# **BAB II**

# **TINJAUAN PUSTAKA**

* 1. **Telur**

Telur adalah bahan pangan yang berasal dari unggas dan merupakan hasil fertilisasi dari zigot. Telur merupakan sumber protein hewani yang murah dan mudah ditemukan di pasar tradisional, warung dan kios-kios kecil di pinggiran jalan. Jika dibandingkan dengan makanan lain seperti daging ayam, ikan, tahu, kedelai dan tempe, telur memiliki kandungan asam amino paling lengkap (Ora, 2015). Telur merupakan penghubung penting dalam siklus reproduksi hewan. Telur bangsa burung mengandung segala macam zat esensial, termasuk zat makanan, yang diperlukan untuk tumbuh dan menetas embrio. Nutrisi ini juga penting bagi manusia. Telur kaya nutrisi dan lezat, sehingga telah digunakan sebagai makanan manusia sejak zaman dahulu. Kini telur juga dimanfaatkan sebagai bahan industri untuk diolah menjadi produk pangan dan non pangan. Telur sudah dikenal sebagai makanan penting sejak zaman purba. Orang-orang primitif mengambil telur burung liar dari sarangnya untuk dimakan. Pada masa itu, telur dianggap lezat dan merupakan makanan pokok bersama dengan makanan lain. Ayam betina domestik dapat bertelur tanpa kawin atau rangsangan dari ayam jantan. Fenomena biologis ini telah dimanfaatkan secara komersial oleh manusia untuk membuat telur infertil yang dapat dikonsumsi oleh manusia. Banyak orang masih menyukai telur hingga hari ini. Telur sangat disukai bukan hanya karena mudah didapat dan dapat digunakan dalam berbagai cara memasak, tetapi juga karena nilai gizinya yang tinggi, yang hampir tidak terkalahkan oleh makanan lain. Hal ini sesuai dengan kodrat telur, yang menyediakan semua yang diperlukan anak ayam atau unggas lainnya untuk tumbuh (Hintono, 2022).

Telur dapat digunakan sebagai lauk, campuran makanan, tepung telur, obat dan sebagainya. Telur terdiri dari 13% protein, 12% lemak dan berbagai vitamin dan mineral. Telur tersusun dari luar ke dalam yaitu kerabang telur dan kerabang tipis (9.5%), putih telur (61.5%) dan kuning telur (29%). Umur ayam, jenis pakan, suhu, genetik dan metode pemeliharaan semua memengaruhi komposisi telur (Nugraheni, 2013). Semua asam amino yang diperlukan untuk pertumbuhan dan pemeliharaan jaringan tubuh manusia terkandung dalam protein telur berkualitas tinggi yang disebut sebagai protein seimbang. Lemak telur mudah dicerna dan memberi tubuh energi. Telur mengandung banyak asam lemak tak jenuh dan banyak asam lemak esensial, terutama asam oleat. Kecuali vitamin C, atau asam ascorbic, telur mengandung hampir semua vitamin yang telah teridentifikasi. Putih telur mengandung lebih dari setengah riboflavin telur, tetapi kuning telur mengandung sebagian besar vitamin A, D, B1, dan riboflavin. Kuning telur adalah sumber vitamin A terbaik karena hanya lemak susu, hati, dan telur yang mengandung vitamin ini. Selain itu, telur kuning mengandung berbagai jenis karoten kuning dimana tubuh manusia dapat mengubah sebagian atau seluruhnya menjadi vitamin A. Kuning telur juga mengandung vitamin D, yang merupakan zat gizi penting untuk absorbsi dan metabolisme kalsium dan fosfor. Vitamin B12 hanya ditemukan di makanan hewani termasuk telur, vitamin ini sangat kecil dan bervariasi di sebutir telur (0,028 mg/telur), tetapi keberadaannya meningkatkan nilai biologis protein telur. Hal ini disebabkan oleh keyakinan bahwa ada hubungan antara metabolisme asam amino dan vitamin B12. Sumber mineral besi (Fe) dan fosfor (P) yang baik adalah telur, dengan kuning telur mengandung sebagian besar besi. Sodium (Na), Potassium (K), Sulfur (S), Chlorine (Cl), Magnesium (Mg), Kalsium (Ca), Besi (Cu), Zinc (Zn), Iodine (I), dan Mangan adalah mineral penting lainnya yang dapat diberikan oleh telur. Meskipun telur memiliki jumlah mineral yang lebih rendah daripada makanan lain, tetapi telur merupakan sumber mineral yang baik karena mineral mudah diserap saluran penceraan. Telur mengandung banyak nutrisi, tetapi berkalori rendah (sekitar 80 kalori pada telur ayam berukuran besar (grade A)). Oleh karena itu, telur adalah pilihan yang baik bagi mereka yang mengikuti program diet yang mengontrol berat badan karena rendahnya kalorinya. Telur konsumsi, juga disebut *tabel egg*, adalah telur yang digunakan untuk pangan (Hintono, 2022).

* + 1. **Fungsi Telur**

Telur dikatakan serbaguna, selain dapat digunakan baik untuk hidangan atau sebagai snack, juga dapat dicampur dengan bahan lain untuk berfungsi sebagai bahan pengembang (*leaven*), pengemulsi (*emulsifier*), pemertebal dan pengikat (*thickener and binder*), pemberi citarasa (*flavor*), dan pemberi warna. Telur memiliki sifat unik, yaitu menghasilkan buih yang menyatu dengan udara ke dalam makanan, mengembangkan dan memberi makanan tekstur ringan yang diinginkan. Putih dan kuning telur dapat membentuk buih. Karena protein kompleks (*lesitin*-protein) kuning telur membentuk lapisan tipis di sekeliling globula minyak yang sangat kecil sehingga membuat emulsi stabil, kuning telur adalah pengemulsi yang bagus untuk minyak atau lemak dengan air. Salah satu jenis emulsifikasi telur yang paling umum adalah mayonaise. Telur memainkan peran penting dalam mengemulsikan lemak dan cairan dalam semua jenis roti yang dibakar. Telur menggumpal atau berubah dari bentuk cair menjadi padat atau setengah padat, biasanya karena proses panas pada temperatur tertentu, digunakan untuk mempertebal dan mengikat berbagai produk makanan. Telur digunakan untuk mempertebal *custards, puddings*, dan saus, membantu sebagai pengikat dalam lontong daging, "bergedel", dan di dalam coating untuk daging rebus. Cita rasa telur dibantu oleh lebih dari seratus komponen volatil. Citarasa telur memiliki rasa yang alami, kaya, dan menyeluruh. Jika dicampur dengan sebagian besar kategori produk makanan, citarasnya cukup enak. Telur rebus, diiris, atau dicacah dapat digunakan untuk menghias karena warna kuningnya.

