

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Kacang Kedelai (*Glycine max* L.)

Kedelai merupakan tumbuhan semak semusim, tingginya berkisar 20-60 cm. Batang tumbuhan kacang-kacangan ini bersegi, berwarna hijau keputih-putihan. Daunnya majemuk, menyisip ganjil, bulat telur, ujung tumpul, tepi rata dengan panjang berkisar 5-10 cm. Tumbuhan kedelai memiliki beberapa bunga yang relatif padat. Kelopaknya agak berbulu dengan panjang mencapai 7 mm. Penampang bunga kedelai berwarna kemerah-merahan. Dari setiap batang daun hanya tumbuh 2-3 polong, membujur panjang berkisar 4-5 cm, berbulu lebat, terdiri dari 2-4 benih. Buah kedelai berbentuk polong, seperti kacang, bertangkai pendek, pipih. Buah mudanya berwarna hijau, sedangkan buah tuanya berwarna kuning (Wijayakusuma, 2007).

Kedelai dapat tumbuh baik pada berbagai jenis tanah seperti alluvial, regosol, grumosol, latosol dan andosol, dengan sistem drainase dan aerasi tanah yang baik. Tanah untuk budi daya tanaman kedelai tidak terlalu basah, tapi tersedia air dalam jumlah yang cukup, dengan tingkat keasaman tanah pH 5,0 – 7,0. Lahan untuk budi daya tanaman kedelai pada topografi datar dengan ketinggian tempat dari permukaan air laut kurang dari 500 m dpl. Tanaman kedelai akan tumbuh dengan baik, pada tanah yang kaya akan humus atau bahan organik. Untuk mendukung kesuburan tanaman kedelai, perlu diberi bakteri

Rhizobium pada saat pertama kali tanam kedelai atau pernah ditanami *Vigna sinensis* (kacang panjang) (Salim, 2012).

1. Klasifikasi Ilmiah

Menurut Adisarwanto (2014), berdasarkan taksonominya tanaman kedelai dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Subdivisi : Angiospermae
Klas : Dicotyledonae
Subklas : Archihlamydae
Ordo : Rosales
Subordo : Leguminosinae
Famili : Leguminosae
Genus : Glycine
Species : *Glycine max* (L) Merrill

2. Morfologi Kedelai

a. Akar dan Bintil Akar

Sistem perakaran tanaman kedelai terdiri atas akar tunggang, akar sekunder yang tumbuh dari akar tunggang, serta akar cabang yang tumbuh dari akar sekunder. Akar tunggang merupakan perkembangan dari akar radikal yang sudah mulai muncul sejak masa perkecambahan. Pada kondisi

yang sangat optimal, akar tunggang kedelai dapat tumbuh hingga kedalaman 2 m.

Perkembangan akar tanaman kedelai dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain penyiapan lahan, tekstur tanah, kondisi fisik dan kimia tanah, serta kadar air tanah. Salah satu kekhasan dari sistem perakaran tanaman kedelai adalah adanya interaksi simbiosis antara bakteri nodul akar (*Rhizobium japonicum*) dengan akar tanaman kedelai yang menyebabkan terbentuknya bintil akar. Bintil akar ini sangat berperan dalam proses fiksasi N₂ yang sangat dibutuhkan oleh tanaman kedelai untuk kelanjutan pertumbuhannya khususnya aspek penyediaan unsur hara nitrogen (Adisarwanto, 2014).

b. Batang

Pada tanaman kedelai dikenal dua tipe pertumbuhan yaitu determinit dan indeterminit. Ciri tipe determinit apabila pada akhir fase generatif pada pucuk batang tanaman kedelai ditumbuhi polong, sedangkan tipe indeterminit pada pucuk batang tanaman masih terdapat daun yang tumbuh. Jumlah buku pada batang akan bertambah sesuai pertambahan umur tanaman, tetapi pada kondisi normal jumlah buku berkisar 15-20 buku dengan jarak antara buku berkisar 2-9 cm. Batang tanaman kedelai ada yang bercabang dan ada pula yang tidak bercabang, tergantung dari karakter varietas kedelai, akan tetapi umumnya cabang pada tanaman kedelai berjumlah antara 1-5 cabang (Adisarwanto, 2014).

