 14 hari. Jika melewati batas waktu tersebut, telur akan mengalami beberapa perubahan yang menyebabkan kerusakan pada produk yang satu ini, seperti dapat mengalami perubahan struktur dan komposisi kimia, penurunan bobot telur serta terjadinya pengenceran pada bagian kuning dan putih telur disebabkan oleh adanya suatu penguapan gas dan kadar air sehingga mutu dari telur tersebut menurun (Pratama et al., 2023).

Telur ayam telah lama dikenal sebagai salah satu sumber protein hewani yang bernilai gizi tinggi dan mudah dijangkau oleh masyarakat luas, sehingga berperan penting dalam pemenuhan kebutuhan gizi sehari-hari. Telur tidak hanya berfungsi sebagai sumber protein, tetapi juga mengandung zat gizi lain yang esensial bagi tubuh, seperti lemak, vitamin, dan mineral yang mendukung berbagai proses metabolisme. Selain itu, telur memiliki keunggulan berupa daya cerna yang tinggi serta kandungan asam amino esensial yang lengkap, sehingga protein telur dapat dimanfaatkan secara optimal oleh tubuh. Wulandari dan Arief (2022) mendeskripsikan telur ayam sebagai produk hasil ternak yang mudah dijangkau oleh seluruh lapisan masyarakat dan memiliki nilai gizi yang dibutuhkan oleh tubuh, antara lain protein, lemak, dan mineral. Kandungan protein pada telur berperan penting dalam pembentukan dan perbaikan jaringan tubuh, sementara kandungan lemak berfungsi sebagai sumber energi serta membantu penyerapan vitamin larut lemak.

Mineral yang terdapat dalam telur juga berkontribusi dalam menjaga keseimbangan elektrolit dan fungsi fisiologis tubuh. Perbedaan jenis telur, seperti telur ayam kampung dan telur ayam ras (konsumsi), menyebabkan adanya variasi komposisi zat gizi yang terkandung di dalamnya. Variasi tersebut dipengaruhi oleh faktor genetik, pakan, serta sistem pemeliharaan ayam. Kandungan gizi telur ayam kampung dan telur ayam ras (konsumsi) secara rinci dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Gizi Telur Ayam Ras

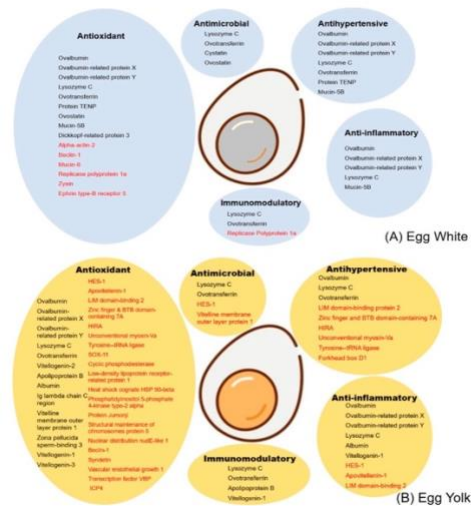
Komposisi		Telur Utuh	Kuning Telur	Putih Telur
Air	(g)	74.3	49.4	87.8
Energi	(Kal)	154	355	50
Protein	(g)	12.4	16.3	10.8
Lemak	(g)	10.8	31.9	0.0
Karbohidrat	(g)	0.7	0.7	0.8
Kalsium	(mg)	86	147	6
Fosfor	(mg)	258	586	17

Sumber : Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI (2017)

Protein pada telur ayam ras merupakan salah satu sumber protein hewani yang berkualitas tinggi dan sering disebut sebagai protein sempurna. Hal ini disebabkan oleh komposisi asam amino esensialnya yang lengkap serta nilai biologis yang sangat tinggi, yaitu mendekati 100% (Wulandari dan Arief, 2022). Telur ayam ras mengandung sekitar 12–13% protein dari bobot total telur, dengan distribusi protein yang berbeda antara putih telur dan kuning telur. Putih telur berperan sebagai sumber protein utama, sedangkan kuning telur selain mengandung protein juga kaya akan lemak dan senyawa bioaktif. Kandungan protein yang tinggi ini menjadikan telur ayam ras sebagai bahan pangan penting dalam pemenuhan kebutuhan gizi manusia, baik untuk pertumbuhan, pemeliharaan jaringan, maupun fungsi metabolisme tubuh (Bakhtra et al., 2016).