Selain digunakan sebagai bahan pangan, telur juga dapat digunakan untuk berbagai tujuan non-pangan, seperti:

1. Pakan (makanan ternak), yaitu untuk :

* *Pet food* (makanan hewan kesayangan).
* Sumber mineral kalsium; cangkang telur giling dapat digunakan sebagai pengganti tepung kerang atau batu kapur dalam ransum ternak atau ayam petelur.
* Makanan tambahan untuk ternak pejantan, seperti babi pejantan dan sapi pejantan.

1. Pupuk: Sisa-sisa cangkang (penetasan) dari *hatchery* dapat dikeringkan dan digiling untuk pupuk.
2. Biologis:

* Lysozyme dan protein telur dapat digunakan sebagai agen bakterisidal dan antimikrobial dalam makanan.
* Media kuning telur adalah tempat yang bagus untuk pertumbuhan mikroorganisme.
* Medis dan farmasi: Industri farmasi menganggap avidin sebagai bagian dari sistem *labelling* dalam diagnostik ovalbumin karena merupakan komponen pelepasan medikasi pada waktu yang diperkirakan saat karier ovalbumin yang tidak berbahaya dicerna. Kebanyakan imunoglobulin maternal (IgG) burung pergi dari ovarium ke kuning telur dan kemudian ke sirkulasi embryonik pada telur inkubasi. IgM dan IgA, di sisi lain, masuk ke dalam putih telur melalui cairan amniotik dan masuk ke dalam saluran usus embrio. Imunisasi ayam dengan berbagai jenis antigen (seperti racun ular dan kalajengking) dapat memanfaatkan 500 mg IgG dalam setiap telur. Ini karena antibodi dapat diekstraksi dari *Yolk* dalam jumlah tinggi dan bentuk murni. IgG ayam dapat membantu mencegah *gastroenteritis* pada manusia dan ternak.
* Protein murni: Beberapa protein murni yang dapat diperoleh dari telur termasuk *phosvitin*, *conalbumin*, *ovomucoid*, *klorida lysozyme*, dan *avidin*.
* Inseminasi buatan: Kuning telur berfungsi sebagai penghalang untuk menjaga semen pejantan.

1. Industri manufaktur: penyamakan kulit, kosmetik, shampoo, dan perekat.
2. Seni melukis kulit telur adalah seni yang diakui secara global. Kulit telur juga dapat digunakan untuk kerajinan tangan (Hintono, 2022).
   * 1. **Morfologi Telur**

Telur dari suatu bangsa burung dapat diidentifikasi berdasarkan karakteristik (ciri-ciri) luarnya. Kualitas eksternal telur, seperti bentuk dan ukuran, serta warna dan tekstur cangkang, juga dipengaruhi oleh karakteristik luarnya. Semua jenis burung, baik liar maupun piaraan (domestik), memiliki telur yang berbeda dalam bentuk, ukuran, dan warna. Selain membantu membedakan telur dari berbagai spesies, bentuk, ukuran, dan warna juga dapat membantu membedakan telur yang ditelurkan oleh anggota spesies yang sama, atau bahkan hewan yang sama. Namun, tekstur cangkang lebih penting untuk kualitas telur.

1. Bentuk.

Magnum telur memiliki bentuk normal atau khas, tetapi kondisi isthmus atau uterus yang tidak biasa dapat menyebabkan bentuk telur tertentu. Bentuk telur burung bervariasi dari bangsa ke bangsa. Kebanyakan telur berbentuk bulat, tetapi beberapa berbentuk sfera, dan yang lain berbentuk memanjang. Ujung telur bisa lancip atau bundar, atau bisa meruncing dari ujung besar ke ujung kecil.

Faktor-faktor yang mempengaruhi bentuk telur: Dalam pemasaran, produksi telur yang berbentuk normal sangat penting. Telur yang terlalu panjang atau terlalu pendek menyulitkan untuk dikemas, dan bentuk telur yang tidak biasa tidak menarik. Bentuk telur tergantung pada:

* Keturunan (bakat): Secara umum, setiap ayam menghasilkan telur yang sama, bahkan jika ada ayam yang terus menerus menghasilkan telur dengan bentuk yang tidak sempurna.
* Keadaan kesehatan: Ayam bertelur dapat memiliki bentuk yang salah, bentuk yang aneh, dan berbenjol-benjol karena penyakit IB (*Infectious Bronchitis*) dan ND (*Newcastle Desease*).

1. Ukuran

Biasanya, ukuran telur menunjukkan karakteristik spesiesnya. Seringkali, berat telur ditunjukkan sebagai ukurannya, yang secara jelas ditentukan oleh berat total dari bagian-bagian yang membentuknya. Bergantung pada ukuran induk, berat telur berkisar antara 5 hingga 15% dari berat induk. Variasi berat telur sangat besar di antara spesies. Telur ayam biasanya berbobot antara 40 dan 80 gram. Semakin tua ayam, semakin berat telurnya.

Beberapa faktor mempengaruhi yang mempengaruhi ukuran telur:

* Keturunan, atau bakat. Ayam memiliki ukuran telur yang berbeda-beda. Perbedaan ini sebenarnya disebabkan oleh variabel genetik yang memengaruhi waktu pertumbuhan ova menjadi *Yolk*. *Yolk* yang lebih besar menghasilkan telur yang lebih besar, sedangkan *Yolk* yang lebih kecil menghasilkan telur yang lebih kecil.
* Nutrisi memengaruhi ukuran telur. Sebagai contoh, kandungan protein dalam pakan dapat meningkatkan ukuran telur, dan kandungan energi pakan tampaknya juga memengaruhi berat telur.
* Suhu lingkungan cuaca yang panas dapat menyebabkan telur lebih kecil. Jika suhu udara lebih dari 85oF, ukuran telur akan turun drastis.
* Usia hewan. Pada umumnya, ayam mulai bertelur antara 18 dan 24 minggu; namun, dengan kualitas genetik yang lebih baik, beberapa strain mulai bertelur pada 16 minggu. Biasanya ukurannya lebih kecil pada awal peneluran daripada pada peneluran berikutnya. Selama proses produksi, ukuran telur bertambah secara bertahap, tetapi pertambahannya tidak seragam dalam satu *flok*. Pada awal peneluran, telur lebih kecil karena ukuran *Yolk* yang lebih kecil dan jumlah *albumen* yang lebih sedikit, yang tentu saja menyesuaikan isi telur.
* Posisi telur dalam *clutch*: urutan telur dalam *clutch* mempengaruhi ukuran telur. Telur pertama dalam *clutch* adalah yang paling berat, dan telur berikutnya sedikit lebih kecil. Dalam hal ini, ukuran *Yolk* berkurang karena penurunan jumlah *albumen* yang dihasilkan
* Selain faktor-faktor tersebut, berat badan hewan atau ayam juga mempengaruhi ukuran telur; ayam dengan berat badan yang lebih besar biasanya memiliki telur yang lebih besar.