Waktu tanaman kedelai masih sangat muda, atau setelah fase menjadi kecambah dan saat keping biji belum jatuh, batang dapat dibedakan menjadi dua. Bagian batang di bawah keping biji yang belum lepas disebut *hypocotyl*, sedangkan bagian di atas keping biji disebut *epycotyl*. Batang kedelai tersebut berwarna ungu atau hijau (Aak, 1989).

c. Daun

Daun kedelai hampir seluruhnya trifoliat (menjari tiga) dan jarang sekali empat atau lima jari daun. Bentuk daun tanaman kedelai bervariasi yakni antara oval dan lanceolate. Tetapi untuk praktisnya diistilahkan dengan berdaun lebar (*broad leaf*) dan berdaun sempit (*narrow leaf*). Di Indonesia, kedelai berdaun sempit lebih banyak ditanam oleh petani dibandingkan tanaman kedelai berdaun lebar, walaupun dari aspek penyerapan sinar matahari, tanaman kedelai berdaun lebar menyerap sinar matahari lebih banyak daripada yang berdaun sempit. Namun, keunggulan tanaman berdaun sempit adalah sinar matahari akan lebih mudah menerobos diantara kanopi daun sehingga memacu pembentukan bunga (Adisarwanto, 2014).

d. Bunga

Bunga kedelai disebut bunga kupu-kupu dan mempunyai dua mahkota dan dua kelopak bunga. Warna bunga putih bersih atau bunga ungu muda. Bunga tumbuh pada ketiak daun dan berkembang dari bawah lalu menyembul ke atas. Pada setiap ketiak daun biasanya terdapat 3-15 kuntum bunga, namun sebagian besar bunga rontok, hanya beberapa yang

dapat membentuk polong. Bunga kedelai mempunyai 10 buah benang sari. Sembilan buah diantaranya bersatu pada pangkal dan membentuk seludang yang mengelilingi putik. Sedangkan benang sari yang kesepuluh terpisah pada bagian pangkalnya dan seolah-olah menjadi penutup seludang.

Bila putik dibelah, di dalamnya terdapat tiga bakal biji. Penyerbukannya termasuk penyerbukan sendiri dengan tepung sari sendiri karena pembuahan terjadi sebelum bunga mekar (terbuka). Pada saat terjadi persilangan (hibridisasi), mahkota daun dan benang sari dibuang (kastari = mengebiri), hanya putiknya saja yang ditinggalkan (Aak, 1989).

e. Biji Kedelai

Bentuk biji kedelai tidak sama tergantung varietas, ada yang berbentuk bulat, agak gepeng, atau bulat telur. Namun, sebagian besar biji kedelai berbentuk bulat telur. Ukuran dan warna kuning dan sedikit berwarna hitam dengan ukuran biji kedelai yang dapat digolongkan dalam tiga kelompok, yaitu berbiji kecil (<10 g/100 biji), berbiji sedang (10-12 g/100 biji) dan berbiji besar (13-18 g/100 biji) (Adisarwanto, 2014).

f. Bulu

Semua varietas kedelai mempunyai bulu pada batang, cabang, daun dan polong-polongnya. Lebat atau tidaknya bulu serta kasar atau halusya bulu tergantung dari varietas masing-masing. Begitu pula warna bulu berbeda-beda, ada yang berwarna coklat dan ada pula yang putih kehijauan (Aak, 1989).

g. Polong

Polong kedelai pertama kali muncul sekitar 10-14 hari setelah bunga pertama terbentuk. Warna polong yang baru tumbuh berwarna hijau dan selanjutnya akan berubah menjadi kuning atau coklat pada saat dipanen. Pembentukan dan pembesaran polong akan meningkat sejalan dengan bertambahnya umur dan jumlah bunga yang terbentuk.

Jumlah polong yang terbentuk beragam, yakni 2-10 polong pada setiap kelompok bunga di ketiak daunnya. Sementara itu, jumlah polong yang dapat dipanen berkisar 20-200 polong/tanaman tergantung pada varietas kedelai yang ditanam dan dukungan kondisi lingkungan tumbuh. Warna polong masak dan ukuran biji antara posisi polong paling bawah dengan polong paling atas akan sama selama periode pengisian dan pemasakan polong optimal, yaitu antara 50-75 hari. Periode waktu tersebut dianggap optimal untuk proses pengisian biji dalam polong yang terletak di sekitar pucuk tanaman (Adisarwanto, 2014).