Secara struktural, protein telur ayam ras tersusun atas rantai asam amino yang membentuk struktur primer, sekunder, tersier, dan pada beberapa jenis protein juga struktur kuartener. Protein putih telur didominasi oleh protein globular yang mudah larut dalam air, sehingga memiliki daya cerna yang tinggi (Nurhayati et al., 2024). Pada kondisi pemanasan, struktur protein telur akan mengalami denaturasi, yaitu perubahan susunan tiga dimensi tanpa memutus ikatan peptida, yang kemudian diikuti oleh koagulasi. Proses denaturasi dan koagulasi ini sangat penting dalam aplikasi pangan karena memengaruhi tekstur, viskositas, dan kemampuan pembentukan gel pada produk olahan berbasis telur. Struktur protein telur yang relatif sederhana dibandingkan protein daging juga menyebabkan protein telur lebih mudah dicerna oleh enzim pencernaan manusia (Sarantidi et al., 2023).

Jenis protein pada telur ayam ras sangat beragam dan tersebar pada putih telur maupun kuning telur. Protein utama pada putih telur adalah ovalbumin yang menyusun sekitar 54% dari total protein putih telur, diikuti oleh ovotransferrin, ovomucoid, ovomucin, dan lisozim yang memiliki fungsi antimikroba. Sementara itu, protein pada kuning telur sebagian besar berbentuk lipoprotein seperti lipovitelin dan fosvitin yang berperan dalam pengikatan mineral dan penyediaan nutrisi bagi embrio (Sarantidi et al., 2023).



Gambar 1. Jenis Protein pada Telur

Setiap jenis protein tersebut berkontribusi terhadap nilai gizi, daya cerna, serta sifat fungsional telur dalam sistem pangan. Jenis serta karakteristik utama protein yang terdapat pada putih dan kuning telur ayam ras disajikan secara sistematis dalam tabel berikut.

Tabel 2. Jenis dan Karakteristik Protein pada Telur Ayam Ras

Jenis Protein	% of albumin proteins	Titik Isoelektrik	Berat Molekul (Da)	Karakteristik
Ovalbumin	54	4.5	45	Phosphoglycoprotein
Ovotransferin	12	6.1	76	Pengkelat mineral
Ovomucoid	11	4.1	28	Tripsin inhibitor
Ovomucin	3.5	4.5 – 5	5.5 – 8.3 x 10 ⁶	Sialoprotein, viscous
Lisozim	3.4	10.7	14.3	Lisis bakteri
G2 Globulin	4	5.5	3 – 4.5 x 10 ⁴	-
G3 Globulin	4	4.8	-	-
Ovoinhibitor	1.5	5.1	49	Inhibits serine proteases
Ovoglycoprotein	1	3.9	24.4	Sialoproteins
Ovoflavoprotein	0.8	4	32	Pengkelat riboflavin
Ovomacroglobulin	0.5	4.5	7.69 x 10 ⁵	Strongly antigenic
Cystatin	0.05	5.1	12.7	Inhibits thiol proteases
Avidin	0.05	10	68.3	Pengkelat biotin

Sumber : Sarantidi et al., 2023

1.2.2 Denaturasi Protein

Denaturasi adalah perubahan susunan ruang atau rantai polipeptida suatu molekul protein. Terjadi perubahan atau modifikasi terhadap struktur sekunder, tersier, dan kuartener terhadap molekul protein, tanpa terjadinya pemecahan ikatan kovalen. Karena itu denaturasi dapat pula diartikan suatu proses terpecahnya ikatan hidrogen, interaksi hidrofobik, ikatan garam, dan terbukanya lipatan atau wiru molekul. Protein yang terdenaturasi akan berkurang kelarutannya. Denaturasi protein dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu oleh panas, pH, bahan kimia, mekanik dan sebagainya (Rusli dan Setiani, 2020). Masing-masing cara mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap denaturasi protein. Ikatan yang dipengaruhi oleh denaturasi protein antara lain ikatan hidrogen, ikatan hidrofobik, ikatan ionik antara ion positif dan ion negatif serta ikatan intramolekuler (Suprayitno dan Sulistiyati, 2017).