1. Warna

Telur burung liar memiliki berbagai warna, mulai dari putih sampai hampir hitam pekat (pada beberapa jenis itik), dengan 40 corak dan tanda biru-biru dan coklat-coklat. Bertelur warna putih adalah ciri khas dari bangsa ayam *mediterranean*, serta beberapa jenis ayam seperti *leghorn*. Ayam Amerika dan beberapa negara lain bertelur coklat. Pigmen *porphyrin* yang dibuat dalam uterus dideposisi ke cangkang. Pigmen *porphyrin* berfungsi sebagai bantalan kristal kalsit yang menyusun cangkang, dan ini menyebabkan cangkang berwarna coklat. Kekuatan cangkang dapat diukur melalui warna cangkang. Telur ayam petelur coklat biasanya lebih kuat daripada yang lebih muda atau keputihan. Telur ayam biasanya memiliki warna yang sama, tetapi ada kemungkinan berbeda warna di antara anggota kelompok ayam yang sama.

1. Tekstur (Keadaan Permukaan Cangkang)

Telur yang baru ditelurkan biasanya memiliki permukaan cangkang yang mulus, halus, licin, dan mengkilap. Namun, seiring dengan waktu penyimpanan yang lebih lama, permukaan cangkang dapat kehilangan kekilauannya dan menjadi lebih kusam (Hintono, 2022).

* + 1. **Jenis Telur**

Telur terdiri dari beberapa jenis diantaranya yaitu: telur ayam kampung, telur bebek dan telur puyuh.

1. Telur Ayam Kampung

Telur ayam kampung merupakan salah satu sumber protein hewani yang dikonsumsi masyarakat dengan cara direbus, digoreng ataupun masih dalam keadaan mentah (Krista & Harianto, 2013).



**Gambar 2.1** **Telur ayam kampung**

Telur ayam kampung atau buras biasanya berukuran kecil dan berbobot antara 45 dan 50 gram. Seekor induk dapat menghasilkan sekitar 200 butir telur per tahun. Kulit telur biasanya berwarna coklat, ada juga yang berwarna putih (Ora, 2015).

1. Telur Bebek

Telur bebek mengandung banyak nutrisi seperti karbohidrat, protein dan lemak. Salah satu pengolahan dari telur bebek yang banyak digemari adalah telur asin (Permanawati, 2013).



**Gambar 2.2 Telur bebek**

Telur bebek berukuran sekitar 90 gram, lebih besar daripada telur ayam. Memiliki kerabang yang kuat dan sruktur yang kuat. Kerabang memiliki berbagai warna dari biru muda hingga agak putih. Telur bebek memiliki rasa yang kuat dan lebih banyak lemak daripada telur ayam. Telur bebek direbus membuat *albumen* lebih kental dan teksturnya kenyal, tetapi jarang dikonsumsi jika belum diolah secara alami (Ora, 2015).

1. Telur Puyuh

Telur puyuh merupakan sumber makanan bergizi dan lezat serta sebagai sumber protein yang murah dan banyak manfaat (Whiendrata, 2014).



**Gambar 2.3 Telur puyuh**

*Cortunix cortunix japonica* adalah jenis puyuh yang sering diternakkan untuk dimakan. Jenis putu ini dapat menghasilkan antara 250 dan 300 butir telur per tahun. Berat telur burung puyuh biasanya sekitar 15 hingga 20 gram. Kerabang telur puyuh tipis dan mudah pecah, dengan kulit berwarna coklat berbintik-bintik hitam atau cokelat pekat kebiru-biruan (Ora, 2015).

* + 1. **Bagian Isi Telur**

Bagian isi telur teridiri dari bagian kunging dan bagian putih

1. Kuning Telur

Kuning telur mengandung mineral seperti besi, fosfor, sedikit kalsium dan vitamin B kompleks, serta asam amino esensial yang diperlukan. Kuning telur mengandung semua lemak dan sebagian protein (50%). Embrio hewan berada dan berkembang di kuning telur, terutama di bagian telur yang sudah dibuahi dan di bagian kuning telur ini terdapat banyak zat gizi yang membantu perkembangan embrio. Kuning telur dan putih telur terbungkus oleh lapisan tipis dan elastis yang disebut membran vitelin, yang terbuat dari musin dan keratin. Jika telurnya baik dan normal, kuning telur berbentuk hampir bulat, berwarna kuning sampai jingga dan terletak tepat di tengah telur (Nugraheni, 2013).

*Yolk* adalah nama lain dari telur kuning. 30-33% berat telur dibuat oleh *Yolk*. Di pusat telur terdapat *Yolk* berbentuk hampir bulat berwarna kuning sampai jingga tua. *Xantofil*, suatu pigmen carotenoid yang berasal dari pakan, adalah yang memberi warna *Yolk*. *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 halus, elastis, dan berkilau. Membran vitelin berfungsi untuk membatasi pertukaran material antara *Yolk* dan *albumen* dan berfungsi sebagai penghalang terakhir bagi bakteri untuk masuk ke dalam *Yolk*. Membran vitelin terdiri dari tiga lapis. Lapisan tengah kontinyu tipis (tebal 4 μm) terdiri dari material amorf yang terletak antara dua lapisan fibrous; lapisan pertama bersentuhan dengan *Yolk* dan lapisan kedua bersentuhan dengan *albumen*. Terdapat *germinal disc* pada permukaan *Yolk*. Pada telur infertil, *germinal disc* disebut blastoderm dan terlihat seperti spot (bintik) kecil berbentuk bundar dengan diameter 3–4 mm, berwarna putih atau pucat. Pada telur fertil, terdiri dari banyak sel, antara 30.000 dan 40.000 sel, dan disusun dalam dua lapisan saat peneluran. Kromosom betina dalam blastoderm terkait dengan letak multiplikasi (perbanyakan) sel embrionik saat telur dibuahi di infundibulum. Inilah blastoderm yang berkembang menjadi embrio, yang kemudian menetas menjadi anak unggas (Hintono, 2022).

1. Putih Telur

Putih telur terkandung sekitar 60% dari bulatan telur, terdiri dari lima jenis protein dan sedikit karbohidrat. Putih telur merupakan cairan tidak homogen, yang terdiri dari 40 persen putih telur encer, 60 persen lapisan kental. Perbedaan dalam kandungan air, yang menyebabkan perbedaan kekentalan. Karena kalaza dan membran vitelin yang elastis, bagian putih telur tidak tercampur dengan kuning telur. Khalazae merupakan bagian yang mengikat kuning dan putih telur (Nugraheni, 2013).