B. Susu Kedelai

Sejak berabad-abad lalu, banyak makanan berbasis kedelai telah dikembangkan dan digunakan oleh masyarakat Cina sebagai bagian dari diet mereka. Banyak juga yang telah diadaptasi dan diperluas penggunaannya oleh bangsa Barat, diantaranya adalah susu kedelai. Di negara-negara Barat, susu kedelai digunakan untuk mengatasi malnutrisi pada bayi dan orang dewasa yang menderita alergi, diabetes dan penyakit lainnya yang berhubungan dengan pola makan. Susu kedelai dikenal sebagai minuman kesehatan berasal dari pengolahan

biji kedelai yang merupakan salah satu sumber nabati yang potensial. Susu kedelai adalah cairan hasil ekstraksi protein biji kedelai dengan menggunakan air panas (Anonim, 2004 “dalam” Pramitasari, 2010).

Susu kedelai sudah banyak beredar di pasaran dari produk industri rumah tangga hingga produk industri besar. Saat ini, produk susu kedelai telah banyak dikombinasi dengan aneka cita rasa buah atau coklat, sehingga membuat susu kedelai terasa lebih nikmat dan banyak diminati. Produk susu kedelai industri rumah tangga umumnya masih dikemas dengan menggunakan plastik kemudian diikat dengan menggunakan tali dan daya simpannya maksimal 2 hari (Salim, 2012).

Tabel 1. Komposisi Zat Gizi Susu Kedelai per 100 gr BBD (berat bahan yang bisa dikonsumsi)

No.	Komposisi	Jumlah
1.	Air	87
2.	Energi	41 kkal
3.	Protein	3.5 g
4.	Lemak	2.5 g
5.	KH	5 g
6.	Serat	- g
7.	Abu	2 g
8.	Kalsium	50 mg
9.	Fosfor	45 mg
10.	Besi	0.7 mg
11.	Natrium	- mg
12.	Kalium	- mg
13.	Tembaga	- mg
14.	Seng	- mg
15.	Retinol	- ug
16.	β. Karoten	- ug
17.	Karoten Total	200 ug
18.	Tiamin	0.08 mg
19.	Riboflavin	- mg
20.	Niasin	- mg
21.	Vitamin C	2 mg

Sumber: Mahmud dkk, 2009.

Susu kedelai adalah salah satu hasil pengolahan yang merupakan hasil ekstraksi dari kedelai. Protein susu kedelai memiliki susunan asam amino yang hampir sama dengan susu sapi sehingga susu kedelai seringkali digunakan sebagai pengganti susu sapi bagi mereka yang alergi terhadap protein hewani. Susu kedelai merupakan minuman yang bergizi tinggi, terutama kandungan proteinnya. Selain itu susu kedelai juga mengandung lemak, karbohidrat, kalsium, fosfor, zat besi, provitamin A, vitamin B kompleks (kecuali B12), dan air (Radiyah, 1992).

1. Sifat Komponen Susu Kedelai

a. Protein

Protein adalah bagian dari semua sel hidup dan merupakan bagian terbesar tubuh sesudah air. Seperlima bagian tubuh protein, separuhnya ada di dalam otot, seperlima ada di dalam tulang dan tulang rawan, sepersepuluh di dalam kulit dan selebihnya di dalam jaringan lain dan cairan tubuh. Semua enzim, berbagai hormon, pengangkut zat-zat gizi dan darah, matriks intraseluler dan sebagainya adalah protein. Di samping itu, asam amino yang membentuk protein bertindak sebagai prekursor sebagian besar koenzim, hormon, asam nukleat dan molekul-molekul yang penting untuk kehidupan.

Protein mempunyai fungsi khas yang tidak dapat digantikan oleh zat gizi lain yaitu membangun serta memelihara sel-sel dan jaringan tubuh. Protein dibentuk dari unit-unit pembentuknya yang disebut asam amino. Dua golongan asam amino adalah asam amino esensial dan asam nonesensial. Asam-asam amino esensial adalah isoleusin, leusin, lisin, methionin,

fenilalanin, threonin, triptofan, valin dan histidin (Proverawati dan Wati, 2011).

b. Karbohidrat

Karbohidrat adalah senyawa organik yang mengandung unsur karbon, hidrogen dan oksigen, dan pada umumnya unsur hidrogen dan oksigen dalam komposisi menghasilkan H₂O. Karbohidrat dalam tubuh dapat dibentuk dari beberapa asam amino dan sebagian dari gliserol lemak (Proverawati dan Wati, 2011).

