

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 1.1 Tinjauan tentang Protein

##### 1.1.1 Definisi Protein

Protein merupakan zat gizi yang sangat penting, karena yang paling erat hubungannya dengan proses-proses kehidupan. Nama protein berasal dari bahasa Yunani (Greek) *proteus* yang berarti “yang pertama” atau “yang terpenting”. Seorang ahli kimia Belanda yang bernama Mulder, mengisolasi susunan tubuh yang mengandung nitrogen dan menamakannya protein, terdiri dari satuan dasarnya yaitu asam amino (biasa disebut juga unit pembangun protein) (Suhardjo dan Clara, 2002).

Dalam proses pencernaan, protein akan dipecah menjadi satuan - satuan dasar kimia. Protein terbentuk dari unsur-unsur organik yang hampir sama dengan karbohidrat dan lemak yaitu terdiri dari unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O), akan tetapi ditambah dengan unsure lain yaitu nitrogen (N). Molekul protein mengandung pula fosfor, belerang, dan ada jenis protein yang mengandung unsur logam seperti besi dan tembaga.

Molekul protein tersusun dari satuan-satuan dasar kimia yaitu asam amino. Dalam molekul protein, asam-asam amino ini saling berhubungan dengan suatu ikatan yang disebut ikatan peptida (CONH). Satu molekul protein dapat terdiri dari 12 sampai 18 macam asam amino dan dapat mencapai jumlah ratusan asam amino.

a. Ciri-ciri Molekul Protein menurut (Suhardjo dan Clara, 2002) :

1) Berat molekulnya besar, hingga mencapai ribuan bahkan jutaan sehingga merupakan suatu makromolekul.

2) Umumnya terdiri dari 20 macam asam amino, asam amino tersebut berikatan secara kovalen satu dengan yang lainnya dalam variasi urutan yang bermacam-macam membentuk suatu rantai polipeptida.

3) Ada ikatan kimia lainnya

Ikatan kimia lainnya mengakibatkan terbentuknya lengkungan – lengkungan rantai polipeptida menjadi struktur tiga dimensi protein, sebagai contohnya yaitu ikatan hidrogen dan ikatan ion.

4) Struktur tidak stabil terhadap beberapa faktor, antara lain, pH, radiasi, temperatur, dan pelarut organik.

### **2.1.2 Klasifikasi Protein**

1) Berdasarkan Fungsi Biologisnya menurut (Suhardjo dan Clara, 2002) :

a) Protein Enzim

Golongan protein ini berperan pada biokatalisator dan pada umumnya mempunyai bentuk globular. Protein enzim ini mempunyai sifat yang khas, karena hanya bekerja pada substrat tertentu.

Yang termasuk golongan ini antara lain:

(1) Peroksidase yang mengkatalase peruraian hidrogenperoksida.

(2) Pepsin yang mengkatalisa pemutusan ikatan peptida.

(3) Polinukleotidase yang mengkatalisa hidrolisa polinukleotida.

#### b) Protein Pengangkut

Protein pengangkut mempunyai kemampuan membawa ion atau molekul tertentu dari satu organ ke organ lain melalui aliran darah.

Yang termasuk golongan ini antara lain:

(1) Hemoglobin pengangkut oksigen.

(2) Lipoprotein pengangkut lipid.

#### c) Protein Struktural

Peranan protein struktural adalah sebagai pembentuk structural sel jaringan dan memberi kekuatan pada jaringan.

Yang termasuk golongan ini adalah elastin, fibrin, dan keratin.

#### d) Protein Hormon

Adalah hormon yang dihasilkan oleh kelenjar endokrin membantu mengatur aktifitas metabolisme didalam tubuh.

#### e) Protein Pelindung

Protein pada umumnya terdapat pada darah, melindungi organisme dengan cara melawan serangan zat asing yang masuk dalam tubuh.

#### f) Protein Kontraktil

Golongan ini berperan dalam proses gerak, memberi kemampuan pada sel untuk berkontraksi atau mengubah bentuk.

Yang termasuk golongan ini adalah miosin dan aktin.

#### g) Protein Cadangan

Protein cadangan atau protein simpanan adalah protein yang disimpan dan dicadangan untuk beberapa proses metabolisme.

### 2.1.3 Berdasarkan Struktur Susunan Molekul

#### a) Protein Fibriler/Skleroprotein

Protein ini berbentuk serabut, tidak larut dalam pelarut-pelarut encer, baik larutan garam, asam, basa, ataupun alkohol. Berat molekulnya yang besar belum dapat ditentukan dengan pasti dan sukar dimurnikan. Susunan molekulnya terdiri dari rantai molekul yang panjang sejajar dengan rantai utama, tidak membentuk kristal dan bila rantai ditarik memanjang, dapat kembali pada keadaan semula. Kegunaan protein ini terutama hanya untuk membentuk struktur bahan dan jaringan. Contoh protein fibriler adalah kolagen yang terdapat pada tulang rawan, miosin pada otot, keratin pada rambut, dan fibrin pada gumpalan darah (Winarno, 2004).

#### b) Protein Globuler/Sferoprotein

Protein ini berbentuk bola, banyak terdapat pada bahan pangan seperti susu, telur, dan daging. Protein ini larut dalam larutan garam dan asam encer, juga lebih mudah berubah dibawah pengaruh suhu, konsentrasi garam, pelarut asam, dan basa jika dibandingkan dengan protein fibriler. Protein ini mudah terdenaturasi, yaitu susunan molekulnya berubah yang diikuti dengan perubahan sifat fisik dan fisiologiknya seperti yang dialami oleh enzim dan hormon (Winarno, 2004).

### 3) Berdasarkan Komponen Penyusunan

#### a) Protein Sederhana

Protein sederhana tersusun oleh asam amino saja, oleh karena itu pada hidrolisisnya hanya diperoleh asam-asam amino penyusunnya saja. Contoh protein ini antara lain, albumin, globulin, histon, dan prolamin.

#### b) Protein Majemuk

Protein ini tersusun oleh protein sederhana dan zat lain yang bukan protein. Zat lain yang bukan protein disebut radikal prostetik. Yang termasuk dalam protein ini adalah:

- (1) Fosfoprotein dengan radikal prostetik asam fosfat.
- (2) Nukleoprotein dengan radikal prostetik asam nukleat.
- (3) Mukoprotein dengan radikal prostetik karbohidrat.