Putih telur juga dikenal sebagai *albumen*. *Albumen* terdiri dari empat lapisan: 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). Riboflavin (vitamin B2) menyebabkan *albumen* biasanya berwarna sedikit kehijauan. Selain perbedaan fisik nyata, *albumen* kental dan encer juga berbeda dalam jumlah ovomucin. Ovomucin lebih banyak dari *albumen* encer daripada *albumen* kental.

* Lapisan chalaziferous, atau putih telur kental dalam, bertanggung jawab atas 3% *albumen*. Lapisan fibrous, sangat kental tetapi sangat tipis ini mengelilingi seluruh *Yolk* dengan rapat. Lapisan ini bercabang ke arah kedua ujung telur sebagai chalaza di sisi yang berlawanan dari *Yolk*. Chalaza memiliki warna keputihan dan tampak seperti tali 14 terpintal. Ujungnya yang tumpul biasanya memiliki pintalan searah jarum jam, sedangkan ujungnya yang runcing memiliki pintalan berlawanan dengan jarum jam. Chalaza membantu *Yolk* menstabilkan pada posisi sentris dan mencegah *Yolk* menempel ke cangkang saat telur diam.
* Lapisan putih telur encer dalam dalam menyusun 21% (sekitar 1-40%) *albumen*, dan mengelilingi lapisan chalaziferous.
* Lapisan putih telur kental luar yang kuat atau tebal. Lapisan ini menyusun 55%–80% *albumen* dan mengelilingi lapisan putih telur encer dalam dan *Yolk*. Pada beberapa telur, lapisan ini melekat pada membran cangkang di kedua ujung telur, membentuk ligamen *albumen*.
* Lapisan putih telur encer luar: 21% *albumen* terdiri dari lapisan putih telur encer luar, yang berkisar antara 10 hingga 60 persen. Lapisan ini hanya ada di sebelah dalam membran cangkang kecuali pada bagian ujung telur yang putih kental.

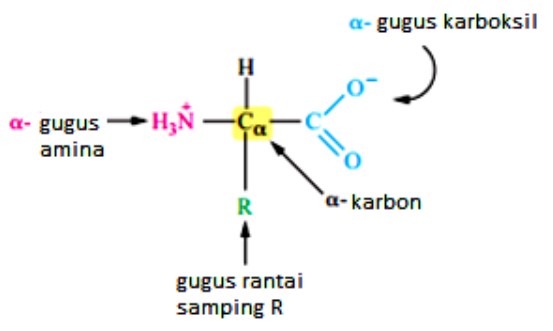
Persentase *albumen* kental dan encer dalam telur bervariasi tergantung pada strain, individu, kesegaran telur, kondisi, dan lama penyimpanan (Hintono, 2022).

* 1. **Protein**

Protein adalah makromolekul yang paling banyak ditemukan di dalam sel dan melakukan pekerjaan yang paling banyak. Fungsi protein meliputi perlindungan sel dari infeksi, katalis reaksi metabolik, dukungan dan kekuatan mekanik. Semua kemampuan protein tersebut diperlukan untuk kehidupan sel. Karena protein memberikan organisme bukan hanya karbon dan hidrogen, tetapi juga nitrogen dan sulfur, nitrogen dan sulfur tidak dapat diakses oleh lemak dan karbohidrat, yang merupakan kelompok molekul makanan lainnya yang sangat penting.

Bentuk protein berbeda. Namun, ada dua jenis protein: protein globular dan protein fibrous. Kebanyakan protein globular adalah enzim, dan protein globular adalah makromolekul yang berbentuk bola yang larut di dalam air. Protein fibrous memiliki desain khusus seperti kabel besar atau lembaran dan memberikan dukungan mekanik pada sel dan organisme. Protein struktural seperti α-keratin yang merupakan komponen utama rambut dan kuku, dan collagen yang merupakan komponen utama tanduk, kulit, tulang, dan gigi. Bakteriophage, spora, dan protein pollen juga merupakan contoh protein struktural.

Polimer asam amino dikenal sebagai protein. Setiap organisme membuat molekul protein dari dua puluh asam amino. Kombinasi dari dua puluh asam amino ini yang terdapat dalam protein alami. Gambar 2.4 menunjukkan struktur umum asam amino. Dari 20 asam amino yang umumnya diisolasi dari protein alami, 19 memiliki struktur yang sama dengan amina primer pada karbon alfa. Asam amino satu lagi adalah prolin, yang memiliki struktur amina sekunder.



**Gambar 2.4 Struktur umum asam amino (Azhar, 2016)**

Asam amino dapat membentuk ikatan kovalen antara gugus α-karboksil satu asam amino dan gugus α-amino asam amino berikutnya. Selama proses ini, air dieliminasi, tetapi residu asam amino yang terikat tetap ada setelah air dieliminasi, proses ini dinamakan reaksi dehidrasi. Ikatan yang terbentuk adalah ikatan peptida. Senyawa yang dikenal sebagai peptida terdiri dari sejumlah asam amino, mungkin hanya dua hingga beberapa buah asam amino atau bahkan ratusan asam amino.

* + 1. **Pengelompokan Protein Berdasarkan Fungsi**

Protein adalah polipeptida hasil penggabungan antar asam amino untuk menghasilkan urutan residu asam amino yang menentukan sifat dan fungsinya. Protein memiliki fungsi dalam proses metabolisme tubuh, yaitu dalam mengganti sel-sel yang rusak dengan sel-sel baru. Protein melakukan berbagai fungsi biologi, seperti

1. Enzim

Enzim adalah katalis biologi yang mengkatalisis hampir semua reaksi dalam tubuh. Protein adalah enzim yang paling banyak dipelajari. Tanpa enzim, reaksi dapat berlangsung berhari-hari atau berminggu-minggu. Sebagai contoh, enzim pencernaan pepsin, *trypsin*, dan *chymotrysin* menghancurkan protein dalam diet kita sehingga sel dapat menyerap asam amino untuk digunakan.

1. Protein Pertahanan

Antibodi, atau immunoglobulin, adalah protein yang sangat spesifik. Sel sistem kekebalan tertentu menghasilkan protein ini, yang berfungsi untuk merespon antigen asing. Antigen asing termasuk bakteri dan virus yang menyebabkan infeksi pada tubuh.