Banyak karbohidrat merupakan polimer yang tersusun dari molekul gula yang terangkai menjadi rantai yang panjang serta dapat pula bercabang, disebut dengan polisakarida misalnya pati, kitin dan selulosa. Selain monosakarida dan polisakarida, terdapat pula disakarida (rangkain dua monosakarida) dan oligosakarida (rangkain beberapa monosakarida) (Fox dan McSweeney, 2008 "*dalam*" Vistanty, 2010).

c. Lemak

Lemak atau lipid adalah suatu zat yang kaya akan energi berfungsi sebagai sumber energi yang utama untuk proses metabolisme tubuh. Lemak yang beredar di dalam tubuh diperoleh dari dua sumber yaitu dari makanan dan hasil produksi organ hati yang bisa disimpan di dalam sel-sel lemak sebagai cadangan energi. Berdasarkan bentuknya lemak digolongkan ke dalam lemak padat (misalnya mentega dan lemak hewan) dan lemak cair atau minyak (misalnya minyak sawit dan minyak kelapa). Sedangkan

berdasarkan penampakan, lemak digolongkan ke dalam lemak kentara (misalnya mentega dan lemak pada daging sapi) dan lemak tak kentara (misalnya lemak pada telur, lemak pada avokat dan lemak susu) (Proverawati dan Wati, 2011).

Lemak tersusun atas sekelompok senyawa yang umumnya terlarut dalam solven organik dan sangat tidak terlarut dalam air. Lemak merupakan triester dari gliserol dan asam lemak. Lemak dapat berbentuk padat atau cair pada suhu kamar, tergantung pada struktur dan komposisinya. Sifat dari molekul lemak tergantung pada asam lemak yang menyusunnya (Vasic dan Deman, 1995 “*dalam*” Vistanty, 2010).

2. Manfaat Susu Kedelai

a. Mengatasi *Migraine*

Susu kedelai merupakan sumber vitamin B kompleks (kecuali B12), mineral (terutama kalium) dan asam amino (terutama lisin) dengan jumlah cukup tinggi yang dapat mencegah dan meredakan *migraine*. *Migraine* adalah sakit kepala sebelah yang berulang dan bersifat idiopatik (timbul dengan sendirinya tanpa diketahui penyebabnya) serta bersifat kambuhan. Penyakit ini lebih banyak menyerang wanita dibanding pria (3:1). Faktor utamanya adalah adanya siklus hormonal pada wanita. Dengan sifatnya yang idiopatik *migraine* sangat berkaitan dengan perubahan biokimiawi (Salim, 2012).

b. Mencegah Stroke

Hingga saat ini kasus-kasus penyakit yang berhubungan dengan pola hidup dan pola makan yang salah semakin meningkat, salah satunya yaitu stroke terus diupayakan sehingga dapat lebih cepat atau mudah diatasi dan bahkan diupayakan pencegahannya. Hasil penelitian seorang pakar bidang saraf dari Cornell University Amerika Serikat membuktikan bahwa stroke dapat dicegah dengan makanan, begitupun dengan *arteriosclerosis*, penelitian dilakukan terhadap tikus yang cenderung terserang stroke. Dengan diberi kacang kedelai, ikan, sayur-sayuran dan buah-buahan disertai pengendalian kadar garam, tikus tersebut dapat terhindar dari serangan stroke seumur hidup.