Suhu 55-75°C menyebabkan sebagian besar protein terdenaturasi. Denaturasi protein mengakibatkan terbukanya susunan tiga dimensi molekul protein menjadi struktur yang acak. Susunan molekul protein yang terbuka ini diduga dapat mempermudah enzim pepsin menguraikan residu fenilalanin, tirosin dan triptopan sehingga dapat menyebabkan peningkatan daya cerna protein. Denaturasi protein adalah berubahnya susunan ruang / rantai polipeptida suatu molekul protein. Terjadinya denaturasi protein tahap awal pada saat protein dikenai suhu pemanasan sekitar 50°C, protein tersebut belum bisa dikatakan rusak, hanya mengalami perubahan struktur sekunder, tersier, kuartener (Alyani et al., 2016).

Denaturasi protein dapat diartikan perubahan atau modifikasi terhadap struktur sekunder, tersier dan kuartener terhadap molekul protein. Karena itu denaturasi merupakan pecahnya ikatan hidrogen, interaksi hidrofobik, ikatan garam dan terbukanya lipatan molekul (Marfira et al., 2018). Denaturasi juga disebabkan oleh perlakuan panas dalam proses. Perlakuan panas dapat memberikan pengaruh yang menguntungkan dan merugikan terhadap protein. Pengaruh yang menguntungkan yaitu meningkatnya daya guna protein, sebab adanya pemanasan pada proses pengolahan dapat menginaktifkan atau menurunkan protein inhibitor (Nguju et al., 2018). Pemanasan akan membuat protein bahan terdenaturasi sehingga kemampuan mengikat airnya menurun. Ikatan hidrogen dan interaksi hidrofobik non polar protein dapat dirusak akibat panas. Energi kinetik yang meningkat akibat suhu tinggi dapat menyebabkan molekul penyusun protein bergerak atau bergetar semakin cepat sehingga merusak ikatan molekul tersebut. Selain itu, energi panas akan mengakibatkan terputusnya interaksi non-kovalen yang ada pada struktur alami protein tapi tidak memutuskan ikatan kovalennya yang berupa ikatan peptida (Shahira et al., 2023).

Asam atau basa akan memecah ikatan ion intramolekul yang menyebabkan koagulasi protein. Semakin lama protein bereaksi dengan asam atau basa kemungkinan besar ikatan peptida terhidrolisis sehingga struktur primer protein rusak. Asam lemah, yaitu asam yang dalam air sebagian kecil molekulnya terurai menjadi ion atau hanya akan berdisosiasi sebagian dalam larutan yang asam. Asam kuat adalah asam yang larut dalam air sebagian besar atau seluruh molekulnya terurai menjadi ion. Adanya denaturasi protein oleh asam terutama asam laktat yang

dihasilkan oleh mikroba starter (Suprayitno dan Sulistiyati, 2017).

Denaturasi protein terjadi karena panas, asam, bahan kimia, mekanik, dan sebagainya. Seperti halnya pH yang ekstrim, pemanasan juga menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya denaturasi protein. Protein yang terdenaturasi akan dengan mudah berikatan dengan logam dan mengendap, sehingga terbuang sebagai ampas. Beberapa jenis protein sangat peka terhadap perubahan lingkungannya. Suatu protein mempunyai arti bagi tubuh apabila protein tersebut di dalam tubuh dapat melakukan aktivitas biokimiawinya yang menunjang kebutuhan hidup. Aktivitas ini banyak tergantung pada struktur dan konformasi molekul protein berubah, misalnya oleh perubahan suhu, pH atau karena terjadinya suatu reaksi dengan senyawa lain, ion logam, maka aktivitas biokimiawinya akan berkurang (Suprayitno dan Sulistiyati, 2017).

Perubahan konformasi alamiah menjadi suatu konformasi yang tidak menentu merupakan suatu proses yang disebut denaturasi. Proses denaturasi ini kadang-kadang dapat berlangsung secara reversible, kadang-kadang tidak. Penggumpalan protein biasanya didahului oleh proses denaturasi yang berlangsung dengan baik pada titik isolistrik protein tersebut. Protein akan mengalami koagulasi apabila dipanaskan pada suhu 50 atau lebih (Suprayitno dan Sulistiyati, 2017).