#### **2.1.4 Berdasarkan Asam Amino Penyusunnya**

##### a) Protein yang tersusun oleh asam amino esensial

Asam amino esensial adalah asam amino yang dibutuhkan oleh tubuh, tetapi tubuh tidak dapat mensintesisnya sendiri sehingga harus didapat atau diperoleh dari protein makanan. Ada 10 jenis asam esensial yaitu isoleusin (ile), leusin (leu), lisin (lys), metionin (met), sistein (cys), valin (val), triptofan (tryp), tirosina (tyr), fenilalanina (phe), dan treonina (tre).

##### b) Protein yang tersusun oleh asam amino non esensial

Asam amino non esensial adalah asam amino yang dibutuhkan oleh tubuh dan tubuh dapat mensintesa sendiri melalui reaksi aminasi reduktif asam keton atau melalui transaminasi. Yang termasuk dalam protein ini adalah alanin, aspartat, glutamat, glutamine (Tejasari, 2005).

#### **2.1.5 Berdasarkan Sumbernya**

##### a) Protein Hewani

Yaitu protein dalam bahan makanan yang berasal dari hewan, seperti protein daging, ikan, ayam, telur, dan susu.

#### b) Protein Nabati

Yaitu protein yang berasal dari bahan makanan tumbuhan, seperti protein jagung, kacang panjang, gandum, kedelai, dan sayuran (Safro, 1990).

### 2.1.6 Berdasarkan Tingkat Degradasi

a) Protein alami adalah protein dalam keadaan seperti protein dalam sel.

b) Turunan protein yang merupakan hasil degradasi protein pada tingkat permulaan denaturasi. Dapat dibedakan sebagai protein turunan primer (protean, metaprotein) dan protein turunan sekunder (proteosa, pepton, dan peptida) (Winarno, 2004).

#### c. Sifat-sifat Fisikimia Asam Amino dan Protein

Sifat fisikimia setiap protein tidak sama, tergantung pada jumlah dan jenis asam aminonya. Berat molekul protein sangat besar sehingga bila protein dilarutkan dalam air akan membentuk suatu dispersi koloidal. Protein ada yang larut dalam air, ada pula yang tidak larut dalam air, tetapi semua protein tidak larut dalam pelarut lemak, misalnya etil eter. Adanya gugus amino dan karboksil bebas pada ujung-ujung rantai molekul protein, menyebabkan protein mempunyai banyak muatan (polielektrolit) dan bersifat amfoter (dapat bereaksi dengan asam maupun dengan basa) (Winarno, 2004).

#### d. Struktur Protein

Struktur asam amino dapat dibagi menjadi beberapa bentuk yaitu struktur primer, sekunder, tersier, dan kuartener :

### 1) Struktur Primer

Susunan linier asam amino dalam protein merupakan struktur primer. Susunan tersebut merupakan suatu rangkain unik dari asam amino yang menentukan sifat dasar dari berbagai protein, dan secara umum menentukan bentuk struktur sekunder dan tersier.

Bila protein mengandung banyak asam amino dan gugus hidrofobik, daya kelarutannya dalam air kurang baik dibandingkan dengan protein yang banyak mengandung asam amino dengan gugus hidrofil.

### 2) Struktur Sekunder

Struktur sekunder adalah struktur protein yang merupakan polipeptida terlipat-lipat, berbentuk tiga dimensi dengan cabang-cabang rantai polipeptidanya tersusun saling berdekatan. Contoh bahan yang mempunyai struktur ini ialah bentuk  $\alpha$ -heliks pada wol, bentuk lipatan-lipatan (wiru) pada molekul-molekul sutera, serta bentuk heliks pada kolagen.

### 3) Struktur Tersier

Bentuk penyusunan bagian terbesar rantai cabang disebut struktur tersier, yaitu susunan dari struktur sekunder yang satu dengan struktur sekunder bentuk lain. Contohnya adalah beberapa protein yang mempunyai bentuk  $\alpha$ -heliks dan bagian yang tidak berbentuk  $\alpha$ -heliks. Biasanya bentuk-bentuk sekunder ini dihubungkan dengan ikatan hidrogen, ikatan garam, interaksi hidrofobik, dan ikatan disulfida.

#### 4) Struktur Kuartener

Struktur ini melibatkan beberapa polipeptida dalam membentuk suatu protein. Ikatan-ikatan yang terjadi sampai terbentuknya protein sama dengan ikatan-ikatan yang terjadi pada struktur tersier (Winarno, 2004).

### 2.1.7 Fungsi Protein

#### 1) Sebagai Enzim

Berperan terhadap perubahan-perubahan kimia dalam sistem biologis.

#### 2) Alat Pengangkut dan Alat Penyimpanan

Banyak molekul dengan BM kecil serta beberapa ion dapat diangkut atau dipindahkan oleh protein-protein tertentu.

#### 3) Pengatur Pergerakan

Protein merupakan komponen utama daging, gerakan otot terjadi karena adanya dua molekul protein yang saling bergeseran.

#### 4) Penunjang Mekanis

Kekuatan dan daya tahan robek kulit dan tulang disebabkan adanya kolagen, suatu protein yang berbentuk bulat panjang dan mudah membentuk serabut.

#### 5) Pertahanan Tubuh

Pertahanan tubuh biasanya dalam bentuk antibodi, yaitu suatu protein khusus yang dapat mengenal dan menempel atau mengikat benda-benda asing yang masuk ke dalam tubuh seperti virus, bakteri, dan sel-sel asing lain.

#### 6) Media Perambatan Impuls Syaraf

Protein yang mempunyai fungsi ini biasanya berbentuk reseptor, misalnya rodopsin, suatu protein yang bertindak sebagai reseptor / penerima warna atau cahaya pada sel-sel mata.

## 7) Pengendalian Pertumbuhan

Protein ini bekerja sebagai reseptor (dalam bakteri) yang dapat mempengaruhi fungsi bagian-bagian DNA yang mengatur sifat dan karakter bahan (Winarno, 2004).