Mengenai khasiat kacang kedelai yang mampu menekan kasus pengerasan pembuluh darah, yaitu karena dalam kacang kedelai terkandung *vegetable sterol* yang mirip kolesterol. *Vegetable sterol* yang masuk ke dalam tubuh tidak akan tertimbun di dinding pembuluh darah bahkan dapat menahan usus agar tidak menyerap kolesterol dan berfungsi mencegah *arteriosclerosis* (Wijayakusuma, 2007).

c. Menghambat Menopause dan Mencegah Osteoporosis

Kandungan isoflavon dan vitamin E di dalam susu kedelai dapat menghambat menopause dan dapat menjaga keseimbangan hormon yang memperlambat terjadinya menopause. Vitamin E alami lebih mudah diserap tubuh dibandingkan vitamin E sintetik. Menopause adalah proses alamiah yang terjadi pada wanita, yaitu berhentinya siklus haid yang dipengaruhi oleh hormon estrogen yang diproduksi oleh kelenjar ovarium.

Umumnya tindakan medis yang biasa diberikan adalah *Hormone Replacement Therapy* (HRT). Meskipun cukup ampuh mengatasi beberapa sindrom menopause, dalam jangka panjang bisa menyebabkan gangguan kesehatan antara lain kanker payudara (33%), stroke (49,1%), *Thromboemboli* (125,3%) dan penyakit jantung (34,4%) – (*Woman Health Initiative USA*). Selain mampu menghambat menopause, isoflavon ternyata dapat mencegah osteoporosis dengan menstimulir proses osteoblastik melalui aktivitas reseptor estrogen dan meningkatkan produksi hormon pertumbuhan. Mengonsumsi susu kedelai secara teratur dapat mempertahankan tulang tengkorak dan tulang belakang (Salim, 2012).

d. Menambah Darah

Anemia lebih banyak diderita oleh wanita akibat kurangnya sel darah merah dan hemoglobin (HB). Selain itu, penyebab anemia adalah pendarahan haid, melahirkan, atau kekurangan gizi karena menyusui. Gejala yang timbul antara lain nyeri pada kaki atau pinggang, takut dingin, jantung berdebar keras, sesak nafas, muka pucat, mudah letih dan lain-lain. Dalam mengantisipasi timbulnya anemia, perlu penerapan pola makan yang baik.

Dalam memilih makanan bagi penderita anemia, pilihlah makanan kaya protein dan zat besi yang banyak terdapat dalam sayur-sayuran dan buah-buahan. Protein adalah bagian penting untuk membentuk sel tubuh, selain sebagai bahan baku untuk memproduksi darah. Kacang kedelai yang mengandung 35% protein adalah makanan yang ideal untuk pencegahan

anemia, mengandung asam amino yang biasanya terdapat dalam daging (Wijayakusuma, 2007).

e. Mencegah Kanker

Susu kedelai memiliki kandungan mineral yang tinggi antara lain selenium, vitamin E, isoflavon dan asam amino triptopan. Zat-zat tersebut mampu mengatasi paparan radikan bebas pemicu kanker. Selain selenium, antioksidan pada susu kedelai adalah vitamin E dan genietein, secara sinergis mampu menghalau kanker. Antioksidan yang bersumber dari makanan atau minuman juga diyakini ampuh untuk menangkal penuaan dini (Salim, 2012).

Tabel 2.Syarat Mutu Susu Kedelai Menurut SNI No. 01-3830-1995

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan	
			Susu (milk)	Minuman (drink)
1	Keadaan :	-		Normal
1.1	Bau	-	Normal	Normal
1.2	Rasa	-	Normal	Normal
1.3	Warna	-	Normal	Normal
2	Ph	-	6,5 – 7,0	6,5-7,0
3	Protein	% b/b	Min. 2.0	Min. 1.0
4	Lemak	% b/b	Min. 1.0	Min. 0.30
5	Padatan Jumlah	% b/b	Min. 11.50	Min. 11.5
6	Bahan Tambahan Makanan sesuai dengan No. 01-3830-1995			
6.1	Pemanis Buatan			
6.2	Pewarna			
6.3	Pengawet			
7	Cemaran Logam			
7.1	Timbal (Pb)	Mg/kg	Maks. 0,2	Maks. 0,2
7.2	Tembaga (Cu)	Mg/kg	Maks. 2	Maks. 2
7.3	Seng (Zn)	Mg/kg	Maks. 5	Maks. 5
7.4	Timah (Sn)	Mg/kg	Maks. 40/250	Maks. 40/250
7.5	Merkuri (Hg)	Mg/kg	Maks. 0,03	Maks. 0,03
8	Cemaran Arsen (As)	Mg/kg	Maks. 0,1	Maks. 0,1
9	Cemaran Mikroba			
9.1	Angka Lempeng Total	Koloni/ml	Maks. 2×10^2	Maks. 2×10^2
9.2	Bakteri Bentuk Koli	APM/ml	Maks. 20	Maks. 20