1. Transportasi Protein

Protein berfungsi untuk mengangkut bahan di dalam tubuh. Hemoglobin adalah protein yang berikatan dan pembawa oksigen dan CO2 di dalam sel darah merah, sedangkan myoglobin adalah protein yang menyimpan oksigen. Besi yang dibawa dari liver ke sumsum tulang digunakan untuk mensintesa gugus *heme* untuk hemoglobin.

1. Protein Pengatur

Protein pengatur mengatur berbagai fungsi sel, seperti metabolisme dan reproduksi. Sangat penting untuk mengatur suhu tubuh, pH darah, dan kadar glukosa darah. Insulin dan glucagon adalah protein, dan banyak horm5on lainnya yang membantu tubuh menjalankan fungsinya.

1. Protein Struktur

Sebagian besar binatang menggunakan protein struktur sebagai penutup luar dan pendukung mekanik. Protein *keratin* membentuk sebagian besar rambut dan kuku. Protein lainnya memberikan kekuatan mekanik kepada kulit, urat (tendon), dan tulang.

1. Protein Pergerakan

Protein pergerakan diperlukan untuk semua bentuk pergerakan. Jantung, yang termasuk otot yang paling penting, berkontraksi dan berekspansi melalui interaksi *actin* dan *myosin* protein. Karena flagela proteinnya yang panjang, sperma dapat berenang.

1. *Nutrien* Protein

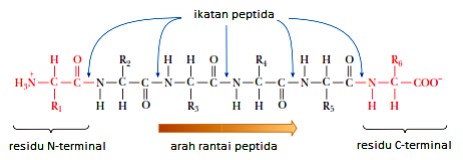
Embrio dan janin menerima asam amino dari protein *nutrien*. Protein penyimpan makanan termasuk kasein susu dan albumin telur. Membran memiliki beberapa protein yang berfungsi sebagai poros atau saluran yang memungkinkan molekul kecil dan bermuatan bergerak.

1. Protein yang terdapat pada permukaan sel memiliki kemampuan untuk berfungsi sebagai reseptor untuk berbagai jenis ligan dan sebagai pengubah interaksi antara sel dan sel lainnya.
   * 1. **Tingkatan Struktur Protein**

Struktur primer, struktur sekunder, struktur tersier, dan struktur quartener adalah keempat tingkatan struktur molekul protein. Struktur primer menunjukkan rangkaian linier residu asam amino pada protein. Ikatan kovalen peptida memelihara struktur primer. Struktur tiga dimensi protein terdiri dari tiga tingkatan tambahan, struktur sekunder, tersier, dan quartener. Tenaga yang memelihara atau menstabilkan tiga struktur ini terutama berasal dari ikatan nonkovalen. Struktur primer protein menentukan bentuk aktivnya secara biologi. Struktur tersier distabilkan oleh rantai samping residu asam amino. Struktur primer dan struktur sekunder berdekatan karena pembentukannya. Bagaimana residu asam amino berinteraksi dengan rantai samping (gugus R) rantai protein tergantung pada lokasi dan sifat gugus R di sepanjang rantai protein. Cara rantai protein melipat dan memutar mempengaruhi struktur tiga dimensi akhirnya dan fungsi biologinya.

* 1. Struktur Primer Protein

Setiap protein memiliki struktur primer yang berbeda tergantung pada jumlah, urutan, dan jenis residu asam amino yang terletak di sepanjang rantai protein. Struktur primer dibentuk oleh ikatan peptida kovalen yang memelihara struktur primer. Gambar 2.5 menunjukkan struktur awal heksapeptida; prefiks "heksa" pada kata "peptida" sebenarnya menunjukkan jumlah ikatan peptida, bukan jumlah residu asam amino. Sebaliknya, heksapeptida, yang terdiri dari enam asam amino, memiliki lima ikatan peptida. Residu asam amino dengan gugus α-NH3 + bebas disebut residu N-terminal atau residu N-terminal. Residu asam amino dengan gugus COO- disebut karboksil atau residu C-terminal. Residu asam amino N-terminal dan C-terminal protein terletak di sebelah kiri dan kanan.

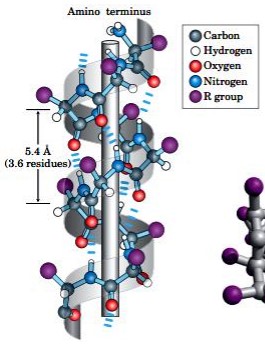
****

**Gambar 2.5 Struktur primer protein (Azhar, 2016)**

* 1. Struktur Primer Protein

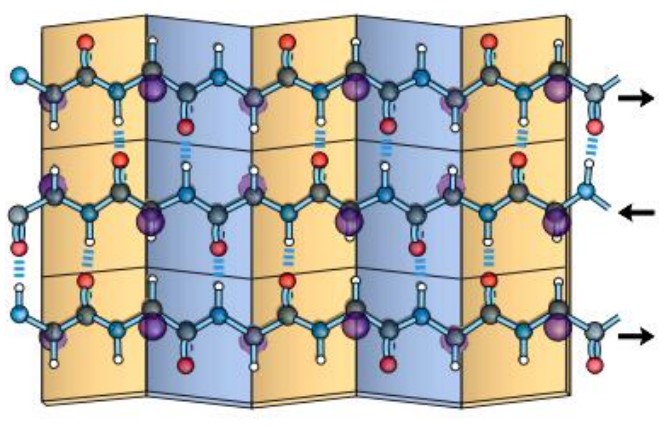
Struktur sekunder dan tersier adalah dua komponen struktur tiga dimensi rantai tunggal polipeptida. Konformasi lokal *backbone* polimer menentukan struktur sekundernya. Struktur sekunder protein mengatur residu asam amino yang berdekatan di dalam segmen polipeptida. Untuk memahami struktur ini, kita perlu memahami sifat geometri ikatan peptida. Struktur sekunder protein terbentuk oleh ikatan hidrogen antara hidrogen amida dan oksigen karbonil di sekitar ikatan peptida protein. Struktur sekunder protein terdiri dari *α-Helix*, α-*Sheet*, loop (ikalan), dan α-turn, yang merupakan struktur yang berulang pada interval yang teratur. Struktur *α-Helix* hanya memiliki satu polipeptida, sedangkan struktur α-*Sheet* dapat melibatan lebih dari satu polipeptida.

*α-Helix*: Struktur sekunder rantai protein yang paling umum, struktur berpilin ke kiri yang disebut *α-Helix* (Gambar 2.6). Ikatan hidrogen sejajar dengan sumbu helix di backbone rantai polipeptida tunggal. Atom O pada gugus C-O dari setiap residu asam amino berikatan hidrogen dengan atom H pada gugus N-H dari residu ke-4 asam amino jika struktur *α-Helix* mulai terbentuk dari ujung N-terminal.

