

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Tentang Susu

2.1.1. Pengertian Susu

Susu adalah bagian yang sangat penting dari makanan yang kita konsumsi sehari-hari. Hal ini disebabkan karena kandungan nutrisinya yang banyak, susu dapat membantu perkembangan badan.

Susu adalah cairan berwarna putih yang dihasilkan (disekresikan) oleh kelenjar mammaepada semua binatang mamalia. Susu merupakan bahan makanan pokok dan sumber gizi untuk bayi sebelum bisa mencerna makanan lain (Moeljanto, Rini Damayanti, 2002).

2.1.2. Manfaat Susu

Air susu sangat bermanfaat, baik bagi anak sapi maupun manusia. Bagi manusia, air susu merupakan salah satu bahan makanan yang sangat tinggi mutunya karena terdapat gizi dengan perbandingan optimal, sebab :

1. Protein susu mempunyai nilai tinggi akan asam amino essensial.
2. Mudah dicerna.
3. Kaya kalsium dan bahan-bahan lain.

2.1.3. Sifat-Sifat Fisik dan Kimia Air Susu

1. Berat Jenis

Berat jenis air susu berkisar antara 1,0260 - 1,0320 pada suhu 20°C. Tetapi berat jenis air susu ini juga tergantung terhadap kadar lemak dalam susu.

2. pH

pH air susu berkisar antara 6,6 - 6,7 atau sedikit asam. Apabila ada aktivitas mikroba, pH akan terus menurun.

3. Warna

Mempunyai warna putih kebiru-biruan sampai kuning kecoklatan.

4. Rasa dan Flavour

Cita rasa susu sapi agak manis dan asin. Rasa manis berasal dari laktosa, sedangkan rasa agak asin berasal dari klorida, sitrat, dan garam-garam mineral lainnya.

5. Penggumpalan Susu

Penggumpalan merupakan salah satu sifat susu yang khas. Penggumpalan dapat disebabkan oleh penambahan asam dan garam, panas, aktivitas enzim rennin, pembekuan (Almtsier, Sunita 2003)

2.1.4. Komposisi kimiawi Susu

1. Protein

Protein merupakan bahan pangan penting sebagai penyusun komponen-komponen sel, terutama dalam proses pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup. Protein yang ada dalam susu sebagian besar adalah kasein (76%) dan whey protein yang terdiri dari laktalbumin, laktoglobulin (18%), serta sisanya 6% non protein nitrogen (npn) (Susilorini, Tri Eko, 2006). Protein susu yang terdiri dari protein kasein dan whey, memiliki berbagai manfaat fungsional bagi orang dewasa, antara lain sebagai pemelihara metabolisme tubuh (α -laktalbumin), anti-hipertensi, anti-kanker, pertahanan tubuh terhadap bakteri dan virus (β -laktoglobulin, immunoglobulin, laktoferin), anti-patogenik (β -laktoglobulin),

sumber prebiotik (glukomakropeptida), sumber kalsium dan lain-lain (Astawan, made, 2008). Kasein adalah komponen protein utama susu. Kandungan kasein dalam dalam protein susu sapi mencapai 80%, sedangkan 20% sisanya berupa whey. Kasein merupakan fraksi padat dari susu, sedangkan whey merupakan fraksi cair. Peran fisiologis yang dimiliki oleh kasein adalah sebagai penyedia asam-asam amino yang dibutuhkan bagi pertumbuhan, terutama bagi bayi baru lahir. Asam-asam amino dibutuhkan untuk menyusun protein yang berfungsi sebagai pembentuk sel dan jaringan.

Kadar kasein pada susu sapi segar adalah 26 g/liter, sedangkan pada air susu ibu (ASI) mencapai 2,5 g/liter. Itulah sebabnya ASI hanya cukup untuk memenuhi kebutuhan protein bayi hingga usia 4 bulan. Di atas usia tersebut, ASI sudah harus dilengkapi dengan MP-ASI (Makanan Pendamping ASI). Whey merupakan salah satu komponen protein susu. Walaupun jumlahnya tidak sebanyak kasein, tetapi peranannya sangat besar bagi kesehatan. Mengingat whey terdapat pada bagian cair dan susu maka kelebihan susu cair segar dibandingkan dengan susu bubuk adalah kandungan whey-nya yang jauh lebih banyak. Proses pengeringan susu cair menjadi susu bubuk, menurunkan kadar whey beserta manfaat yang terkandung di dalamnya. Protein whey ini sangat sensitif terhadap pemanasan di atas 60°C yang dapat menyebabkan terjadinya denaturasi. Denaturasi protein whey ditandai dengan kehilangan daya larut pada pH 4,6 - 5,4.

2. Lemak Susu

Lemak merupakan komponen susu yang penting seperti halnya protein. Lemak dapat memberikan energi lebih besar daripada protein maupun karbohidrat.

3. Hidrat Arang

Dalam susu, hidrat arang paling banyak terdapat dalam bentuk gula disakarida, yaitu laktosa.

4. Garam-garam Mineral

Susu mengandung berbagai macam garam mineral, antara lain : kalsium, kalium, fosfat, dan klorin.

5. Vitamin

Susu mengandung vitamin-vitamin yang larut dalam lemak (A, D, E, dan K) juga berbagai vitamin yang larut dalam air.

6. Air

Komponen terbanyak dalam susu adalah air.

7. Enzim

Enzim adalah katalisator biologik yang dapat mempercepat reaksi kimiawi. Susu mengandung beberapa enzim antara lain : lipase, peroksidase, fosfatase, katalase, galaktase, dehidrogenase, dan lactase (Hadiwiyoto, 2004).