9.3	Escherichia Coli	APM/ml	Maks. 3	Maks. 3
9.4	Salmonella	-	Negatif	Negatif
9.5	Staphylococcus aureus	Koloni/ml	0	0
9.6	Vibrio sp.	-	Negatif	Negative
9.7	Kapang	Koloni/ml	Maks. 50	Maks. 50

Sumber: Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI

Susu kedelai harganya lebih murah daripada susu hewani. Susu kedelai dapat dibuat dengan teknologi dan peralatan sederhana, serta tidak memerlukan keterampilan khusus, sehingga semua orang dapat membuat sendiri di rumah. Selain untuk konsumsi sendiri, susu kedelai juga dapat menjadi ladang usaha yang prospektif bila dikelola dengan baik. Kendala utama yang dihadapi produsen adalah cepat rusaknya susu kedelai apabila susu kedelai tidak disimpan di lemari pendingin. Susu kedelai yang rusak ditandai dengan berubahnya bau, warna, rasa, atau mengental, kemudian terjadi pemisahan air dengan endapan sari kedelai.

Sari kedelai mengandung protein lesitin. Kandungan lesitin dalam protein kacang kedelai dapat digunakan sebagai *emulsifier* alami untuk membentuk emulsi minyak dalam air. Kandungan protein maksimal dalam susu/ sari kedelai adalah 7%. Kandungan protein yang lebih dari angka tersebut akan menyebabkan terbentuknya jendalan/gumpalan. Umumnya, kadar protein terlarut dalam susu kedelai berkisar antara 3% sampai 5%. Susu kedelai dengan konsentrasi protein terlarut lebih dari 7% akan menggumpal apabila dipanaskan pada suhu 70°C- 100°C selama lebih dari 10 menit. Adapun sifat protein kedelai yang lain adalah akan menggumpal karena pengaruh asam (Suprapti, 2010).

Ikatan sejumlah asam amino dengan vitamin dan beberapa zat gizi lainnya dalam biji kedelai dapat membentuk flavonoid. Flavonoid adalah sejenis pigmen seperti zat hijau daun yang terdapat pada tanaman yang berwarna hijau. Bau langu yang terdapat pada biji kedelai adalah salah satu tanda bahwa biji kedelai mengandung flavonoid. Secara ilmiah, flavonoid sudah dibuktikan mampu mencegah dan mengobati berbagai penyakit. Salah satu jenis flavonoid yang sangat banyak terdapat pada biji kedelai dan sangat bermanfaat bagi kesehatan adalah isoflavon. Protein kedelai dan isoflavon dapat melindungi tubuh dari kerusakan radikal, meningkatkan sistem kekebalan, menurunkan resiko pengerasan arteri, penyakit jantung dan tekanan darah tinggi. Kedelai mengandung antioksidan yang dapat memperbaiki tekanan darah dan meningkatkan kesehatan pembuluh darah (Ferlina, 2009).

C. Protein

Protein adalah senyawa kimia yang mengandung asam amino, tersusun atas atomatom C, H, O dan N. protein disebut juga zat putih telur, karena protein pertama ditemukan pada putih telur (eiwit). Protein merupakan bahan utama pembentuk sel tumbuhan, hewan dan manusia, kurang lebih (\pm) $\frac{3}{4}$ zat padat tubuh adalah protein. Oleh karena itu protein disebut zat pembangun. Sumber protein bisa berasal dari hewani maupun nabati. Bahan makanan hewani merupakan sumber protein yang baik, dalam jumlah maupun mutu, seperti telur, susu, daging, unggas, ikan dan kerang. Sumber protein nabati adalah kacang kedelai dan hasilnya, seperti tempe dan tahu, serta

kacang-kacangan lain. Kacang kedelai dan merupakan sumber protein nabati yang mempunyai mutu atau nilai biologi tertinggi. Namun protein kacang-kacangan terbatas dalam asam amino metionin. Sedangkan protein padi-padian tidak komplet, dengan asam amino pembatas lisin. Kekurangan asam amino dari bahan makanan yang satu, dapat ditutupi oleh kelebihan asam-asam amino dari bahan makanan lainnya (Surbakti, 2010).