### **2.1.8 Kebutuhan Protein**

Komposisi protein yang mengandung unsur karbon menjadikan protein sebagai bahan bakar sumber energi. Apabila tubuh tidak menerima karbohidrat dan lemak dalam jumlah yang cukup untuk memenuhi kebutuhan tubuh maka protein akan dibakar untuk sumber energi. Dalam hal ini, keperluan tubuh akan energi lebih diutamakan sehingga sebagian protein tidak dapat digunakan untuk membentuk jaringan. Protein mensuplai 4 kalori per gram, tetapi secara ekonomis sumber energi yang berasal dari protein lebih mahal dibandingkan dengan sumber energi yang berasal dari lemak dan karbohidrat. Sebagai dasar perhitungan, kecukupan protein = 10-15 % dari total suplai kalori. Misalnya 10% dari kecukupan energi = 210 kalori = 52,5 gram protein, (1 kalori = 4 gram protein) (Suhardjo dan Clara, 2002).

### **2.1.8 Kekurangan Konsumsi Protein**

#### 1) Kwashiorkor

Kwashiorkor adalah istilah yang digunakan oleh Cecily Williams bagi gejala yang sangat ekstrem yang diderita oleh bayi dan anak - anak kecil akibat kekurangan konsumsi protein yang parah, meskipun konsumsi energi atau kalori telah mencukupi kebutuhan.

## 2) Marasmus

Adalah istilah yang digunakan bagi gejala yang timbul bila anak menderita kekurangan energi (kalori) dan kekurangan protein.

## 3) Busung Lapar

Busung lapar atau juga disebut hunger oedem merupakan bentuk kurang gizi berat yang menimpa daerah minus, yaitu daerah miskin dan tandus yang timbul secara periodik pada masa paceklik, atau karena bencana alam seperti banjir, kemarau panjang, serta serangan hama tanaman (Winarno, 2004)

## 2.2 Tinjauan tentang Kedelai

### 2.2.1 Klasifikasi Kedelai

Berdasarkan klasifikasi tanaman kedelai kedudukan tanaman kedelai dalam sistematika tumbuhan (taksonomi) diklasifikasikan sebagai berikut (Cahyono, 2007) :

Kingdom : Plantae  
 Divisi : Spermatophyta  
 Sub-divisi : Angiospermae  
 Kelas : Dicotyledonae  
 Ordo : Polypetales  
 Famili : Leguminosea  
 Sub-famili : Papilionoideae  
 Genus : Glycine  
 Specie : *Glycine max* (L.) Merrill

Kedelai dikenal dengan berbagai nama: *sojaboom, soja, soja bohne, soybean, kedele, kacang ramang, kacang bulu, kacang gimbol, retak mejong, kaceng bulu,*

*kacang jepun, dekenana, demekun, dele, kadele, kadang jepun, lebuu bawak, 11 lawui, sarupapa tiak, dole, kadule, puwe mon, kacang kuning (aceh) dan gadelei.* Berbagai nama ini menunjukkan bahwa kedelai telah lama dikenal di Indonesia (Padjar, 2010).



**Gambar 2.1 Kedelai (Anonim A, 2012)**

### **2.2.2 Morfologi Kedelai**

Struktur akar tanaman kedelai terdiri atas akar lembaga, akar tunggang dan akar cabang berupa akar rambut. Perakaran kedelai dapat menembus tanah pada kedalaman  $\pm 150$  cm, terutama pada tanah yang subur. Perakaran tanaman kedelai mempunyai kemampuan membentuk bintil (nodula-nodula) akar yang merupakan koloni dari bakteri *Rhizobium japonicum*. Bakteri *Rhizobium* bersimbiosis dengan akar tanaman kedelai untuk menambat Nitrogen bebas dari udara. Unsur nitrogen tersebut dimanfaatkan untuk pertumbuhan tanaman kedelai, sedangkan bakteri *Rhizobium* memerlukan makanan yang berasal dari tanaman kedelai, sehingga proses ini merupakan hubungan hidup yang saling menguntungkan (Rukmana, 1996).

Tanaman kedelai termasuk berbatang semak yang dapat mencapai ketinggian antara 30-100 cm, batang beruas-ruas dan memiliki percabangan antara 3-6 cabang. Daun kedelai mempunyai ciri-ciri antara lain helai daun oval, bagian ujung daun meruncing dan tata letaknya pada tangkai daun bersifat majemuk berdaun tiga (Cahyono, 2007).

Umur keluarnya bunga tergantung pada varietas kedelai, pengaruh suhu, dan penyinaran matahari. Tanaman kedelai menghendaki penyinaran pendek,  $\pm$  12 jam per hari. Tanaman kedelai di Indonesia pada umumnya mulai berbunga pada umur 30 – 50 hari setelah tanam.

Buah kedelai disebut buah polong seperti buah kacang-kacangan lainnya. yang tersusun dalam rangkaian buah. Polong kedelai yang sudah tua ada yang berwarna coklat, coklat tua, coklat muda, coklat kekuning-kuningan, coklat keputih-putihan dan kehitaman. Tiap polong kedelai berisi antara 1 – 5 biji, jumlah polong pertanaman tergantung pada varietas kedelai, kesuburan tanah, dan jarak tanam yang digunakan. Kedelai yang ditanam pada tanah subur pada umumnya dapat menghasilkan antara 100 – 200 polong / pohon (Suhaeni, 2007).

Biji kedelai umumnya berbentuk bulat atau bulat-pipih sampai bulatlonjong. Warna kulit biji bervariasi antara lain kuning, hijau, coklat dan hitam. Ukuran biji berkisar antara 6 – 30 gram/100 biji. Di Indonesia ukuran biji kedelai diklasifikasikan dalam 3 kelas, yaitu biji kecil (6 – 10 gr/100 biji), sedang (11 – 12 gr/100 biji) dan besar (13 gr atau lebih/100 biji). Biji-biji kedelai dapat digunakan sebagai bahan perbanyakan tanaman secara generatif (Cahyono, 2007).

### **2.2.3 Syarat Tumbuh**

#### **2.2.3.1 Iklim**

Tanaman kedelai memerlukan kondisi yang seimbang antara suhu udara dengan kelembapan yang dipengaruhi oleh curah hujan. Secara umum tanaman kedelai memerlukan suhu udara yang tinggi dan curah hujan (kelembapan) yang rendah. Apabila suhu udara rendah dan curah hujan (kelembapan) berlebihan, menyebabkan penurunan kualitas kedelai yang dihasilkan (Suprapti, 2005).

Pada umumnya, kondisi iklim yang paling cocok untuk pertumbuhan tanaman kedelai adalah daerah – daerah yang mempunyai suhu antara 250 - 280 C, kelembaban udara rata-rata 60%, penyinaran matahari 12 jam/hari atau minimal 10 jam/hari, dan curah hujan paling optimum antara 100 - 400 mm/bulan atau berkisar antara 300 - 400 mm/3 bulan (Cahyono, 2007).