Tabel 2.1 Perbandingan Komposisi Susu Segar Beberapa Mamalia Per 100 ml

| Nutrisi | Susu Kerbau | Susu Sapi | Susu Kambing | Susu Manusia |
|-------------------------------|--------------------|------------------|---------------------|---------------------|
| Protein (g) | 4,3 | 3,2 | 3,3 | 1,1 |
| Lemak (g) | 6,5 | 4,1 | 4,5 | 3,4 |
| Karbohidrat (g) | 5 | 4,4 | 4,6 | 7,4 |
| Energy (kkal) | 117 | 67 | 72 | 65 |
| Kalsium (mg) | 210 | 250 | 170 | 28 |
| Fosfor (mg) | 130 | 90 | 120 | 11 |
| Zat Besi (mg) | 0,2 | 0,2 | 0,3 | - |
| Tiamin (mg) | 0,04 | 0,05 | 0,05 | 0,02 |
| Riboflavin (mg) | 0,10 | 0,19 | 0,04 | 0,02 |
| Vitamin C (mg) | 1 | 2 | 1 | 3 |
| Vitamin B ₁₂ (mcg) | 0,14 | 0,14 | 0,05 | 0,02 |

(Astawan, made, 2008)

2.1.5. Jenis Susu Yang Dapat Diberikan Pada Bayi

Pemilihan jenis susu yang akan diberikan pada bayi tergantung dari ketersediaannya, harganya, bahaya kontaminasi terhadap susu selama menyiapkannya dan keawetannya. Berdasarkan jenisnya, susu dapat dibedakan sebagai berikut :

1. Susu Penuh Cair (*Liquid Whole Milk*)

a. Susu Sapi

Sebelum diminumkan kepada bayi susu sapi ash dimasak terlebih dahulu. Susu harus dididihkan dan terus menerus diaduk untuk menghancurkan bakteri pathogen dan untuk membuatnya lebih mudah dicerna. Susu penuh harus diencerkan sebelum diberikan kepada bayi yang baruberumur satu atau dua bulan, dengan tujuan untuk mengurangi kadar zat padat yang dapat membahayakan ginjal bayi yang masih muda.

b. Susu Kerbau

Perlakuan sebelum diminum sama seperti halnya susu sapi. Kandungan lemaknya yang sangat tinggi dapat dikurangi dengan cara mendidihkan, mendinginkan dan membuang lemaknya yang mengapung di permukaan.

2. Tepung Susu Penuh (*Whole Milk Powder*)

Jenis susu ini tahan lama disimpan, tetapi dapat terkontaminasi setelah kalengnya dibuka. Harus disiapkan dengan air matang yang bersih. Setelah dibuka, tutup kembali kaleng susu baik-baik untuk menghindari kontaminasi dan pengerasan susu, dan simpan di tempat yang sejuk.

3. Tepung Susu Skim (Tanpa Lemak / Kadar Lemak Rendah)

Susu yang kandungan energi dan lemaknya rendah serta tidak mengandung Vitamin A dan D (kecuali ditambahkan).

4. Susu Kental Penuh (*Condensed Whole Milk*) dan *Filled Milk*

Susu kental adalah air susu yang sebagian airnya dihilangkan (diuapkan).

5. Yoghurt atau Susu Asam

Untuk mengkonsumsi yoghurt gunakan jenis yang terbuat dari susu penuh. Yoghurt ini mengandung kadar laktosa yang lebih rendah dibandingkan susu segar. Lebih mudah dicerna dan diserap. Menghambat pertumbuhan mikroba patogen dalam usus. Dapat disimpan lebih lama pada suhu ruang dibandingkan dengan susu segar.

6. Susu Formula

Produk ini berupa tepung susu (umumnya sapi) yang telah diformulasikan sedemikian rupa sehingga dapat memenuhi kebutuhan bayi akan zat-zat gizi. Untuk mengkonsumsinya hanya diperlukan penambahan air matang bersih. Komposisinya bervariasi tergantung pada industri pembuatnya, tetapi umumnya mendekati tepung susu penuh (Deddy, 2006).

2.2. Tinjauan Tentang Susu Formula

2.2.1. Pengertian Susu Formula

Penemuan-penemuan dalam bidang biologi pada abad ke-19, seperti proses pemanasan susu sapi untuk diminum, merupakan awal dari pembuatan susu formula. Susu sapi untuk bayi yang pertama-tama dipasarkan pada tahun 1867 oleh ahli kimia Jerman von Liebig, dinamakan “makanan bayi komplet” (Suhardjo, 2005).

Susu formula adalah susu sapi yang sudah disesuaikan dengan kebutuhan gizi bayi (Nadesul, hendarwan, 2008). Susu formula berupa produk tepung susu (umumnya sapi) yang telah diformulasi sedemikian rupa sehingga dapat memenuhi kebutuhan bayi akan zat-zat gizi. Dalam pembuatan susu formula hanya diperlukan penambahan air matang bersih. Produk ini harganya mahal, sehingga ada kecenderungan untuk mengencerkannya, sehingga jumlah zat gizi yang terkandung di dalamnya menjadi tidak memenuhi kebutuhan bayi (Deddy, 2006).

2.2.2. Macam-macam Susu Formula

Susu bayi dikenal juga dengan sebutan susu formula, karena berasal dari susu sapi yang diformulasi sedemikian rupa sehingga komposisinya mendekati ASI. Di Indonesia beredar berbagai macam susu formula dengan berbagai merek dagang, akan tetapi dapat dibagi menjadi 3 golongan, sebagai berikut :

1. Susu Formula “Adapted”

“Adapted” berarti disesuaikan dengan keadaan fisiologis bayi. Susu formula ini komposisinya sangat mendekati ASI, sehingga cocok untuk digunakan bagi bayi baru lahir sampai berumur 4 bulan. Contoh susu formula “adapted” antara lain :Vitalac, Nutrilon, Nan, Bebelac, Dumexsb, dan Enfamil.