****

**Gambar 2.6 Struktur sekunder protein *α-Helix* (Azhar, 2016)**

*β-Sheet*: Konformasi beta, jenis struktur sekunder protein yang kedua, diperkirakan Pauling dan Corey pada tahun 1951. Rantai polipeptida bahkan saling berdekatan satu sama lain selama konformasi β. Rantai polipeptida yang saling berdekatan disebut "*Sheet*" karena penataan atom pada konformasi. Bagian rantai polipeptida yang hampir sepenuhnya teregang disebut "*strand*". Kumpulan *strand*, yang terdiri dari banyak bagian yang ditata samping ke samping, membentuk *Sheet*. Panjang masing-masing residu pada *strand* adalah sekitar 0,32 sampai 0,34 nm, sedangkan panjang residu asam amino pada helix adalah 0,15 nm. Namun demikian, lapisan distabilkan oleh ikatan hidrogen antara oksigen karbonil dan hidrogen amida pada lapisan berdekatan. Oleh karena itu, daerah struktur beta hampir selalu ditemukan dalam bentuk *Sheet*, dan karena itu dinamakan struktur *β-Sheet*.

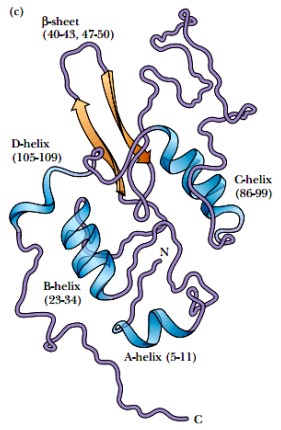


**Gambar 2.7 Struktur sekunder protein *β-Sheet* (Azhar, 2016)**

Loop dan Turn: Rantai polipeptida dapat melipat dan menghasilkan bentuk tiga dimensi dalam struktur aslinya karena hubungan antara helix dan lapisan alfa. Struktur nonrepetitif seperti loop dan turn ditemukan pada sepertiga residu asam amino protein.

* 1. Struktur Tersier Protein

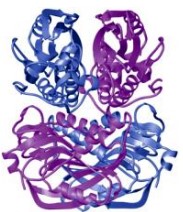
Struktur tersier protein berhubungan dengan pelipatan selanjutnya dari struktur sekunder protein. Struktur tersier protein terbentuk ketika segmen polipeptida terhubung satu sama lain. Ikatan hidrogen, ikatan ionik, dan gaya van der Waals adalah beberapa contoh ikatan non kovalen yang membentuk struktur tersier protein. Interaksi non kovalen ini terjadi antara rantai samping residu asam amino dan ikatan kovalen disulfida.



**Gambar 2.8 Struktur tersier protein (Azhar, 2016)**

* 1. Struktur Quarterner Protein

Beberapa protein memiliki dua atau lebih rantai polipeptida yang sama atau berbeda. Rantai polipeptida ini disebut subunit. Masing-masing subunit terdiri dari polipeptida yang berbeda. Protein multisubunit adalah nama untuk protein tersebut. Monomer adalah protein dengan hanya satu subunit, sedangkan protein multisubunit dapat terdiri dari 2 subunit (dimer), 3 subunit (trimer), 4 subunit (tetramer), atau bahkan lebih dari 4 subunit. Penataan polipeptida-polipeptida pada protein multisubunit dalam struktur tiga dimensi disebut struktur quartener. Struktur quartener berhubungan dengan topologi dan penataan ruang dari dua atau lebih rantai polipeptida. Mereka juga menata subunit protein menjadi protein kompleks yang berfungsi. Ikatan hidrogen, ikatan hidrofobik, dan ikatan elektrostatik adalah beberapa contoh interaksi nonkovalen yang memungkinkan subunit untuk berinteraksi satu sama lain (Azhar, 2016).

****

**Gambar 2.9 Struktur** **quartener protein (Azhar, 2016)**

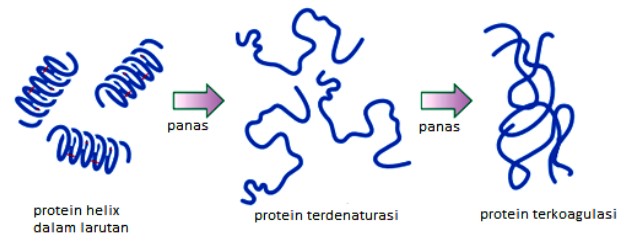
* + 1. **Sifat-Sifat Protein**

1. Protein terbentuk dari gabungan antara asam amino satu sama lain dengan dibantu ikatan peptide.
2. Perbedaan antara asam amino dilihat dari gugus R (rantai samping).
3. Kelarutan dalam air bergantung pada rantai samping asam amino apabila tidak larut dengan air disebut hidrofobik sebaliknya apabila larut dengan air disebut hidrofilik.
4. Dengan pemanasan atau dengan menambah asam atau basa dapat mengalami koagulasi.
5. Dapat mengalami denaturasi yaitu kerusakan atau perubahan struktur tiga dimensi akibat pemanasan (Azhar, 2016).
   * 1. **Denaturasi Protein**

Suhu dan pH yang ekstrim mempengaruhi konformasi protein secara signifikan, menyebabkan molekul protein kehilangan ciri bentuk tiga dimensinya. Perubahan ini menyebabkan penurunan atau kehilangan fungsi protein. Ketika struktur protein globular seperti *α-Helix*, α-*Sheet*, dan pelipatan tersier protein menjadi kacau sempurna, ini disebut denaturasi. Bagaimanapun juga, denaturasi tidak mengubah struktur primer protein. Gambar 2 menunjukkan denaturasi protein dengan struktur *α-Helix*. Suhu, pH, pelarut organik, detergen, logam berat, dan tekanan mekanik adalah semua faktor yang dapat menyebabkan denaturasi dan koagulasi protein.

1. Suhu

Sederhananya, peningkatan suhu meningkatkan kecepatan pergerakan molekul. Ikatan di dalam molekul protein mulai bervibrasi jika suhu terus dinaikkan. Ikatan hidrogen dan interaksi hidrofobik memelihara struktur protein yang rusak. Dengan kata lain, molekul protein yang terdenaturasi kehilangan sifat konformasi tiga dimensinya. Ketika molekul protein tidak dapat melipat dan terjerat, disebut koagulasi. Saat ini, protein tidak dapat larut dan menggumpal dan menjadi padat.



**Gambar 2.10 Denaturasi dan koagulasi protein karena panas (Azhar, 2016)**

1. pH

Semua molekul protein memiliki muatan permukaan total negatif ketika pH larutan protein di atas titik isoelektriknya; sebaliknya, ketika pH larutan protein di bawah titik isoelektriknya, molekul protein memiliki muatan permukaan total positip. Pada titik isoelektrik, molekul protein tidak memiliki muatan permukaan total. Akibatnya, protein tidak kuat menolak satu sama lain dan lebih mudah larut.