Denaturasi protein dapat diartikan suatu perubahan atau modifikasi terhadap struktur sekunder, tertier dan kuartener molekul protein tanpa terjadinya pemecahan ikatan kovalen. Karena itu, denaturasi dapat diartikan suatu proses terpecahnya ikatan hidrogen, interaksi hidrofobik, ikatan garam dan terbukanya lipatan molekul protein. Ada dua macam denaturasi protein, yaitu pengembangan rantai peptida dan pemecahan protein menjadi unit yang lebih kecil tanpa disertai pengembangan molekul. Terjadinya kedua jenis denaturasi ini tergantung pada keadaan molekul. Pertama yang terjadi pada rantai polipeptida, sedangkan yang kedua terjadi pada bagian-bagian molekul yang tergabung dalam ikatan sekunder. Ikatan yang dipengaruhi oleh proses denaturasi ini adalah ikatan hidrogen, ikatan hidrofobik misalnya pada asam amino leusin, valin, fenilalanin, triptofan yang saling berikatan membentuk suatu misell dan tidak larut dalam air, ikatan ionik antara gugus bermuatan positif dan gugus bermuatan negatif, dan ikatan intramolekuler seperti yang terdapat pada gugus disulfida dalam sistin (Matondang, 2022).

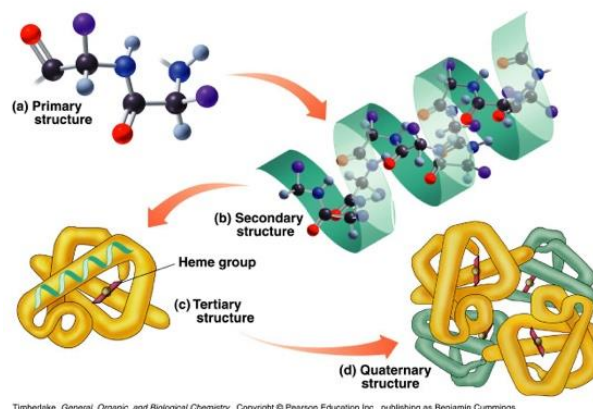
Ada dua macam denaturasi yaitu pengembangan rantai peptida dan pemecahan protein menjadi unit yang lebih kecil tanpa disertai pengembangan molekul. Terjadinya kedua jenis denaturasi ini tergantung pada keadaan molekul. Yang pertama terjadi pada rantai polipeptida, dan yang kedua terjadi pada bagian molekul yang bergabung dalam ikatan sekunder (Marfira et al., 2018). Protein akan mengalami denaturasi apabila dipanaskan pada suhu 50°C sampai 80°C. Laju denaturasi protein dapat mencapai 600 kali untuk tiap kenaikan 10°C. Koagulasi ini hanya terjadi apabila larutan protein berada pada titik isoelektriknya (Setiani et al., 2021). Protein yang terdenaturasi pada titik isoelektriknya masih dapat larut pada pH di luar titik isoelektrik tersebut. Air ternyata diperlukan untuk proses denaturasi oleh panas. Protein akan mengalami koagulasi apabila dipanaskan pada suhu 50°C atau lebih. Koagulasi ini hanya terjadi apabila larutan protein berada larutan protein

berada pada titik isolistriknya. Protein yang terdenaturasi pada titik isolistriknya masih dapat larut pada pH di luar titik isolistrik tersebut (Suprayitno dan Sulistiyati, 2017).

Ikatan peptida protein tidak seluruhnya dapat terputus akibat denaturasi, karena struktur primer protein tetap sama setelah proses denaturasi. Pada struktur protein tersier terdapat empat jenis interaksi yang membentuk ikatan pada rantai samping seperti; ikatan hidrogen, rantai garam, ikatan disulfida dan interaksi hidrofobik non polar, yang kemungkinan mengalami gangguan (Fahima et al., 2018). Denaturasi yang umum ditemui adalah proses presipitasi dan koagulasi protein (Yuniati et al., 2024). Protein yang menggumpal atau mengendap merupakan salah satu ciri fisik dari terdenaturasinya suatu protein. Terjadinya denaturasi pada protein ini dapat disebabkan oleh banyak faktor, seperti pengaruh pemanasan, asam atau basa, garam, dan pengadukan. Masing-masing cara mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap denaturasi protein (Suprayitno dan Sulistiyati, 2017).

Protein yang terdenaturasi akan berkurang kelarutannya. Lapisan molekul bagian dalam yang bersifat hidrofobik akan keluar sedangkan bagian hidrofilik akan terlipat ke dalam. Pelipatan atau pembalikan akan terjadi bila protein mendekati pH isoelektris lalu protein akan menggumpal dan mengendap. Viskositas akan bertambah karena molekul mengembang menjadi asimetrik, sudut putaran optis larutan protein juga akan meningkat, protein yang terdenaturasi akan mengendap karena gugus yang bermuatan positif dan negatif dalam jumlah yang sama atau netral atau dalam keadaan titik isoelektrik (Suprayitno dan Sulistiyati, 2017).