2. Susu Formula “Complete Starting”

Susu formula ini susunan zat gizinya lengkap dan dapat diberikan sebagai formula permulaan. Berbeda dengan susu formula “adapt-ed”, kadar protein susu formula ini lebih tinggi. Demikian pula kadarmineralnya lebih tinggi dibandingkan dengan susu formula “adapted”. Untuk menghemat biasanya bayi diberi formula “adapted” sampai berumur tiga bulan, kemudian dilanjutkan

dengan susu formula ini. Contoh Susu Formula “complete starting” antara lain : SGM 1, Lactogen 1, dan New Camelpo.

3. Susu Formula “Follow-Up”

Pengertian “Follow-up” dalam susu formula ini adalah lanjutan, yaitu menggantikan susu formula yang sedang digunakan dengan susu formula ini. Susu formula ini diperuntukkan bagi bayi berumur 6 bulan ke atas. Contoh susu formula “follow-up” antara lain : Lactogen-2, SGM-2, Chilmil, Promil, dan Nutrima (Deddy, 2006).

4. Spesial formula (formula diet)

Susu special formula ini mempunyai beberapa jenis kategori, yaitu

a. Susu Bebas Laktosa

Susu ini untuk bayi yang mengalami intoleransi laktosa, dimana kondisi pencernaan bayi tidak tahan terhadap laktosa.

b. Susu dengan Protein Hidrolisate dan lemak sederhana

Susu ini ditujukan untuk bayi dengan diare akut / kronis

c. Susu Formula Bayi Prematur dan BBLR

(Berat Badan Lebih Rendah <2500gr).

d. Susu Penambah Energi

Susu ini dikategorikan sebagai menu tambahan atau pelengkap. Bisa dikatakan juga sebagai pengganti makanan, karena kandungan gizinya cukup komplet. Biasanya diberikan pada anak yang sulit makan dan nafsu makannya kurang (Febri, Ayu Bulan, 2008).

2.2.3. Porsi Pemberian Susu Formula

Tabel 2.2 Porsi Pemberian Susu Formula

| Usia Bayi | Porsi Pemberian |
|------------------|--|
| 0-3 bulan | Sekitar 60-90 ml, diberikan kapan saja setiap kali bayi lapar. |
| Di atas 3 bulan | Sekitar 180 ml, diberikan setiap 2-3 jam. |
| Di atas 6 bulan | Sekitar 200 ml diberikan 2 kali sehari karena bayi telah mendapatkan MP ASI / makanan padat. |

(Febry, ayu bulan, 2008).

2.2.4. Karakteristik Fisik Susu Formula

Susu formula yang beredar di masyarakat, umumnya terdiri dari campuran emulsi lemak, protein, karbohidrat, vitamin, mineral, dan ditambahkan zat stabilisator. Karena adanya zat stabilisator ini, lemak tidak memisah dari campuran itu. Dan karena lemak terlebih dahulu diemulsikan, maka lemak dapat larut dalam air bersama zat-zat gizi lainnya.

Macam-macam zat stabilisator yang dapat digunakan untuk makanan bayi, yaitu carrageenan, guar gum, phosphate distarch, phosphate lecithin, dan glyceride. Hal lain yang penting untuk diperhatikan adalah osmolitas. Pada susu sapi dan susu kedelai, zat-zat mineral dan karbohidrat adalah penentu dari osmolitas ini. Larutan dengan osmolitas tinggi akan menghasilkan gangguan pada usus halus, sehingga terjadi diare atau mungkin pula juga dehidrasi, karena terjadi ketidakseimbangan elektrolit. Atas dasar pertimbangan tersebut *Committee on Nutrition of the American Academy of Pediatrics* menetapkan tingkat osmolitas pada susu formula tidak lebih dari 400 m Osm per liter (Suhardjo, 2005).

2.2.5. Nilai Gizi Susu Formula

Dalam situasi ASI versus susu formula, ASI merupakan suatu makanan bayi yang tidak adaandingannya. Pada usahawan yang memproduksi susu formula juga menyadari bahwa ASI adalah makanan yang paling baik dan paling cocok untuk bayi, karena itu segala usaha sekarang ditujukan bagaimana memproduksi susu formula mendekati komposisi ASI.

Formon yang merupakan salah seorang ahli yang dianggap menguasai bidang makanan bayi dewasa ini menyarankan bahwa susu formula harus dapat memenuhi 7-16 % kalori dari protein, 30-55 % kalori dari lemak, paling sedikit satu persen kalori berasal dari asam linoleik, dan sisanya dari karbohidrat.

Tabel 2.3 Komposisi Zat-zat Gizi dalam Susu Formula Yang Dinyatakan Memenuhi Pearataner 100 Kalori

| Zat Gizi | Minimal | Maksimal |
|--------------------------------------|---------|----------|
| Protein (g) | 1,8 | 4,5 |
| Lemak (g) | 3,3 | 6,0 |
| Asam Lemak Essensial (linoleik) (mg) | 300,0 | |
| Vitamin A (IU) | 250,0 | 750,0 |
| Vitamin D (IU) | 40,0 | 100,0 |
| Vitamin K (ug) | 4,0 | 40,0 |
| Vitamin E (IU) | 0,7 | |
| Vitamin C (mg) | 8,0 | |
| Vitamin BI (ug) | 40,0 | |
| Vitamin B2 (ug) | 60,0 | |
| Vitamin B6 (ug) | 35,0 | |
| Vitamin Bt2 (ug) | 0,15 | |
| Asam Folat (ug) | 4,0 | |
| Kalsium (mg) | 50,0 | |
| Fosfor (mg) | 25,0 | |
| Magnesium (mg) | 6,0 | |
| Zat besi (mg) | 0,15 | |
| Iodium (ug) | 5,0 | |
| Seng (mg) | 0,5 | |
| Natrium (mg) | 20,0 | |
| Kalium (mg) | 80,0 | 200,0 |
| Khlorida (mg) | 55,0 | 150,0 |

(Suhardjo, 2005).