1. Pelarut Organik

Pelarut organik polar, seperti 2-propanol, memiliki kemampuan untuk mendenaturasi protein dengan menghancurkan ikatan hidrogen yang ada di dalamnya. Ini terjadi karena daerah nonpolar pelarut mengganggu interaksi hidrofobik di dalam molekul protein, yang mengganggu konformasi protein. Oleh karena itu, larutan alkohol 70% sering digunakan sebagai obat pembersih. Ikatan hidrogen juga terbentuk antara pelarut dan air.

1. Detergen

Detergen memiliki area polar hidrofob atau hidrofilik. Ketika mereka berinteraksi dengan protein, mereka merusak interaksi hidrofobik, yang menyebabkan rantai protein tidak dapat dilipat.

1. Logam Berat

Gugus rantai samping bermuatan negatif dapat mengikat logam berat seperti merkuri (Hg2+) dan timbal (Pb2+). Hal ini menyebabkan protein kehilangan konformasi karena mengganggu jembatan garam antara gugus R residu asam amino dalam rantai protein. Gugus sulfuhidril protein juga dapat mengikat logam berat. Hal ini mungkin mengubah struktur protein tiga dimensi secara signifikan, menyebabkan protein tidak lagi memiliki fungsinya.

1. Gerakan Mekanik

Pengocokan, pukulan, dan goncangan dapat merusak interaksi lemah yang memelihara konformasi protein. Pengocokan putih telur menghasilkan busa yang kaku (Azhar, 2016).

* 1. **Status Gizi**

Zat Gizi adalah ikatan kimia yang diperlukan tubuh untuk melakukan fungsinya, seperti menghasilkan energi, membangun dan memelihara jaringan dan mengatur proses kehidupan. Gizi (nutrisi) adalah proses organisme menggunakan makanan yang dikonsumsi secara teratur melalui proses digesti, absorpsi, transportasi, penyimpanan, metabolisme dan pengeluaran zat-zat yang tidak digunakan untuk mempertahankan kehidupan, pertumbuhan dan fungsi normalnya. Status gizi didefinisikan sebagai tingkat keberhasilan dalam pemenuhan nutrisi berdasarkan berat badan dan tinggi badan. Status gizi juga didefinisikan sebagai keadaan kesehatan tubuh seseorang atau kelompok orang yang disebabkan oleh konsumsi, penyerapan (absorbsi) dan penggunaan makanan. Makanan yang memenuhi kebutuhan gizi tubuh biasanya menyebabkan status gizi memuaskan. Namun, gizi salah dapat didefinisikan sebagai gizi kurang atau gizi lebih.

Kondisi fisik seseorang atau kelompok masyarakat tertentu dipengaruhi oleh status gizi mereka. Bekerja adalah aktivitas fisik yang selalu memerlukan energi dari asupan gizi. Orang dengan status gizi yang baik memiliki kapasitas untuk menyimpan energi lebih baik dan bertahan lebih lama di tempat kerja daripada orang dengan status gizi kurang (Kadir, 2021).

* 1. **Angka Kecukupan Gizi (AKG)**

Menurut Peraturan Mentri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 28 Tahun 2019 tentang Angka Kecukupan Gizi Yang Dianjurkan Untuk Masyarakat dalam satu hari bagi masyarakat rata-rata angka kecukupan protein sebesar 57 gram per orang pada tingkat konsumsi (Kemenkes RI, 2019).

Angka Kecukupan Gizi (AKG) yang tidak memenuhi disebabkan oleh konsumsi energi dan protein yang rendah dalam makanan sehari-hari dan/atau gangguan penyakit tertentu yang disebut dengan keadaan kurang gizi (KEP). Istilah Kurang Energi Protein (KEP) mengacu pada kondisi klinik dengan tingkat sedang hingga berat. KEP yang berat memberikan gambaran pasien hanya terdiri dari kulit yang menutupi tulang dan terlihat seperti tengkorak saat berjalan.

Defisiensi kalori dan protein, yang memiliki berbagai gejala, adalah penyebab langsung dari KEP. Diet adalah salah satu faktor lingkungan yang berperan dalam penyebab KEP, yang merupakan penyakit lingkungan. Teori klasik tentang diet mengatakan bahwa mereka dapat menyebabkan kwashiorkor pada anak-anak jika mereka mengikuti diet yang mengandung cukup energi tetapi protein rendah. Teori lain mengatakan bahwa mengikuti diet tetapi kurang energi dengan zat gizi (esensial) seimbang akan menyebabkan marasmus (Kadir, 2021).

* 1. **Metode Kjeldahl**

Untuk mengetahui berapa banyak protein yang terkandung dalam makanan, metode penetapan kadar protein dengan metode Kjeldahl adalah teknik yang umum digunakan. Metode ini didasarkan pada pengukuran kadar nitrogen total dalam sampel. Kandungan protein dapat dihitung dengan menghitung rasio tertentu antara protein dan nitrogen untuk sampel tersebut. AOAC telah mengakui teknik ini sebagai cara resmi.

Proses penghancuran/destruksi (digestion) dilakukan dengan menambahkan asam kuat (asam sulfat) dan melakukan proses pemanasan. Tahap ini sangat penting karena akan membebaskan nitrogen dari sampel. Untuk meningkatkan titih didih asam dan mempercepat destruksi, potassium atau natrium sulfat dapat ditambahkan. Dengan menambah katalisator seperti tembaga, selenium, atau merkuri, destruksi dapat ditingkatkan kecepatan dan kesempurnaannya. Protein akan pecah selama proses destruksi, dan nitrogen akan diubah menjadi ammonium sulfat. Destruksi harus dilakukan di ruang asap, dengan leher botol menghadap dinding, karena penggunaan katalisator yang sangat beracun dan asam sulfat pekat. Untuk membentuk proses destruksi, aquades dapat ditambahkan, tetapi saat dalam keadaan sudah dingin. Bergantung pada jenis sampel, lama destruksi berbeda. Pada saat proses dekomposisi selesai, larutan harus menjadi bersih tanpa partikel hitam yang tersisa.

Proses destilasi dilakukan setelah proses destruksi. Untuk menetralkan asam sulfat dalam larutan yang mengandung ammonium sulfat, alkali sodium hidroksida pekat ditambahkan (atau campuran sodium hidroksida dan sodium tiosulfat apabila merkuri digunakan sebagai katalisator). Adanya NaOH pekat ini menyebabkan pemisahan ammonium sulfat menjadi gas amoniak. Selama proses destilasi, gas amoniak kemudian menguap dan ditangkap oleh asam borat (H3BO3), membentuk NH4H2BO3.