Sewaktu masih mudah, kedelai memerlukan iklim basah, menjelang tua memerlukan iklim kering. Untuk memperoleh produksi yang baik, tanaman kedelai memerlukan hawa panas. Jika iklim terlalu basah, kedelai tumbuh subur tetapi produksi bijinya kurang (Suhaeni, 2007).

#### **2.2.3.2 Tanah**

Menurut (Firmanto, 2011), Tanaman kedelai mempunyai daya adaptasi yang luas terhadap berbagai jenis tanah. Kedelai dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah asal drainase (tata air) dan aerasi (tata udara) tanah cukup baik. Dalam praktek di lapangan, sering digunakan pedoman yaitu apabila tanaman jagung dapat tumbuh dengan baik pada suatu jenis tanah, tanaman kedelainya dapat tumbuh baik pada jenis tanah tersebut. Selain itu, tanaman kedelai akan tumbuh dengan baik dan berproduksi tinggi pada tanah yang subur dan gembur, kaya akan

humus atau bahan organik dan memiliki pH (derajat keasaman) antara 5,8 – 7,0 dan ketinggian kurang dari 600 m dpl.

#### **2.2.4 Pertumbuhan dan Produksi Kedelai**

Di Indonesia, kedelai ditanam pada tiga jenis lahan yaitu lahan sawah, lahan kering dan lahan pasang surut. Namun, pada lahan sawah irigasi memiliki potensi yang cukup baik untuk pertumbuhan dan produktivitas tanaman kedelai karena tingkat kesuburan tanahnya relatif subur serta ketersediaan air irigasi yang cukup. Selama pertumbuhan tanaman, kebutuhan air untuk tanaman kedelai sekitar 350550 mm. Masa pertumbuhan kedelai memerlukan air yang tinggi atau kelembaban tanah yang cukup tinggi adalah pada stadia awal vegetatif (perkecambahan), stadia berbunga, serta stadia pembentukan/pengisian polong. Pertumbuhan tanaman kedelai sangat peka terhadap perubahan kondisi lingkungan tumbuh serta menentukan tingkat keberhasilan pertumbuhan tanaman kedelai.

(Adisarwanto, 2008) menjelaskan saat ini, produktivitas kedelai di lahan petani masih cukup beragam, dari 0,50 ton/ha sampai 2,50 ton/ha. Pada tahun 2004 - 2006 terjadi penurunan jumlah petani akibat menurunnya areal tanam kedelai, sedang kebutuhan kedelai ternyata terus meningkat setiap tahunnya yakni seiring dengan semakin meningkatnya jumlah dan tingkat pendapatan penduduk. Ketidakseimbangan antara kemampuan untuk memproduksi kedelai dalam negeri dengan kenaikan permintaan menyebabkan jumlah impor kedelai tiap tahun meningkat. Hal ini program swasembada kedelai memang harus selalu dipacu agar pemenuhan kebutuhan kedelai di dalam negeri tidak selalu mengandalkan impor. Dalam meningkatkan ketersediaan pangan khususnya kedelai, diperlukan

upaya-upaya untuk meningkatkan produksi dan tentunya harus diprogramkan secara teliti, terencana, berjangka panjang dan tepat sasaran. Potensi produktivitas kedelai dapat tercapai bila didukung komponen-komponen teknologi seperti cara tanam, penyiapan lahan, pemupukan, atau pengendalian hama. Hingga saat ini, tingkat adopsi atau penerapan paket teknologi produksi kedelai oleh petani dinilai masih rendah dan jika ada, petani petani tidak menerapkannya secara terpadu semua komponen teknologi yang dianjurkan tetapi hanya satu atau dua komponen yang dianggap paling penting saja (Adisarwanto, 2008).

### **2.3 Tinjauan tentang Tahu**

Tahu merupakan salah satu bahan makanan pokok yang termasuk dalam empat sehat lima sempurna. Tahu juga merupakan makanan yang mengandung banyak gizi dan mudah diproduksi. Untuk memproduksi tahu bahan-bahan yang dibutuhkan hanya berupa kacang kedelai, sehingga saat ini dapat ditemukan banyak pabrik pembuat tahu baik dalam bentuk usaha kecil maupun usaha menengah yang masih menggunakan cara konvensional (Lihannoor, 2010).

Tahu termasuk bahan makanan yang berkadar air tinggi. Besarnya kadar air dipengaruhi oleh bahan penggumpal yang dipakai pada saat pembuatan tahu. Bahan penggumpal asam menghasilkan tahu dengan kadar air lebih tinggi dibanding garam kalsium. Bila dibandingkan dengan kandungan airnya, jumlah protein tahu tidak terlalu tinggi, hal ini disebabkan oleh kadar airnya yang sangat tinggi. Makanan-makanan yang berkadar air tinggi umumnya kandungan protein agak rendah. Selain air, protein juga merupakan media yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme pembusuk yang menyebabkan bahan mempunyai daya awet rendah (Hamid, 2012).

Tahu merupakan produk kedelai non-fermentasi yang disukai dan digemari di Indonesia seperti halnya tempe, kecap, dan tauco. Tahu adalah salah satu produk olahan kedelai yang berasal dari daratan Cina. Pembuatan tahu dan susu kedelai ditemukan oleh Liu An pada zaman pemerintahan Dinasti Han, kira-kira 164 tahun sebelum Masehi. Komposisi zat gizi dalam tahu cukup baik. Tahu mempunyai kadar protein sebesar 8-12%, sedangkan mutu proteinnya yang dinyatakan sebagai NPU sebesar 65%. Tahu juga mempunyai daya cerna yang sangat tinggi karena serat dan karbohidrat yang bersifat larut dalam air sebagian besar terbuang pada proses pembuatannya. Dengan daya cerna sekitar 95%, tahu dapat dikonsumsi dengan aman oleh semua golongan umur dari bayi hingga orang dewasa, termasuk orang yang mengalami gangguan pencernaan (Shurtleff dan Aoyagi 2001).

### **2.3.1 Jenis – jenis tahu**

#### **2.3.1.1 Tahu putih**

Tahu jenis ini biasanya ada yang berbentuk padat. Bentuknya bervariasi mulai dari yang besar hingga yang kecil. Untuk tahu ini biasanya digunakan untuk digoreng, dibuat tahu bacem ataupun dibuat untuk campuran makanan berkuah (Sarwono dan Saragih, 2003).