Pada denaturasi terjadi pemutusan ikatan hidrogen, interaksi hidrofobik dan ikatan garam hingga molekul protein tidak punya lipatan lagi. Pengembangan molekul protein yang terdenaturasi akan membuka gugus reaktif yang ada pada rantai polipeptida. Selanjutnya akan terjadi pengikatan kembali pada gugus reaktif yang sama atau berdekatan. Bila unit ikatan yang terbentuk cukup banyak sehingga protein tidak lagi terdispersi sebagai suatu koloid, maka protein akan mengalami koagulasi. Apabila ikatan antara gugus reaktif protein tersebut menahan seluruh cairan akan terbentuklah gel. Sedangkan bila cairan terpisah dari protein yang terkoagulasi itu, maka protein akan mengendap (Suprayitno dan Sulistiyati, 2017).



Timberlake, General, Organic, and Biological Chemistry. Copyright © Pearson Education Inc., publishing as Benjamin Cummings

Gambar 2. Denaturasi Protein

1.3 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji bagaimana lama waktu perebusan memengaruhi kandungan protein dalam telur ayam ras. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dasar ilmiah untuk merekomendasikan lama waktu perebusan telur yang optimal guna menjaga kualitas gizi, sejalan dengan upaya meningkatkan kesehatan masyarakat. Selain itu, penelitian ini dapat membantu masyarakat memahami pentingnya waktu perebusan yang tepat dalam mempertahankan kandungan protein pada telur ayam ras, sehingga dapat meningkatkan kualitas konsumsi pangan hewani yang bergizi.

BAB II METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 8 hingga 22 Desember 2025 di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat Makassar.

2.2 Alat dan Bahan

Beberapa alat yang meliputi satu set alat destruksi, satu set alat destilasi, dan satu set alat titrasi. Selain itu, digunakan juga timbangan analitik (Mettler Toledo) untuk menimbang sampel dengan akurat. Peralatan gelas laboratorium seperti labu Kjeldahl, labu takar, gelas ukur, pipet, dan Erlenmeyer juga diperlukan dalam proses analisis. Untuk menghaluskan sampel sebelum analisis, digunakan blender (Philips). Alat tambahan yang digunakan pada tahap pengolahan sampel adalah panci berbahan besi merek TEXANIA berdiameter 24 cm yang digunakan untuk merebus telur serta kompor sebagai sumber panas.

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah 35 butir telur ayam ras segar yang diperoleh dari salah satu peternakan ayam di Desa Bategulung, Kecamatan Bontonompo, Kabupaten Gowa. Selain itu, digunakan air sebanyak 1000 mL untuk proses perebusan telur. Reagen kimia yang diperlukan antara lain H_2SO_4 pekat (asam sulfat) untuk proses destruksi, katalis campuran (SeO_3 , K_2SO_4 , dan CuSO_4) untuk mempercepat reaksi destruksi, serta NaOH 30% (natrium hidroksida) yang digunakan dalam destilasi untuk membuat larutan bersifat basa. Gas amonia yang dihasilkan selama destilasi ditangkap oleh larutan asam borat 2%. Hasil destilasi kemudian dititrasi menggunakan HCl 0,1 N (asam klorida) dengan bantuan indikator metilen merah dan bromotimol biru (3:2) untuk mendeteksi perubahan warna. Selain itu, aquades digunakan sebagai pelarut dalam berbagai tahap analisis.

2.3 Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh lama waktu perebusan terhadap kandungan protein dalam telur ayam ras. Data yang dikumpulkan berupa persentase kadar protein yang diperoleh melalui pengujian menggunakan metode Kjeldahl. Melalui pendekatan eksperimental, penelitian ini mengamati efek perlakuan perebusan dengan durasi yang berbeda terhadap perubahan kandungan protein pada telur. Hasil penelitian diharapkan memberikan informasi ilmiah mengenai waktu perebusan yang optimal untuk mempertahankan kandungan protein dalam telur ayam ras, yang dapat dimanfaatkan dalam upaya peningkatan kualitas gizi pangan hewani di masyarakat.