2.3. Tinjauan Tentang Protein

2.3.1. Pengertian Protein

Istilah protein berasal dari kata Yunani *Proteos*, yang berarti yang utama atau yang didahulukan. Kata ini diperkenalkan oleh seorang ahli kimia belanda, Gerardus Mulder (1802-1808). Protein adalah bagian dari semua sel hidup dan merupakan bagian terbesar tubuh sesudah air. Seperlima bagian tubuh adalah protein, separuhnya ada di dalam otot, seperlima di dalam tulang, dan tulang rawan, sepersepuluh di dalam kulit, dan selebihnya di dalam jaringan lain dan cairan tubuh.

Protein juga dapat diartikan sebagai molekul makro yang mempunyai berat molekul antara lima ribu hingga beberapa juta. Protein terdiri atas rantai-rantai panjang asam amino, yang terikat satu sama lain dalam ikatan peptide. Asam amino terdiri atas unsur-unsur C, H, O, dan N. Unsur nitrogen adalah unsur utama protein, karena terdapat di dalam semua protein akan tetapi tidak terdapat di dalam karbohidrat dan lemak.

Protein mempunyai fungsi khas yang tidak dapat digantikan oleh zat gizi lain, yaitu membangun serta memelihara sel-sel dan jaringan tubuh (Almatsier, Sunita, 2003).

Menurut sumbernya protein dibagi menjadi 2, yaitu protein hewani dan protein nabati. Protein hewani adalah protein yang berasal dari hewan, sedangkan protein nabati adalah protein yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Pada umumnya protein hewani mempunyai mutu lebih tinggi daripada protein nabati, dengan kandungan asam amino esensial yang lebih banyak. Tetapi pada umumnya protein hewani harganya lebih mahal daripada protein nabati dan sering sekali

tidak terjangkau oleh masyarakat yang berpendapatan rendah (Handajani, Sri, 2014).

Menurut macam asam amino yang membentuknya, protein dapat digolongkan sebagai berikut :

1. Protein Sempurna (*Complete Protein*)

Protein yang mengandung asam-asam amino essensial lengkap baik macam maupun jumlahnya, sehingga dapat menjamin pertumbuhan dan mempertahankan kehidupan jaringan yang ada. Umumnya, protein hewani merupakan protein sempurna dan mempunyai nilai biologis yang tinggi, misalnya kasein pada susu, albumin pada putih telur.

2. Protein Tidak Sempurna (*Incomplete Protein*)

Protein yang tidak mengandung atau sangat sedikit berisi satu atau lebih asam-asam amino essensial. Protein ini tidak dapat menjamin pertumbuhan dan mempertahankan kehidupan jaringan yang ada, contohnya zein pada jagung dan protein nabati lainnya.

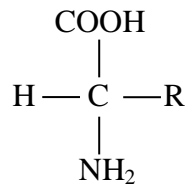
3. Protein Kurang Sempurna (*Partially Complete Protein*)

Protein ini mengandung asam amino essensial yang lengkap, tetapi beberapa di antaranya hanya sedikit. Protein ini tidak dapat menjamin pertumbuhan, tetapi dapat mempertahankan kehidupan jaringan yang sudah ada, contohnya legumin pada kacang-kacangan dan gliadin pada gandum (Suhardjo, 2009).

2.3.2. Asam Amino

Asam-asam amino yang terdapat dalam protein adalah asam a-aminokarboksilat, yaitu gugus karboksil dan amino terikat pada atom karbon yang sama (Fessenden, 2005). Asam amino terdiri atas atom karbon (C) yang terikat

pada satu gugus karboksil (-COOH), satu gugus amino (-NH₂), satu atom hidrogen (-H) dan satu gugus radikal (-R) atau rantai cabang, sebagaimana tampak pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Struktur asam amino (Fessenden, 2005).

Yang membedakan asam amino satu sama lain adalah rantai cabang atau gugus R-nya. R berkisar dari satu atom hidrogen (H) sebagaimana terdapat pada asam amino yang paling sederhana yaitu glisin ke rantai karbon yang lebih panjang, yaitu hingga tujuh atom karbon (Almatsier, Sunita, 2003).

Asam amino tidak selalu bersifat seperti senyawa-senyawa organik. Misalnya, titik lelehnya di atas 200°C, sedangkan kebanyakan senyawa organik dengan bobot molekul sekitar itu berupa cairan pada temperatur kamar. Asam amino larut dalam air dan pelarut polar lain, tetapi tidak larut dalam pelarut nonpolar seperti dietil eter atau benzena. Asam amino kurang bersifat asam dibandingkan sebagian besar asam karboksilat dan kurang basa dibandingkan sebagian besar amina (Fessenden, 2005).

1. Klasifikasi asam amino menurut gugus asam dan basa

Klasifikasi asam amino menurut jumlah gugus asam (karboksil) dan basa (amino) yang dimiliki, dibagi menjadi :

a. Asam amino netral

Asam amino yang mengandung satu gugus asam dan satu gugus amino.

b. Asam amino asam

Asam amino yang mempunyai kelebihan gugus asam.

c. Asam amino basa

Asam amino yang mempunyai kelebihan (Almatsier, sunita, 2003).