**Gambar 2.2 Tahu Putih (Sarwono dan Saragih, 2003)**

### 2.3.1.2 Tahu kuning

Biasanya tahu jenis ini padat atau disebut juga dengan tahu takwa. Karena kepadatannya yang lebih dari pada tahu putih ketika dipotong tahu jenis ini tidak mudah hancur (Sarwono dan Saragih, 2003).



**Gambar 2.3 Tahu Kuning (Sarwono dan Saragih, 2003)**

### 2.3.1.3 Tahu sutera

Disebut tahu sutera karena sangat halus. Tahu jenis ini berwarna putih. Karena lembutnya tahu ini, biasanya ketika dijual direndam dalam wadah yang berisi air dan tahu yang di dalamnya terendam (Sarwono dan Saragih, 2003).



**Gambar 2.4 Tahu Sutera (Sarwono dan Saragih, 2003)**

### 2.3.1.4 Tahu kering / kulit tahu

Biasanya jika kita akan menggunakannya kita perlu merendam terlebih dahulu agar lunak. Biasanya disajikan dalam makanan berkuah ataupun dibuat cemilan (Sarwono dan Saragih, 2003).



**Gambar 2.5 Tahu Kering (Koswara, 2011)**

Tahu bersifat mudah rusak. Pada kondisi normal (suhu kamar) daya tahannya rata-rata sekitar 1 – 2 hari saja. Setelah lebih dari batas tersebut rasanya menjadi asam dan terjadi penyimpangan warna, aroma, dan tekstur sehingga tidak layak untuk dikonsumsi. Hal ini disebabkan oleh kadar air dan protein tahu relatif tinggi, masing-masing 86 persen dan 8 – 12 persen. Tahu mengandung lemak 4,8 persen dan karbohidrat 1,6 persen. Dengan komposisi nutrisi tersebut, tahu merupakan media yang cocok untuk pertumbuhan mikroorganisme pembusuk, terutama bakteri (Koswara, 2011).

**Tabel 2.1 : komposisi nilai gizi pada 100 gr tahu segar**

| Komposisi       | Jumlah |
|-----------------|--------|
| Energi (kal)    | 6      |
| Air (g)         | 86,7   |
| Protein (g)     | 7,9    |
| Lemak (g)       | 4,1    |
| Karbohidrat (g) | 0,4    |
| Serat (g)       | 0,1    |
| Abu (g)         | 0,9    |
| Kalsium (mg)    | 150    |
| Besi (mg)       | 0,2    |

|                 |      |
|-----------------|------|
| Vitamin B1(mg)  | 0,04 |
| Vitamin B2 (mg) | 0,02 |
| Niacin (mg)     | 0,4  |

(Sumber : Depkes, 2006)

### 2.3.2 Faktor Yang Mempengaruhi Mutu Tahu

Adapun beberapa faktor yang menyebabkan kerusakan mikrobiologis pada tahu dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

1. Adanya bakteri yang tahan panas seperti golongan pembentuk spora dan bersifat termotoleran
2. Adanya bakteri kontaminan yang mencemari tahu pada saat proses pembuatan tahu sampai selesai
3. Suhu penyimpanan
4. Adanya enzim tahan panas yang dihasilkan oleh jenis mikroba tertentu yang dapat menghidrolisis lemak tahu (Mustafa, 2006).

## 2.4 Limbah industri tahu

Limbah industri tahu adalah limbah yang dihasilkan dalam proses pembuatan tahu maupun pada saat pencucian kedelai. Limbah yang dihasilkan berupa limbah padat dan cair.

### 2.4.1 Limbah Padat

Limbah padat (ampas tahu) merupakan hasil sisa perasan bubur kedelai. Ampas ini mempunyai sifat cepat basi dan berbau tidak sedap kalau tidak segera ditangani dengan cepat. Ampas tahu akan mulai menimbulkan bau yang tidak sedap 12 jam setelah dihasilkan (Lies Suprapti, 2005).

### 2.4.2 Limbah Cair

Limbah cair tahu adalah limbah yang ditimbulkan dalam proses pembuatan tahu dan berbentuk cairan. Limbah cair mengandung padatan tersuspensi maupun terlarut yang akan mengalami perubahan fisika, kimia dan biologis yang akan menghasilkan zat beracun atau menciptakan media untuk tumbuhnya kuman dimana kuman tersebut dapat berupa kuman penyakit ataupun kuman yang merugikan baik pada tahu sendiri maupun tubuh manusia. Selain itu, limbah cair yang berasal dari industri tahu merupakan masalah serius dalam pencemaran lingkungan, karena menimbulkan bau busuk dan pencemaran sumber air. Limbah cair akan mengakibatkan bau busuk dan bila dibuang disungai akan menyebabkan tercemarnya sungai tersebut (Lies Suprapti, 2005).

Limbah cair : sisa air tahu yang tidak menggumpal, potongan tahu yang hancur pada saat proses karena kurang sempurnanya proses penggumpalan. Limbah cair yang dihasilkan mengandung padatan tersuspensi maupun terlarut, akan mengalami perubahan fisika, kimia dan biologi. Perkiraan jumlah limbah cair = 100 kg kedelai bahan baku akan menimbulkan 1,5 – 2 m<sup>3</sup> limbah cair. (Pramudyanti, 2001). Diantara limbah cair dari proses produksi tahu, whey memberikan beban pencemaran terbesar (Wuryanto, 2000), karena whey masih mengandung zat-zat organik seperti protein, karbohidrat dan lemak (Nurhassan, 2001).



**Gambar 2.6 Limbah Cair Hasil Pembuangan Produksi Tahu  
(Wuryanto, 2000)**

## **2.5 Ampas Tahu**

Ampas tahu adalah salah satu jenis makanan yang sangat terkenal di beberapa daerah di Indonesia seperti Jawa Timur dan beberapa daerah lainnya khususnya Sidoarjo, Desa Sepande Kecamatan Candi. Namun bagi daerah perkotaan biasanya memang belum mengenal makanan yang berasal dari tahu ini yaitu ampas tahu. Ampas tahu adalah zat buangan yang diperoleh selama produksi tahu. Dalam pengolahan industri kecil tahu, terdapat limbah padat yang berupa ampas tahu. Sepengetahuan masyarakat lokal, ampas tahu hanya digunakan sebagai pakan ternak dan bahan pembuatan tempe gembus yang dijual murah di pasaran. Ampas tahu sebenarnya memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi diantaranya adalah protein kasar 21,66 %, lemak kasar 2,73 %, serat kasar 20,26 %, kalsium (Ca) 1,09 %, fosfor (P) 0,88 %, dengan energi metabolis sebesar 2.830 kkal/kg. Selain itu, kandungan asam amino lisin dan methionin serta vitamin B kompleks yang cukup tinggi juga terdapat di dalamnya.