Penentuan jumlah sampel dalam penelitian ini didasarkan pada rumus Federer, yang digunakan dalam penelitian eksperimental untuk menentukan jumlah ulangan minimum agar analisis statistik menggunakan Analisis Sidik Ragam (ANOVA) dapat dilakukan secara valid. Rumus Federer dinyatakan sebagai berikut:

$$(t - 1)(r - 1) \geq 15$$

Keterangan:

t = jumlah perlakuan

r = jumlah ulangan

Pada penelitian ini digunakan 7 perlakuan, yang terdiri atas 6 perlakuan lama waktu perebusan dan 1 perlakuan kontrol. Dengan demikian, perhitungannya adalah:

$$(t - 1)(r - 1) \geq 15$$

$$(7 - 1)(r - 1) \geq 15$$

$$6(r - 1) \geq 15$$

$$r - 1 \geq 2,5$$

$$r \geq 3,5$$

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, jumlah ulangan minimal yang diperlukan adalah 4 sampel per perlakuan. Namun, untuk meningkatkan ketelitian data dan mengantisipasi kemungkinan kehilangan sampel selama proses penelitian, jumlah ulangan ditingkatkan menjadi 5 sampel pada setiap perlakuan. Dengan demikian, jumlah total sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah 35 butir telur ayam ras, yang dibagi ke dalam tujuh kelompok perlakuan.

Tabel 2. Pengelompokan perlakuan telur ayam ras

Kelompok	Lama Perebusan	Jumlah Sampel
P1	4 Menit	5
P2	8 Menit	5
P3	12 Menit	5
P4	16 Menit	5
P5	20 Menit	5
P6	24 Menit	5
P7(Kontrol)	Tanpa Perlakuan	5
Total		35

Pemilihan waktu perebusan 4, 8, 12, 16, 20, dan 24 menit dalam penelitian ini didasarkan pada pertimbangan bahwa perubahan struktur protein akibat pemanasan terjadi secara bertahap dan dipengaruhi oleh lamanya paparan panas. Hernández-Olivas et al. (2021) menjelaskan bahwa durasi pemasakan telur berperan penting dalam menentukan perubahan struktur matriks protein, yang selanjutnya memengaruhi sifat fisikokimia dan ketercernaan protein. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa pada waktu pemanasan yang lebih singkat, protein cenderung mengalami denaturasi tahap awal, sedangkan pemanasan yang lebih lama dapat menyebabkan denaturasi lanjut hingga koagulasi dan agregasi protein (Lee et al., 2023). Oleh karena itu, interval waktu 4 menit dipilih untuk menggambarkan tahapan perubahan protein secara bertahap, mulai dari kondisi awal pemanasan hingga pemanasan yang lebih lama, sehingga pengaruh lama perebusan terhadap kadar protein telur ayam ras dapat diamati secara sistematis dan komprehensif.

2.4 Pelaksanaan Penelitian

2.4.1 Penentuan Unit Percobaan

Sampel telur ayam ras diambil secara acak dari populasi yang tersedia di salah satu peternakan ayam di Desa Bategulung, Kecamatan Bontonompo, Kabupaten Gowa (dipilih telur ayam *fresh* yang berumur tidak lebih dari 24 jam dengan berat yang

sama yaitu 60 gram). Telur disimpan dalam kondisi ruangan sebelum dilakukan perlakuan.

2.4.2 Perebusan Telur

Sampel telur ayam ras diberi perlakuan perebusan pada air dengan volume 1000 ml yang telah dipanaskan terlebih dahulu hingga mencapai suhu 99°C lalu kemudian telur dimasukkan dan direbus dalam waktu 4 menit, 8 menit, 12 menit, 16 menit, 20 menit, dan 24 menit. Kemudian telur yang telah direbus dihaluskan dan dihomogenkan (dicampur putih dan kuning telur) lalu dilakukan penetapan kadar protein menggunakan metode Kjeldahl.