2. Klasifikasi asam amino menurut essensial dan tidak essensial

Dr. Rose, peneliti terkemuka membedakan asam amino ini ke dalam 3 golongan yaitu asam amino “Essensial, Semi Essensial, Non-Essensial”.

a. Asam Amino Essensial

Asam amino ini tidak dapat dibentuk oleh tubuh sendiri. Asam amino ini sangat diperlukan tubuh dan harus disuplai dalam bentuk jadi dalam menu yang dimakan sehari-hari.

b. Asam Amino Semi Essensial

Beberapa asam amino dapat menghemat pemakaian beberapa asam amino essensialakan tetapi tidak sempurna menggantikannya. Contohnya : sistim dapat menghemat pemakaian methionin. Definisi semi essensial dapat pula diartikan asam amino ini dapat menjamin proses kehidupan jaringan orang dewasa, tetapi tidak mencukupi untuk pertumbuhan anak-anak.

c. Asam Amino Non-Essensial

Asam-asam amino ini dapat disintesa tubuh sepanjang bahan dasarnya memenuhi bagi pertumbuhannya. Kesimpulannya, semua asam amino diperlukan tubuh untuk kelangsungan proses fisiologis normal tubuh, tetapi 8-10 macam di antaranya perlu didapat dalam bentuk jadi dari menu sehari-hari (Suhardjo, 2009).

Tabel 2.4 Klasifikasi Asam Amino

| Asam Amino Essensial | Asam Amino Semi Essensial | Asam Amino Non Essensial |
|-----------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Isoleusin | Arginin | Asam Glutamat |
| Leusin | Histidin | Asam Hidroksi Glutamat |
| Lisin | Titrosin | Asam Aspartat |
| Metionin | Sistin | Alanin |
| Fenilalanin | Glisin | Prolin |
| Treonin | Serin | HidroksiProlin |
| Triptopan | | Neuleusin |
| Valin | | Sitrulin |
| | | HidroksiGlisin |

(Osborne&mendell)

2.3.3. Sumber Protein

Bahan makanan hewani merupakan sumber protein yang baik, dalam jumlah maupun mutu, seperti telur, susu, daging, unggas, ikan. Sumber protein nabati adalah kacang kedelai dan hasilnya, seperti tempe, dan tahu serta kacang-kacangan lain. Kacang kedelai merupakan sumber protein nabati yang mempunyai mutu atau nilai biologis tertinggi.

Padi-padian dan hasilnya relatif rendah dalam protein, tetapi karena dimakan dalam jumlah banyak, memberi sumbangan besar terhadap konsumsi protein sehari. Menurut catatan Biro Pusat Statistik tahun 2002, rata-rata 51,4 % konsumsi protein penduduk sehari-hari berasal dari padi-padian.

Bahan makanan hewani kaya dalam protein bermutu tinggi, tetapi hanya merupakan 18,4% konsumsi protein rata-rata penduduk Indonesia. Bahan makanan nabati yang kaya dalam protein adalah kacang-kacangan. Kontribusinya rata-rata terhadap konsumsi protein hanya 9,9 %. Sayur dan buah-buahan rendah dalam protein, kontribusinya rata-rata terhadap konsumsi protein adalah 5,3 %. Gula, lemak, dan minyak murni tidak mengandung protein (Almatsier, S 2003).

2.3.4. Klasifikasi Protein

Secara kasar protein dapat dikategorikan menurut tipe fungsionalnya, sebagai berikut :

1. Protein Bentuk Serabut

Protein berbentuk serabut terdiri atas beberapa rantai peptida berbentuk spiral yang terjalin satu sama lain sehingga menyerupai batang kaku. Karakteristik protein bentuk serabut adalah rendahnya daya larut, mempunyai kekuatan mekanis yang tinggi dan tahan terhadap enzim pencernaan. Contoh dari protein bentuk serabut ini adalah : kolagen, elastin, keratin, dan myosin (Almatsier, Sunita, 2003).

Protein serat atau yang disebut juga dengan protein struktural ini merupakan protein yang membentuk kulit, otot, dinding pembuluh darah, dan rambut (Fessenden, 2005).

2. Protein Globular

Protein globular berbentuk bola, terdapat dalam cairan jaringan tubuh. Protein ini larut dalam larutan garam dan asam encer, mudah berubah dibawah pengaruh suhu, konsentrasi garam serta mengalami denaturasi. Contoh dari protein globular adalah : albumin, globulin, histon, dan protamin

3. Protein Konjugasi

Protein sederhana yang terikat dengan bahan-bahan non asam amino (gugus prostetik). Contoh dari protein konjugasi adalah : Nukleoprotein, lipoprotein, fosfoprotein, metaloprotein (Almatsier, Sunita, 2003).

2.3.5. Fungsi Protein

Protein mempunyai beberapa fungsi bagi tubuh, antara lain sebagai berikut

1. Pertumbuhan dan Pemeliharaan

Pertumbuhan atau penambahan otot hanya mungkin bila tersedia cukup campuran asam amino yang sesuai termasuk untuk pemeliharaan dan perbaikan.

2. Pembentukan Ikatan-ikatan Essensial Tubuh

Hormon-hormon seperti tiroid, insulin, dan epinefrin adalah protein, demikian pula berbagai macam enzim. Ikatan-ikatan ini bertindak sebagai katalisator atau membantu perubahan-perubahan biokimia yang terjadi didalam tubuh. Dalam hal kekurangan protein, tubuh memprioritaskan pembentukan ikatan tubuh yang vital ini.