Korossi (2002) menyatakan bahwa ampas tahu lebih tinggi kualitasnya dibandingkan dengan kacang kedelai. Sedangkan Pulungan, dkk. (2005) melaporkan bahwa ampas tahu mengandung NDF, ADF yang rendah sedangkan presentase protein tinggi yang menunjukkan ampas tahu berkualitas tinggi, tetapi mengandung bahan kering rendah. Prabowo dkk., (1983) menyatakan bahwa protein ampas tahu mempunyai nilai biologis lebih tinggi daripada protein biji kedelai dalam keadaan mentah, karena bahan ini berasal dari kedelai yang telah dimasak. Ampas tahu juga mengandung unsur-unsur mineral mikro maupun makro yaitu untuk mikro; Fe 200-500 ppm, Mn 30-100 ppm, Cu 5-15 ppm, Co kurang dari 1 ppm, Zn lebih dari 50 ppm (Sumardi dan Patuan, 2003).

Di samping memiliki kandungan zat gizi yang baik, ampas tahu juga memiliki antinutrisi berupa asam fitat yang akan mengganggu penyerapan mineral bervalensi 2 terutama mineral Ca, Zn, Co, Mg, dan Cu, sehingga penggunaannya untuk unggas perlu hati-hati (Cullison, 2000).

Kandungan senyawa pada ampas tahu yang cukup berpotensi adalah sebagai sumber antioksidan alami. Antioksidan adalah senyawa yang berperan untuk memperlambat proses oksidasi lipid baik yang berada dalam tubuh manusia maupun dalam bahan pangan. Antioksidan berfungsi sebagai pencegah beberapa penyakit degeneratif seperti penyakit kardiovaskular, kanker dan aterosklerosis.

Jenis antioksidan yang terdapat dalam ampas tahu adalah senyawa isoflavon. Hasil penelitian (Wahyu, 2004), menunjukkan bahwa ampas tahu masih mengandung 0,98% isoflavon sedangkan pada kedelai yang merupakan bahan baku pembuatan tahu mengandung 5,5 % isoflavon. Penambahan komponen bioaktif isoflavon dalam produk pangan baik makanan maupun minuman akan

menghasilkan pangan yang berkhasiat bagi kesehatan. Pangan yang mengandung senyawa aktif secara fisiologis ini disebut pangan fungsional. Pada beberapa tahun terakhir ini pangan fungsional semakin populer seiring dengan makin tingginya tingkat kepedulian masyarakat untuk menjaga kesehatan. Mengonsumsi pangan fungsional berarti akan diperoleh keuntungan lain selain nilai gizi dan kelezatannya, yaitu adanya pengaruh yang positif terhadap kesehatan tubuh.

Sehingga, dapat disimpulkan perbandingan kandungan gizi penting antara tahu dan ampas tahu adalah sebagai berikut (Schmildz dan Labuza, 2000).

**Tabel 2.2 Klasifikasi Perbedaan Kandungan Gizi Tahu dan Ampas Tahu**

| Kandungan Gizi Tahu        | Kandungan Gizi Ampas Tahu |
|----------------------------|---------------------------|
| Energi 0.63 kkal/kg        | 2.830 kkal/kg             |
| Protein 7.9%               | 21,66%                    |
| Lemak 4.1%                 | 2,73%                     |
| Serat 0.1%                 | 20,26%                    |
| Kalsium (Ca) 0.15%         | 1,09%                     |
| Zat besi (Fe) 2,2 mg/100gr | 200-500 ppm               |
| Isoflavon 5,5 %            | 0,98 %                    |

(sumber : Schmildz dan Labuza, 2000)

Protein merupakan zat pembangun tubuh. Pada anak-anak protein sangat berperan untuk perkembangan tubuh dan sel otaknya. Sedangkan pada orang dewasa protein dapat membangun kembali sel-sel rusak apabila terjadi luka dan memar. Jadi protein merupakan komponen yang penting untuk otot, kulit, tulang, dan tubuh secara keseluruhan. Ampas tahu mengandung jamur *Blakeslea trispora*

yang dapat mengubah minyak kedelai menjadi betakaroten. Zat tersebut merupakan pro vitamin A yang dapat diubah menjadi vitamin A dalam tubuh manusia. Betakaroten adalah salah satu senyawa yang ampuh melawan radikal bebas, serta menjauhkan tubuh dari sel kanker (terutama kanker prostat), efek buruk rokok dan polusi udara serta membantu meningkatkan kekebalan tubuh (Schmildz dan Labuza, 2000).

Ampas tahu juga mengandung antioksidan yang berfungsi melindungi sel tubuh dari kanker kulit, diabetes mellitus, gagal ginjal, penyakit kardiovaskuler, katarak, serta penuaan dini. Rata-rata teknologi industri tahu yang dilakukan masih sederhana, sehingga tingkat efisiensi penggunaan air dan bahan baku masih rendah dan tingkat produksi limbahnya juga relatif tinggi. Kalaupun sudah ada yang mempunyai unit pengolahan limbah hasilnya juga ada yang belum sepenuhnya sesuai yang diharapkan. Kebanyakan para pelanggan mengambil sendiri ampas tahu dari lokasi produksi tahu secara langsung. Tidak semua pemilik industri tahu mengolah sendiri limbah padatnya, dan mengolah ampas tahu menjadi produk yang dapat dimanfaatkan kembali. Kandungan protein Ampas tahu yang masih tinggi, maka dimungkinkan untuk dimanfaatkan kembali menjadi kecap, taoco, tepung yang dapat digunakan dalam pembuatan berbagai makanan (kue kering, cake, lauk pauk, kerupuk, dll). Pada pembuatan kue dan aneka makanan, pemakaian tepung tahu tersebut dapat disubstitusikan ke dalam gandum. Pemakaian tepung ampas tahu sebagai bahan substitusi gandum mempunyai manfaat antara lain dihasilkannya suatu produk yang masih mempunyai nilai gizi dan nilai ekonomi serta lingkungan menjadi bersih (Schmildz dan Labuza, 2000).