Protein juga memiliki fungsi di antaranya adalah :

1. Sumber energy
2. Pembentukan dan perbaikan sel dan jaringan
3. Sebagai sintesis hormon, enzim, dan antibody
4. Pengatur keseimbangan kadar asam basa dalam sel

Protein sendiri mempunyai banyak sekali fungsi di tubuh kita. Pada dasarnya protein menunjang keberadaan setiap sel tubuh, proses kekebalan tubuh. Setiap orang dewasa harus sedikitnya mengonsumsi 1 g protein per kg berat tubuhnya. Kebutuhan akan protein bertambah pada perempuan yang mengandung dan atlet-atlet.

Kekurangan Protein bisa berakibat fatal:

1. Kerontokan rambut (rambut terdiri dari 97-100% dari protein - [keratin](#)).
2. Yang paling buruk ada yang disebut dengan [Kwasiorkor](#), penyakit kekurangan protein. Biasanya pada anak-anak kecil yang menderitanya, dapat dilihat dari yang namanya [busung](#)

[lapar](#), yang disebabkan oleh filtrasi air di dalam pembuluh darah sehingga menimbulkan [odem](#). Simptom yang lain dapat dikenali adalah:

- [hipotonus](#)
 - gangguan pertumbuhan
 - [hati lemak](#)
3. Kekurangan yang terus menerus menyebabkan maranus dan berakibat kematian (Fajar, 2002).

D. Metode Kjeldahl

Metode Kjeldahl dikembangkan pada tahun 1883 oleh pembuat bir bernama Johann Kjeldahl. Makanan didigesti dengan asam kuat sehingga melepaskan nitrogen yang dapat ditentukan kadarnya dengan teknik titrasi yang sesuai. Jumlah protein yang ada kemudian dihitung dari kadar nitrogen dalam sampel. Prinsip dasar yang sama masih digunakan hingga sekarang, walaupun dengan modifikasi untuk mempercepat proses dan mencapai pengukuran yang lebih akurat. Metode ini masih merupakan metode standart untuk penentuan kadar protein. Karena metode Kjeldahl tidak menghitung kadar protein secara langsung, diperlukan faktor konversi (F) untuk menghitung kadar protein total dan kadar nitrogen (Sudarmadji dkk, 2007).

Faktor konversi 6,25 (setara dengan 0,16 g nitrogen per gram protein) digunakan untuk banyak jenis makanan, namun angka ini hanya nilai rata-rata, tiap protein mempunyai faktor konversi yang berbeda tergantung komposisi asam aminonya (Sudarmardji dkk, 2007).

Table 3. Faktor Perkalian dan Beberapa bahan

Macam Bahan	Faktor Perkalian
Bir, Sirup, Biji-bijian, Ragi	6,25
Buah-buahan, The, Anggur, Malt	6,25
Makanan Ternak	6,25
Beras	5,95
Roti, Gandum, Makaroni, Mie	5,70
Kacang Tanah	5,46
Kedele	5,75
Kenari	5,18
Susu	6,38
Gelatin	5,55

Sumber: Sudarmadji dkk, 2007

Analisa protein cara Kjeldahl pada dasarnya dapat dibagi menjadi tiga tahapan yaitu tahap destruksi, tahap destilasi dan tahap titrasi.

1. Tahap destruksi

Pada tahapan ini sampel dipanaskan dalam asam sulfat pekat sehingga terjadi destruksi menjadi unsur-unsurnya. Elemen karbon, hidrogen teroksidasi menjadi CO, CO₂ dan H₂O. Sedangkan nitrogennya (N) akan berubah menjadi (NH₄)₂SO₄. Untuk mempercepat proses destruksi sering ditambahkan katalisator berupa campuran Na₂SO₄. Gunning menganjurkan menggunakan K₂SO₄ atau CuSO₄. Dengan penambahan katalisator tersebut titik didih asam sulfat akan dipertinggi sehingga destruksi berjalan lebih cepat. Selain katalisator yang telah disebutkan tadi,

kadang-kadang juga diberikan Selenium. Selenium dapat mempercepat proses oksidasi karena zat tersebut selain menaikkan titik didih juga mudah mengadakan perubahan dari valensi tinggi ke valensi rendah atau sebaliknya.