3. Mengatur Keseimbangan Air

Cairan tubuh terdapat dalam intraseluler (di dalam sel), ekstraseluler (di luar sel), dan intravaskuler (di dalam pembuluh darah). Distribusi cairan harus dijaga dalam keadaan seimbang. Keseimbangan ini diperoleh melalui sistem kompleks yang melibatkan protein dan elektrolit. Penumpukan cairan dalam jaringan disebut oedema dan merupakan tanda awal dari kekurangan protein.

4. Memelihara Netralitas Tubuh

Protein bertindak sebagai buffer, yaitu bereaksi dengan asam dan basa untuk menjaga pH pada taraf konstan (pH 7,35 - 7,45).

5. Pembentukan Antibodi

Kemampuan tubuh untuk melakukan detoksifikasi terhadap bahan-bahan racun dikontrol oleh enzim-enzim yang terutama terdapat dalam hati. Dalam keadaan kekurangan protein kemampuan tubuh untuk menghalangi pengaruh

toksik bahan-bahan racun ini berkurang, sehingga seorang yang menderita kekurangan protein lebih rentan terhadap bahan-bahan racun, obat-obatan, dan bahan asing lain yang memasuki tubuh.

6. Mengangkut Zat-zat Gizi

Protein memegang peranan penting dalam mengangkut zat gizi dari saluran cerna ke dalam darah, dari darah ke jaringan, dan melalui membran sel ke dalam sel. Alat angkut protein ini dapat bertindak secara khusus, misalnya protein pengikat retinol yang hanya mengangkut Vitamin A atau dapat mengangkut beberapa jenis zat gizi seperti mangan dan zat besi yaitu transferin. Atau mengangkut lipida dan bahan sejenis lipida yaitu lipoprotein.

7. Sumber Energi

Sebagai sumber energi, protein ekuivalen dengan karbohidrat, karena menghasilkan 4 kkal / g protein. Namun protein sebagai sumber energi relatif lebih mahal, baik dalam harga maupun-dalam jumlah energi yang dibutuhkan untuk metabolisme energi (Almatsier, sunita, 2003).

2.3.6. Sifat-Sifat Protein

1. Dalam Larutan

Beberapa protein dapat larut dalam air, sedang lainnya memerlukan larutan garam encer, pelarut organik, asam dan basa sebagai pelarutnya. Protein lainnya seperti keratin rambut dan kulit tidak dapat larut dalam system berair (Almatsier, sunita, 2003).

2. Asam Basa

Sifat asam basa suatu protein dalam larutan sebagian besar ditentukan oleh gugus R asam amino yang dapat berionisasi. Seperti pada asam amino bebas, protein juga mempunyai titik isoelektris, pada titik isoelektrisnya protein tidak dapat bergerak bila diletakkan dalam medan listrik, keadaan dibawah titik isoelektris protein bermuatan positif (+) dalam suasana asam, sedangkan dalam suasana basa, keadaan diatas titik isoelektrisprotein bermuatan negatif (-) (Eko,2006).

3. Denaturasi

Protein dapat mempertahankan kesesuaian bentuknya asalkan lingkungan fisik dan kimianya dipertahankan. Jika lingkungan berubah, maka protein dapat terurai atau mengalami perubahan sifat. Paparan singkat pada suhu yang tinggi (di atas 60°C) atau paparan pada asam atau basa kuat dalam periode waktu yang lama akan menyebabkan denaturasi karena ikatan hidrogen ruptur.

Berdasarkan kamus gizi denaturasi protein adalah suatu proses kimia maupun fisika yang mengubah kondisi alamiah protein. Denaturasi juga dapat diartikan sebagai suatu perubahan / modifikasi terhadap struktur sekunder, tersier, dan kuartener terhadap molekul protein tanpa terjadinya pemecahan ikatan-ikatan kovalen. Terjadinya denaturasi ini tergantung pada keadaan molekul pada rantai peptide dan pada bagian-bagian molekul yang tergabung dalam ikatan sekunder. Ikatan-ikatan yang dipengaruhi oleh proses denaturasi adalah ikatan hydrogen, ikatan hidrofobik, ikatan ionic antara gugus bermuatan positif dan negative, ikatan

intramolekuler.

Molekul yang mengalami denaturasi menunjukkan perubahan fisik dan kehilangan kapasitas fungsionalnya. Adapun perubahan fisik terlihat mulai dari flokulasi yang memperlihatkan cloudiness (seperti awan dalam larutan) disusul oleh koagulasi dan presipitasi. Penyebab denaturasi adalah panas, logam, asam, bass, radiasi, pengadukan, ultrasonik, sinar UV, zat organik, dan enzim.

Denaturasi protein meliputi pengembangan rantai peptida dan pemecahan protein menjadi unit yang lebih kecil tanpa disertai pengembangan molekul. Pengembangan atau pemekaran molekul protein yang terdenaturasiakan membuka gugus reaktif yang berada pada rantai polipeptida. Selanjutnya akan terjadi pengikatan kembali pada gugus reaktif yang sama atau berdekatan. Bila unit kimia yang terbentuk cukup banyak sehingga protein tidak lagi terdispersi sebagai suatu koloid, maka protein tersebut mengalami koagulasi. Apabila ikatan-ikatan antara gugus reaktif protein tersebut menahan seluruh cairan, akan terbentuklah gel sedangkan bila cairan terpisah dan protein yang terkoagulasi itu maka protein akan mengendap. Protein yang terdenaturasi akan berkurang kelarutannya (Setyorini, 2011).

2.3.7. Akibat Kekurangan Protein

Kekurangan protein banyak terdapat pada masyarakat sosial ekonomi rendah. Kekurangan protein murni pada stadium berat menyebabkan kwashiorkor pada anak-anak di bawah lima tahun (balita). Kekurangan protein juga sering ditemukan secara bersamaan dengan kekurangan energy yang menyebabkan kondisi yang dinamakan marasmus. Sindroma gabungan antara kwashiorkor dan

marasmus dinamakan energy- Protein Malnutrition / EPM atau Kurang Energi-Protein / KEP atau Kurang Kalori-Protein / KKP (Almatsier, sunita 2003).