**Gambar 2.7 Ampas Tahu (Schmildz dan Labuza, 2000)**

### **2.5.1 Manfaat Ampas Tahu**

Karakter ampas sama seperti tahu yang memiliki warna yang lebih putih dan lembut. Disinal ampas tahu dapat diolah menjadi berbagai macam jenis makanan lainnya yang juga memiliki gizi yang cukup untuk tubuh. Manfaat ampas tahu lainnya juga dapat digunakan untuk makanan hewan.

Ampas tahu pada awalnya hanya menjadi makanan sederhana yang tidak terlalu disukai oleh banyak orang. Tapi nilai gizi dan manfaat ampas tahu ternyata sangat baik untuk manusia dan konsumen lain. Berikut ini adalah beberapa manfaat ampas tahu (Cullison, 2000).:

#### **2.5.1.1 Diolah menjadi tempe**

Salah satu jenis olahan dari ampas tahu yang banyak ditemukan di daerah Jawa Timur adalah tempe menjos / gembus. Tempe ini diolah dari ampas tahu yang diproses dengan ragi seperti jenis ragi untuk membuat tempe kedelai. Proses untuk membuat ampas tahu sangat mudah, bahan yang tidak banyak dan hasil lebih banyak. Tempe menjos bisa dimasak menjadi berbagai olahan sesuai dengan selera. Di daerah Jawa Timur tempe menjos biasanya dijual dengan harga yang lebih murah. Makanan ini tidak hanya sehat tapi juga penuh nutrisi.



**Gambar 2.8 Tempe (Cullison, 2000)**

#### **2.5.1.2 Makanan sapi dari ampas tahu**

Ampas tahu juga sering dimanfaatkan oleh peternak sapi sebagai sumber makanan untuk sapi. Ampas tahu mengandung jumlah kalori yang sangat tinggi sehingga bisa menjadi sumber tenaga untuk sapi. Selain itu, kandungan nutrisi lain pada ampas tahu juga bisa memenuhi gizi yang baik untuk sapi.

Sapi yang diberi makanan dari ampas tahu biasanya lebih cepat gemuk dibandingkan sapi yang tidak diberi ampas tahu. Biasanya para peternak mencampur ampas tahu dengan sari rebusan kedelai sehingga disukai oleh sapi.



**Gambar 2.9 Pakan Ternak Sapi dari Ampas Tahu (Cullison, 2000)**

#### **2.5.1.3 Sumber pakan ikan dari ampas tahu**

Ampas tahu juga bisa diolah menjadi sumber pakan ikan. Kandungan protein yang tinggi bisa membuat pertumbuhan dan perkembangan ikan menjadi lebih cepat. Cara pengolahan ampas tahu untuk pakan ikan adalah dengan menyimpan ampas tahu dalam sebuah tempat yang terbuka

Kemudian untuk mengembangkan mikroorganisme maka ampas tahu diberi beberapa bahan tambahan seperti putih telur maupun sisa masakan ikan, setelah beberapa hari dan banyak ditemukan mikroorganisme maka ampas tahu bisa diberikan kepada ikan. Ikan ternak seperti lele menjadi ikan yang sangat suka dengan jenis pakan ini.



**Gambar 2.10 Pakan Ternak Ikan dari Ampas Tahu (Cullison, 2000)**

#### **2.5.1.4 Produksi Nata de Soya**

Manfaat ampas tahu lainnya juga bisa diolah menjadi jenis makanan lain dan memiliki nilai gizi yang tinggi. Olahan Nata de Soya adalah jenis makanan yang dihasilkan dari fermentasi ampas tahu. Nata de soya merupakan salah satu hasil pengolahan ampas tahu sehingga menjadi bahan makanan putih, kenyal, dan lezat.

Pengolahan nata de soya menggunakan jenis bakteri bacillus amyloliquefaciens. Pengolahan ampas tahu menjadi nata de soya bisa meningkatkan nilai gizi dan meningkatkan konsumsi masyarakat.



**Gambar 2.11 Nata De Soya (Cullison, 2000)**

#### **2.5.1.5 Ampas tahu sebagai pupuk organik**

Manfaat ampas tahu tidak hanya berguna untuk makanan saja, namun juga dapat dijadikan pupuk. Kesadaran masyarakat untuk mengembangkan tanaman organik semakin tinggi. Hal ini diikuti dengan perkembangan system pertanian dan pupuk organik. Ampas tahu sebagai bahan limbah dari proses pengolahan tahu ternyata bisa dimanfaatkan sebagai sumber bahan pupuk organik.

Ampas tahu mengandung beberapa mineral seperti nitrogen, fosfat dan kalium. Tiga jenis senyawa ini sangat penting untuk menyuburkan tanaman. Ampas tahu bisa dibentuk menjadi pupuk organik cair, maupun padat. Senyawa organik yang ditemukan dalam ampas tahu juga lebih banyak sehingga sangat aman untuk dikonsumsi manusia.



### **Gambar 2.12 Pupuk Dari Ampas Tahu (Cullison, 2000)**

#### **2.5.1.6 Tepung ampas tahu**

Manfaat ampas tahu juga bisa digunakan dalam bentuk tepung. Ampas tahu mengandung kalori dan protein dalam jumlah yang cukup tinggi. Ampas tahu akan diolah menjadi tepung seperti jenis tepung beras maupun tepung gandum. Produksi dari tepung ampas tahu bisa dimanfaatkan untuk membuat kue dan jenis makanan lain. Dalam sebuah penelitian yang dikembangkan terbukti bahwa tepung ampas tahu sangat baik untuk mendukung pertumbuhan anak – anak.



**Gambar 2.13 Tepung Ampas Tahu (Cullison, 2000)**

#### **2.5.1.7 Ampas tahu untuk pakan unggas**

Ampas tahu sudah sejak lama diolah menjadi berbagai jenis makanan untuk manusia. Sekarang ampas tahu banyak digunakan sebagai bahan makanan khusus untuk hewan ternak. Ayam dan bebek menjadi hewan yang sangat suka dengan ampas tahu. Campuran ampas tahu dengan sisa penggilingan kelapa terbukti bisa meningkatkan pertumbuhan unggas.