Senyawa NH4H2BO3 dititrasi pada tahap titrasi dengan menggunakan asam klorida encer, sehingga asam borat terlepas kembali dan terbentuk ammonium klorida. Jumlah asam klorida yang digunakan untuk titrasi setara dengan jumlah gas NH3 yang dibebaskan dari proses destilasi. Dengan menggunakan prinsip stokiometri, kesetaraan akan diperoleh dari 1 mol HCl = 1 mol N = 14 gram N.

Prinsip metode kjeldahl metode penetapan protein terdiri dari oksidasi bahan berkarbon dan konversi nitrogen menjadi amonia. Kemudian, ammonia bereaksi dengan kelebihan asam untuk membentuk amonium sulfat. Setelah larutan menjadi basa, ammonia diuapkan sebelum diserap dalam larutan asam borat. Dengan menggunakan HCl, jumlah nitrigen dalam larutan dapat dititrasi (Yenrina, 2015).

* 1. **Metode Spektrofotometri**
     1. **Pengertian Spektrofotometri**

Spektrofotometri adalah teknik analisis yang menggunakan monokromator prisma atau kisi difraksi dengan detektor fototube untuk mengukur serapan sinar monokromatis oleh lajur larutan berwarna pada panjang gelombang tertentu. Secara sederhana, spektrofotometri adalah teknik untuk mengukur seberapa banyak energi cahaya yang diserap oleh suatu sistem kimia melalui panjang gelombang dan radiasi (Yudono, 2017).

Spetrofotometri UV-Vis mengukur energi cahaya sistem kimia pada panjang gelombang tertentu. Spektrum ultraviolet (UV) dan sinar tampak (visible) masing-masing memiliki panjang gelombang antara 200-400 nm dan 400-750 nm Spektrofotometer UV-Vis sangat digunakan untuk analisis kuantitatif daripada kualitatif karena pengukuran mereka melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis. Dengan mengukur absorban pada panjang gelombang tertentu, hukum Lambert-Beer dapat digunakan untuk mengetahui konsentrasi analit dalam larutan (Farida & Hartanti, 2021).

* + 1. **Prinsip Spektrofotometri**

Hukum Lambert-Beer adalah prinsip kerja spektrofotometri UV-Vis. Ketika monokromatik melalui suatu media (larutan), sebagian cahaya diserap, sebagian dipantulkan dan sebagian lagi dipancarkan. Cahaya yang berasal dari lampu deuterium dan wolfram yang polikromatis diteruskan melalui lensa ke monokromator pada spektrofotometer dan kemudian difilter oleh fotometer. Cahaya yang berasal dari lampu ini kemudian diubah menjadi panjang tertentu. sehingga beberapa cahaya diserap (absorbsi) dan yang lain dilewatkan. Detektor kemudian menerima cahaya yang dilewatkan. Kemudian, ia menghitung cahaya yang diserap oleh sampel dan mengetahui konsentrasi zat dalam sampel (Farida & Hartanti, 2021).

Rumus Hukum Lambert-Beer sebagai berikut (Yudono, 2017):

A = a.b.c

Keterangan:

A = Absorban

a = Absorptivitas

b = Tebal kuvet (cm)

c = Konsentrasi

* + 1. **Komponen Spektrofotometri**

Sumber radiasi, wadah sampel, monokromator, detektor dan amplifier adalah lima komponen utama instrumen spektrofotometer UV-Vis. Sumber radiasi Yang digunakan oleh spektrofotometer adalah lampu wolfarm atau sering disebut lampu tungsten, dan ada juga yang menggunakan lampu deuterinum (lampu hidrogen). Wadah sampel (Cuvet) Spektrofotometer adalah suatu alat yang digunakan sebagai tempat contoh atau cuplikan yang akan dianalisis. Kuvet yang baik untuk spektrofotometer UV-Vis yaitu kuvet dari kuarsa yang dapat melewatkan radiasi daerah ultraviolet. Sel yang baik tegak lurus terhadap arah Sinar untuk meminimalkan pengaruh pantulan radiasi. Selain itu kuvet yang digunakan tidak boleh berwarna. Momokromator adalah alat yang berfungsi untuk mengerakkan cahaya polikromatis menjadi beberapa komponen panjang gelombang tertentu (monokromatis) yang berbeda (terdispersi). Monokromator digunakan sebagai alat penghasil sumber sinar monokromatis. Detektor memberikan respon terhadap cahaya pada berbagai panjang gelombang. Detektor akan mengubah cahaya menjadi sinyal listrik dan selanjutnya akan ditampilkan oleh penampil data dalam bentuk angka digital. Amplifier dibutuhkan pada saat sinyal listrik elektronik yang dilahirkan setelah melewati detektor untuk menguatkan karena penguat dengan resistensi masukan yang tinggi sehingga rangkaian detektor tidak terserap habis yang menyebabkan keluaran yang cukup besar untuk dapat dideteksi oleh suatu alat pengukur.

Dalam spektrum cahaya terdapat warna asli dan warna komplementer, warna asli merupakan warna yang diserap oleh benda, sedangkan warna komplementer merupakan warna yang diteruskan atau warna yang terlihat oleh mata manusia (tampak). Dimana sampel yang akan diuji harus bersifat tembus cahaya dan berwarna. Warna sampel merupakan warna komplementer dari warna yang diserap oleh larutan, spektrum warna yang diserap inilah yang akan dijadikan sebagai salah satu karakteristik dari sampel (Farida & Hartanti, 2021).

* + 1. **Metode Biuret**

Reigler merupakan yang pertama kali mengembangkan metode biuret pada tahun 1914. Salah satu metode terbaik untuk mengetahui kadar protein dalam larutan adalah metode biuret, yang didasarkan pada prinsip bahwa dalam suatu larutan alkali terdapat zat yang mengandung dua atau lebih ikatan peptida (-CO-NH-) yang dapat membentuk kompleks abu-abu dengan garam Cu.

Dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 520 nm, intensitas kompleks berwarna abu-abu dapat diukur sesuai dengan konsentrasi protein, karena ikatan peptida protein akan bereaksi dengan ion Cu2+ untuk membentuk kompleks berwarna abu-abu. Protein pada dasarnya memiliki jumlah ikatan peptida yang sama persatuan berat, nilai absorban tidak tergantung pada jenis protein. Urea (yang memiliki gugus -CO-NH-) dan gula pereduksi yang dapat bereaksi dengan ion Cu2+, adalah dua senyawa lain yang dapat mengganggu reaksi ini (Yenrina, 2015).