1. Kurang Energi-Protein / KEP

Keadaan kurang energi - protein (KEP) disebabkan oleh kurangnya konsumsi energy dan protein yang terjadi dalam waktu yang cukup lama. Keadaan ini akan lebih cepat terjadi bila bayi menderita diare atau penyakit infeksi lainnya.

Tanda-tanda klinis KEP adalah badan menjadi kurus, jaringan lemak mulai terasa lunak dan otot-otot tidak kencang, dan ini biasanya tampak bila papaa bagian dalam diraba. Penyusutan otot mudah terlihat pada bagian lengan atas serta bahu bagian atas dan belakang. Biasanya KEP disertai dengan keadaan perut yang membesar (buncit). Bayi menjadi kurang responsif dan mengarah kepada apatis, serta perkembangan kepandaian lebih lambat dibandingkan dengan bayi normal (Deddy, 2006).

2. Kwashiorkor

Kwashiorkor lebih banyak terdapat pada usia dua hingga tiga tahun yang sering terjadi pada anak yang terlambat menyapih sehingga komposisi zat gizi makanan tidak seimbang terutama dalam hal protein. Gejalanya adalah pertumbuhan terhambat, otot-otot berkurang dan melemah, edema, muka bulat seperti bulan (moonface) dan gangguan psikomotor. Edema terutama pada perut, kaki, dan tangan merupakan cirri khas kwashiorkor. Anak akan menjadi apatis, tidak ada nafsu makan, tidak gembira dan suka merengek. Kulit mengalami depigmentasi, keying, bersisik, pecah-pecah, dan dermatosis. Luka sukar sembuh. Rambut mengalami depigmentasi, menjadi lurus, kusam, halos, dan mudah rontok (rambut jagung) (Almatsier, sunita. 2003).

3. Marasmus

Marasmus berasal dari bahasa Yunani yang berarti wasting / merusak. Marasmus pada umumnya merupakan penyakit pada bayi (dua bulan pertama), karena terlambat diberi makanan tambahan. Penyakit ini terjadi karena penyapihan mendadak, formula pengganti ASI terlalu encer dan tidak higienis atau sering terkena infeksi terutama gastroenteritis. Marasmus berpengaruh jangka panjang terhadap mental dan fisik yang sukar diperbaiki. Gejala dari marasmus adalah pertumbuhan terhambat, lemak di bawah kulit berkurang serta otot-otot berkurang dan melemah. Berkurangnya otot dan lemak dapat diketahui dari pengukuran lingkar lengan, lipatan kulit daerah bisept, trisept, skapula, dan umbilikal. Anak akan menjadi apatis dan terlihat seperti sudah tua. Tidak ada edema, tetapi kadang-kadang terjadi perubahan pada kulit, rambut, dan pembesaran hati. Anak sering kelihatan waspada dan lapar. Sering terjadi gastroenteritis yang diikuti oleh dehidrasi, infeksi saluran pernafasan, tuberkulosis, cacangan berat dan penyakit kronis lain (Almatsier, Sunita, 2003).

2.4 Air mendidih

Mendidih adalah peristiwa penguapan zat cair yang terjadi di seluruh bagian zat cair tersebut. Peristiwa ini dapat dilihat dengan munculnya gelembung-gelembung yang berisi uap air dan bergerak dari bawah ke atas dalam zat cair. Air dapat mendidih di bawah titik didih normalnya. Karena disiram dengan air dingin, maka tekanan di atas permukaan air di dalam labu berkurang akibat sebagian uap mengembun. Prinsip menaikkan titik didih suatu zat dengan memperbesar tekanan digunakan untuk pembuatan panci pressure cooker (panci tekan). Dengan ditutup rapat, air dalam panci tekan dapat mendidih di atas 100°C.

Hal ini disebabkan tekanan udara dalam panci tekan menjadi lebih besar.

2.5 Air Dispenser

Dispenser adalah sebuah alat yang dipergunakan untuk menyimpan air minum, menggantikan fungsi daripada alat rumah tangga sejenis yang sebelumnya sudah ada yaitu teko, ceret, termos, tetapi sebagai pengembangan dari alat penyimpan air biasa dispenser memiliki banyak kelebihan diantaranya daya tampung yang besar, hingga bisa menyimpan persediaan air dalam kapasitas yang banyak, selain itu dispenser juga ada yang memiliki fitur bisa membuat air menjadi panas atau dingin, sehingga di saat membutuhkan air panas atau air dingin tidak lagi harus memasak atau memasukkannya kedalam kulkas. Umumnya air panas yang dihasilkan mencapai suhu 85 derajat Celsius dan air dingin yang dihasilkan bisa mencapai suhu 15 derajat Celsius. Karena kelebihan-kelebihannya tersebut dispenser saat ini menjadi alat yang di sukai dan banyak dipergunakan, baik di perumahan –perumahan, perkantoran , hotel, bahkan ditempat-tempat umum yang strategis dan layak untuk penempatannya, kita bisa temukan dispenser di sekolah, di rumah sakit, di Bank dll.

Berdasarkan fungsinya dispenser yang ada saat ini bisa dikategorikan menjadi 3 macam yaitu Dispenser standar, Dispenser dingin/ panas Dispenser galon bawah.