**Gambar 2.14 Pakan Unggas dari Ampas Tahu (Cullison, 2000)**

#### **2.5.1.8 Ampas tahu menjadi olahan kerupuk**

Kerupuk biasanya diolah dari beberapa campuran jenis tepung dan ikan. Namun bagi orang yang alergi ikan tertentu tepung maka tidak bisa makan kerupuk. Sekarang kerupuk bisa diolah dari ampas tahu yang telah diproses dengan beberapa tahap. Ampas tahu akan diseleksi dan disaring untuk mengeluarkan kotoran. Setelah itu ampas tahu yang sudah benar – benar bersih akan dicampur dengan tepung dan ikan atau jenis perasa lain. Ampas tahu memberikan sumbangan antioksidan yang cukup tinggi dalam pengolahan kerupuk (Warintek, 2011).



**Gambar 2.15 Kerupuk Ampas Tahu (Matang) (Warintek, 2011)**

Manfaat ampas tahu memang bisa digunakan menjadi beberapa sumber makanan pengganti untuk manusia maupun hewan ternak. Namun mengingat ampas tahu merupakan termasuk jenis limbah, maka cara pengolahan dan konsumsi harus dilakukan dengan hati – hati. Ampas tahu bisa mengandung beberapa jenis bakteri apabila diolah dengan cara yang kurang higienis. Untuk itu konsumsi ampas tahu sebagai sumber pangan harus didapatkan dari pengolahan tahu yang bersih dan sehat (Warintek, 2011).

## **2.6 Kerupuk Ampas Tahu**

Kerupuk merupakan makanan khas Indonesia dan sudah sangat dikenal oleh masyarakat. Kerupuk sangat beragam dalam bentuk, ukuran, warna, bau, rasa, kerenyahan, ketebalan ataupun nilai gizinya (Purba dan Rusmarilin, 2006).

Kerupuk atau krupuk adalah makanan ringan yang dibuat dari adonan tepung tapioka dicampur bahan perasa seperti udang, ikan atau bahan perasa yang lain. Kerupuk dibuat dengan mengukus adonan sebelum dipotong tipis-tipis, dikeringkan di bawah sinar matahari atau alat pengering lain dan digoreng dengan minyak goreng yang banyak (Warintek, 2011).

Kerupuk bertekstur garing dan sering dijadikan pelengkap untuk berbagai makanan Indonesia seperti nasi goreng dan gado-gado. Kerupuk udang dan kerupuk ikan adalah jenis kerupuk yang paling umum dijumpai di Indonesia. Kerupuk berharga murah seperti kerupuk aci hanya dibuat dari adonan sagu dicampur garam, bahan pewarna makanan. Kerupuk biasanya dijual di dalam kemasan yang belum digoreng. Kerupuk ikan dari jenis yang sulit mengembang ketika digoreng biasanya dijual dalam bentuk sudah digoreng.

Kerupuk terbuat dari adonan yang bahan utamanya adalah pati. Berbagai bahan berpati dapat diolah menjadi kerupuk, diantaranya adalah ubi kayu, ubi jalar, beras, sagu, terigu, tapioka dan talas. Pada umumnya pembuatan kerupuk adalah sebagai berikut : bahan berpati dilumatkan bersama atau tanpa bumbu, kemudian dimasak (direbus atau dikukus) dan dicetak berupa lempengan tipis lalu dijemur yang disebut kerupuk kering. Sebelum dikonsumsi, kerupuk kering digoreng atau dipanggang terlebih dahulu (Warintek, 2011).

Semakin banyak penambahan bahan baku bukan pati semakin kecil pengembangan kerupuk pada saat penggorengan dan pengembangan menentukan kerenyahannya. Granula pati yang tidak terglatinisasi secara sempurna akan menghasilkan daya pengembang yang rendah selama penggorengan produk akhirnya. Granula-granula pati yang terglatinisasi sempurna akan mengakibatkan pemecahan sel-sel pati lebih baik selama penggorengan (Siaw et al., 2005).

Berdasarkan penggunaan proteinnya, kerupuk dibagi menjadi kerupuk tidak bersumber protein dan kerupuk bersumber protein. Kerupuk sumber protein merupakan kerupuk yang mengandung protein, baik protein hewani maupun

nabati. Sedangkan kerupuk bukan sumber protein, tidak ditambahkan bahan sumber protein seperti ikan, udang, kedelai dan sebagainya dalam proses pembuatannya.

Adapun syarat mutu kerupuk menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) :

**Tabel 2.3 Syarat Mutu Kerupuk Menurut SNI Kriteria Uji Satuan Persyaratan Kerupuk Protein dan Non Protein**

| Kriteria Uji     | Satuan | Persyaratan Kerupuk Non Protein | Persyaratan Kerupuk Protein |
|------------------|--------|---------------------------------|-----------------------------|
| Bau, rasa, warna | -      | Normal                          | Normal                      |
| Benda asing      | %b/b   | Tidak nyata                     | Tidak nyata                 |
| Abu              | %b/b   | Maks 2                          | Maks 2                      |
| Air              | %b/b   | Maks 12                         | Maks 12                     |
| Protein          | %b/b   | -                               | Min 5                       |

(sumber : Badan Standarisasi Nasional, 1999)

Kerupuk Ampas Tahu atau krupuk adalah makanan ringan yang dibuat dengan bahan utama tepung tapioka (kanji). Kerupuk dapat diberi perasa dengan tambahan ikan, udang maupun bumbu lain. Karakteristik kerupuk yang baik adalah bertekstur halus, bersifat ringan dan garing renyah setelah digoreng. Proses pembuatan kerupuk ampas tahu dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu memanfaatkan limbah padat sebagai bahan tambahan dan menggunakan tepung ampas tahu sebagai bahan substitusi tepung tapioka pada pembuatannya. Prosedur yang dilakukan dalam pembuatan kerupuk adalah mencampur semua bahan dan bumbu menjadi adonan, kemudian adonan dibuat seperti lontong dan dibungkus plastik. Kemudian dikukus sampai matang. Setelah matang, bungkus plastik dibuka dan adonan diangin-anginkan supaya dingin selama 1 malam.

Adonan kemudian diiris tipis-tipis dan dikeringkan di bawah sinar matahari atau cabinet dryer sampai kering (Siaw et al., 2005).



**Gambar 2.16 Kerupuk Ampas Tahu (Mentah) (Siaw et al, 2005)**