2. Tahap destilasi

Pada tahap destilasi, ammonium sulfat dipecah menjadi ammonia (NH_3) dengan penambahan NaOH sampai alkalis dan dipanaskan. Agar supaya selama destilasi tidak terjadi superheating ataupun pemercikan cairan atau timbulnya gelembung gas yang besar maka dapat ditambahkan logam zink (Zn). Ammonia yang dibebaskan selanjutnya akan ditangkap oleh asam khlorida atau asam borat 4 % dalam jumlah yang berlebihan. Agar supaya kontak antara asam dan ammonia lebih baik maka diusahakan ujung tabung destilasi tercelup sedalam mungkin dalam asam. Untuk mengetahui asam dalam keadaan berlebihan maka diberi indikator misalnya BCG + MR atau PP.

3. Tahap titrasi

Apabila penampung destilat digunakan asam khlorida maka sisa asam khlorida yang bereaksi dengan ammonia dititrasi dengan NaOH standar (0,1 N). Akhir titrasi ditandai dengan tepat perubahan warna larutan menjadi merah muda dan tidak hilang selama 30 detik bila menggunakan indikator PP. Setelah diperoleh %N, selanjutnya dihitung kadar proteinnya dengan mengalikan

suatu faktor. Besarnya faktor perkalian N menjadi protein ini tergantung pada persentase N yang menyusun protein dalam suatu bahan.

E. Kajian Penelitian Dahulu yang Relevan

Berdasarkan penelitain terdahulu, Menurut Hamidah, Sukada dan Swacita (2012) yang berjudul “Kualitas Susu Kambing Peranakan Etawah *Post-Thawing* pada Penyimpanan Suhu Kamar”, hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas susu kambing PE *post-thawing* pada penyimpanan suhu kamar akan semakin menurun ditinjau dari uji didih, uji alkohol dan uji derajat asam dan hanya dapat bertahan selama 2 jam.

Menurut Rahman (2007) yang berjudul “Hubungan Tingkat Mastitis dengan Kualitas Susu Berdasarkan Uji Reduktase”, hasil penelitian menunjukkan bahwa mastitis berpengaruh pada penurunan kualitas susu berdasarkan waktu uji reduktase sebesar 75,37 %. Nilai koefisien korelasi (r) sebesar -0,87 berarti terjadi hubungan negatif antara tingkat mastitis secara *Whiteside Test* dengan kualitas susu berdasarkan uji reduktase atau semakin tinggi tingkat mastitis maka semakin rendah waktu uji reduktase.

Menurut Diastari dan Agustina (2013) yang berjudul “Uji Organoleptik dan Tingkat Keasaman Susu Sapi Kemasan yang dijual di Pasar Tradisional Kota Denpasar”, hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas susu sapi kemasan yang dijual di pasar tradisional di kota Denpasar masih dalam kondisi baik ditinjau dari uji organoleptik dan tingkat keasaman.

Menurut Ambarwani dan Joko Susilo yang berjudul “Pengaruh Penambahan Biji Wijen (*Sesamum indicum*) dan Kecambah Jagung (*Zea mays*) terhadap Kadar Protein Susu Kedelai”, hasil penelitian menunjukkan bahwa Ada pengaruh penambahan biji wijen dan kecambah jagung terhadap kadar protein susu kedelai, Kadar protein berat kering rata-rata pada susu kedelai dengan penambahan biji wijen dan kecambah jagung.

Menurut AniswatuKhamidah dan Nurul Istiqomah yang berjudul “Pengelolaan Sari Kedelai Sebagai Dukungan Akselerasi Peningkatan Gizi Masyarakat”, hasil penelitian sari kedelai dengan tingkat pencerahan dan variates yang berbeda memberikan pengaruh yang nyata terdapat warna sari kedelai terutama notasi a dan b, semakin rendah tingkat pengenceran warna sari kedelai semakin kuning pekat. Sedangkan berdasarkan kadar serat, tingkat kecerahan, total padatan terlarut, viscositas dan kadar protein perbedaan varietas dan tingkat pengenceran tidak memberikan pengaruh yang nyata.