Dispenser standard adalah dispenser yang hanya berfungsi sebagai tempat menyimpan air saja, dalam pemakaiannya, sebuah gallon berisi air minum harus disimpan dalam posisi terbalik diatas dispenser, kemudian sebuah keran yang didesain khusus untuk dispenser akan bekerja mengeluarkan air jika keran tersebut di tekan.

Dispenser dingin/ panas adalah jenis dispenser yang dilengkapi dengan komponen pendingin dan pemanas air. Untuk pendinginnya ada yang menggunakan sistem compressor ada juga yang memakai alat pendingin elektronik yang dinamakan Vellier, sedangkan alat pemanas umumnya menggunakan heater listrik yang terbuat dari coil metal.

Bagian Pemanas Tabung air panas dilengkapi heater yang dikontrol oleh thermostat. *Electrical heating element* merupakan elemen pemanas listrik yang banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari, di dalam rumah tangga ataupun peralatan mesin industri. Elemen pemanas bekerja sangat sederhana, tidak seperti konduktor. Elemen pemanas terbuat dari logam nilai resistansinya yang tinggi, biasanya paduan nikel-chrome yang disebut nichrome. Jika arus mengalir melalui elemen dengan resistansi yang tinggi, aliran yang bekerja pada elemen ini akan menghasilkan panas. Jika arus mati, elemen secara perlahan menjadi dingin. Bentuk 13 dan tipe dari *Electrical heating elements* ini bermacam-macam disesuaikan dengan fungsi, tempat pemasangan dan media yang akan dipanaskan. Panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas listrik ini bersumber dari kawat ataupun pita bertahanan listrik tinggi (Resistance Wire) yang dialiri arus listrik pada kedua ujungnya dan dilapisi oleh isolator listrik yang mampu meneruskan panas dengan baik hingga aman jika digunakan.

2.6. Analisa Protein

Dalam penelitian ini, tidak digunakan metode kjeldhal murni tetapi menggunakan metode kombinasi kjeldhal dan Nessler, metode kjeldhal hanya dilakukan pada tahap destruksi kemudian dilanjutkan dengan metode Nessler yang dibaca pada spektrofotometer.

2.6.1. Tahap Destruksi

Pada tahap ini sampel dipanaskan dalam asam sulfat pekat sehingga terjadi destruksi menjadi unsur-unsurnya. Elemen karbon, hydrogen teroksidasi menjadi CO, CO₂, dan H₂O. Sedangkan nitrogennya akan berubah menjadi (NH₄)₂SO₄. Asam sulfat yang digunakan untuk destruksi diperhitungkan adanya bahan protein, lemak dan karbohidrat. Untuk mendestruksi 1 gram protein diperlukan 9 gram asam sulfat, untuk 1 gram lemak diperlukan 17,8 gram, sedangkan 1 gram karbohidrat dipergunakan 7,3 gram. Karena lemak memerlukan asam sulfat yang paling banyak dan memerlukan waktu destruksi yang cukup lama, maka sebaiknya lemak dihilangkan terlebih dahulu sebelum destruksi dilakukan. Asam sulfat yang digunakan minimum 10 ml (18,4 gram). Sampel yang dianalisa sebanyak 0,02 sampai dengan 0,04 gram. Untuk cara mikro kjeldhal bahan tersebut lebih sedikit lagi, yaitu 10-30 mg.

Untuk mempercepat proses destruksi sering-sering ditambahkan katalisator berupa campuran Na₂SO₄ dan HgO. Gunning menganjurkan menggunakan K₂SO₄ atau CuSO₄. Dengan penambahan katalisator tersebut titik didih asam sulfat akan dipertinggi sehingga destruksi berjalan lebih cepat. Untuk protein yang kaya akan asam amino histidin dan triptofan memerlukan waktu yang lama untuk destruksi sehingga perlu katalisator yang lebih banyak.

Setelah tahap destruksi sampel ditambahkan reagen Nessler sehingga terbentuk warna kuning dan intensitas warna yang timbul dibaca pada spektrofotometer ultraviolet-visibel 1201.

2.6.2. Spektrofotometer UV-VIS

Metode spektrofotometer UV-VIS adalah salah satu dari sekian banyak metode instrumental analisis yang pemakaiannya terbanyak dilaksanakan dalam laboratorium kimia analisis. Metode spektrofotometer UV-VIS membahas tentang interaksi Radiasi Elektro Magnetik (REM) monokromatis pada daerah panjang gelombang UV dekat (190-380 nm) sampai daerah panjang gelombang sinar tampak (380-780 nm) dengan molekul. Energi radiasi UV-VIS monokromatis sesuai dengan energy elektronik (E_e) dari energi potensial molekul. Sehingga interaksi radiasi UVVIS monokromatis dengan molekul akan menyebabkan eksitasi satu elektron molekul tersebut dari tingkat energi azas singlet (singlet ground state) ke tingkat energi eksitasi singlet (singlet excited state). Konversi energi elektronik molekul menjadi panjang gelombang (λ) terhadap kuantum energi yang diabsorpsi oleh molekul (yang dinyatakan sebagai absorban) akan memberikan suatu gambaran spectrum elektronik. Karena radiasi UV-VIS yang diinteraksikan dengan molekul merupakan daerah λ (panjang gelombang) yang cukup lebar sehingga dihasilkan suatu gambaran spectrum pita. Disamping itu karena dalam molekul banyak ikatan elektron pada gugus molekul dengan energi elektronik yang tidak semacam energinya dan sini akan diperoleh bentuk gambar spectrum UV-VIS yang menaik dan menurun secara teratur disertai tanggap detector yang maksimum (λ maks) dan tanggap detector yang minimum (Harjana, 2003).

2.7. Hipotesis

Ada perbandingan antara kadar protein pada susu formula yang diseduh dengan air mendidih dan air dispenser.