2.4.3 Perhitungan Kadar Protein

Pengujian kandungan protein telur menggunakan metode Kjeldahl, dimana metode ini merupakan metode yang sederhana untuk penetapan nitrogen total pada protein dan senyawa yang mengandung nitrogen. Metode ini telah banyak mengalami modifikasi. Metode ini cocok digunakan secara semi mikro, sebab hanya membutuhkan jumlah sampel dan pereaksi yang sedikit serta waktu analisis yang pendek. Metode Kjeldahl cocok untuk menetapkan kadar protein yang tidak larut atau protein yang sudah mengalami koagulasi akibat proses pemanasan maupun proses pengolahan lain yang biasa dilakukan pada makanan. Metode Kjeldahl digunakan untuk menganalisis kadar protein kasar dalam bahan makanan secara tidak langsung, karena yang dianalisis dengan cara ini adalah kadar nitrogennya. Dengan mengalikan hasil analisis tersebut dengan angka konversi 6,25 maka diperoleh kadar protein dalam bahan makanan itu. Analisa protein dengan metode Kjeldahl pada dasarnya dapat dibagi menjadi tiga tahapan yaitu proses destruksi, destilasi dan titrasi (Bakhtra et al., 2016).

Dimulai dengan sampel telur yang telah direbus dan dihomogenkan hingga rata (antara putih dan kuning telur), kemudian ditimbang dengan neraca analitik sebanyak 0,5 gram dengan menggunakan Erlenmeyer. Selanjutnya, ditambahkan H_2SO_4 pekat sebanyak 25 ml ke dalamnya lalu ditutup dengan corong. Pekerjaan ini dilakukan di dalam lemari asam. Setelah itu dipanaskan di atas hotplate dengan *high temperature* hingga warnanya berubah menjadi bening. Setelah diperoleh ekstrak sampel berwarna bening, kemudian dimasukkan ke dalam Erlenmeyer yang berisi 250 ml aquades dan 1 ml indikator PP 0,1 %. Setelah itu, ditambahkan NaOH pipih sampai berubah warna menjadi pink keunguan. Setelah itu dipindahkan ke dalam labu destilasi, dengan penampung yaitu Erlenmeyer yang ditambahkan 20 ml Asam Borat (H_3BO_3). Proses destilasi dilakukan hingga destilat mencapai 100 ml. Destilat yang diperoleh kemudian ditambahkan indikator BCG sebanyak 3 tetes. Apabila berubah warna menjadi hijau tiska maka dilanjutkan ke proses titrasi. Namun apabila berubah warna menjadi pink atau ungu, maka tidak dilanjutkan ke proses titrasi. Proses titrasi dilakukan dengan menggunakan HCl 0,1 N hingga berubah warna menjadi pink. Selain sampel yang ingin diuji, hal sama juga dilakukan untuk membuat blanko, hingga mendapatkan volume titrasinya. Data yang diperoleh dari hasil timbangan dengan neraca analitik berupa berat sampel, dan volume titrasi kemudian dimasukkan ke dalam rumus:

$$\% \text{ Protein} = \frac{(\text{Vol Sampel} - \text{Vol Blanko}) \times \text{N HCl} \times 14,007 \times \text{FP} \times \text{FK}}{\text{Berat Sampel mg}} \times 100\%$$

Keterangan:

FP : Faktor Pengenceran (100 ml/ 5ml = 20)

FK : Faktor Konversi (6,25)

2.4.4 Pengamatan dan Pengukuran

Untuk menganalisis kadar protein yang diperoleh dari proses titrasi dengan metode Kjeldahl, perhitungan dilakukan dengan menggunakan rumus perhitungan kadar protein Kjeldahl berdasarkan volume asam klorida yang digunakan selama titrasi. Sebelum melakukan titrasi pada sampel, dilakukan standarisasi terhadap larutan asam klorida 0,01 N untuk memastikan akurasi titrasi. Setelah itu, titrasi blanko dilakukan untuk mendapatkan volume titrasi yang digunakan sebagai acuan, yang pada penelitian ini menghasilkan volume titrasi sebesar 2,3 mL. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak enam kali untuk memastikan konsistensi hasil. Hasil dari titrasi ini kemudian digunakan untuk menghitung kadar protein dengan rumus perhitungan kadar Kjeldahl. Perhitungan kadar protein dilakukan dengan memasukkan hasil volume titrasi yang diperoleh, kemudian dihitung menggunakan faktor pengenceran dan faktor konversi yang telah ditentukan sebelumnya (Rifqi et al., 2024).

Data yang diperoleh dari hasil pengukuran kadar protein pada masing-masing perlakuan akan dianalisis menggunakan Analisis Sidik Ragam (ANOVA) dengan bantuan perangkat lunak statistik. Apabila hasil ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) antar perlakuan, maka akan dilanjutkan dengan Uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) untuk mengetahui secara lebih spesifik perbedaan antar perlakuan terhadap kadar protein pada telur ayam ras.