

# Teknologi Pascapanen

# KEDELAI

33.34-156  
UI

SCIENCE . INNOVATION . NETWORKS



**Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian**  
**Kementerian Pertanian**

[www.litbang.deptan.go.id](http://www.litbang.deptan.go.id)



# Teknologi Pascapanen Kedelai

Suismono  
Sri Widowati  
Sigit Nugraha



Tgl. diterima 23-11-2016  
No. induk 49/D/2016  
No. bahan P  
Kategori



KEMENTERIAN PERTANIAN  
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN  
BALAI BESAR PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PASCAPANEN PERTANIAN



ISBN : 978-602-1280-24-9

Penulis :

Suismono

Sri Widowati

Sigit Nugraha

Penerbit :

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian  
Kampus Penelitian Pertanian-Cimanggu, Jl. Tentara Pelajar No. 12, Bogor 16114  
Telepon : 0251-8321762; Faksimili : 0251-8350920

Dicetak atas biaya DIPA BB Pascapanen TA 2014

## KATA PENGANTAR

Kedelai merupakan tanaman pangan berupa semak yang tumbuh tegak termasuk salah satu tanaman polong-polongan yang menjadi bahan dasar banyak makanan dari Asia Timur seperti kecap, tahu dan tempe. Berdasarkan peninggalan arkeologi, tanaman ini telah dibudidayakan sejak 3500 tahun yang lalu di Asia Timur.

Kedelai merupakan sumber utama protein nabati dan minyak nabati karena akarnya memiliki bintil pengikat nitrogen bebas, sehingga kedelai merupakan tanaman dengan protein tinggi. Penghasil kedelai utama dunia adalah Amerika Serikat meskipun kedelai praktis baru dibudidayakan masyarakat di luar Asia setelah 1910.

Buku teknologi pascapanen kedelai ini merupakan serangkaian hasil penelitian dan pemanfaatan serta studi literature yang mengurai sekilas tanaman kedelai, penanganan pascapanen, pengolahan pascapanen serta produk-produk berbasis kedelai untuk pangan masyarakat dengan kandungan gizi yang terkandung dalam kedelai.

Buku ini diharapkan dapat menjadi salah satu sumber informasi yang dapat meningkatkan wawasan pembaca tentang kedelai sebagai salah satu komoditas pangan yang potensial. Selanjutnya, diharapkan saran dan kritik membangun atas segala kekurangan yang terdapat pada buku ini untuk perbaikan mendatang.

Kepala Balai Besar,

**Ir. Rudy Tjahjohutumo, MT**



# DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL .....	ix
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
BAB II. KARAKTERISTIK BIJI KEDELAI .....	2
2.1. Sifat fisikokimia kedelai .....	2
2.2. Kerusakan biji kedelai .....	5
2.3. Mutu kedelai .....	6
BAB III. PANEN DAN PASCAPANEN KEDELAI .....	7
3.1. Tahap Pemanenan .....	7
3.2. Tahap Pengumpulan .....	10
3.2. Tahap Pengangkutan .....	10
3.3. Tahap Pengeringan .....	12
3.4. Tahap Perontokan .....	14
3.6. Penyimpanan Kedelai Konsumsi .....	16
BAB IV. PENGOLAHAN KEDELAI .....	17
4.1. Produk olahan kedelai non fermentasi .....	18
4.1.1. Tahu .....	18
4.1.2. Kembang Tahu (Yuba) .....	21
4.1.3. Susu kedelai cair .....	23
4.1.4. Susu kedelai bubuk .....	25
4.1.5. Tepung kedelai .....	27
4.2. Produk olahan kedelai fermentasi .....	29
4.2.1. Tempe .....	29
4.3. Produk olahan tempe .....	34
4.3.1. Kecap .....	35
4.3.2. Tauco .....	38
4.3.3. Soyghurt .....	39
4.3.4. Keju kedelai .....	40
DAFTAR PUSTAKA .....	41



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1	Stuktur biji Kedelai (Shurtleff dan Aoyagi, 1979) ..... 3
Gambar 2	Mutu Kedelai di pasaran ..... 6
Gambar 3	Tingkat kemasakan tanaman kedelai ..... 7
Gambar 4	Cara panen kedelai secara manual ..... 9
Gambar 5	Cara pengumpulan brangkasan kedelai hasil panen ..... 10
Gambar 6	Pengangkutan brangkasan kedelai secara manual (A), dengan gerobag (B), motor (C) dan mobil (D) ..... 11
Gambar 7	Penjemuran brangkasan kedelai ..... 12
Gambar 8	Proses pengeringan brangkasan kedelai dengan mesin pengering Bad Dryer ..... 13
Gambar 9	Proses perontokan brangkasan kedelai secara manual dan masinal (alat perontok) ..... 15
Gambar 10	Proses perontokan brangkasan kedelai dengan mesin perontok ..... 15
Gambar 11	Klasifikasi produk olahan kedelai ..... 18
Gambar 12	Diagram alir pembuatan tahu ..... 19
Gambar 13	Produk tahu ..... 20
Gambar 14	Diagram alir proses pembuatan kembang tahu secara tradisional .... 22
Gambar 15	Diagram alir proses pembuatan susu kedelai tradisional ..... 24
Gambar 16	Proses pembuatan tempe kedelai ..... 32
Gambar 17	Diagram alir pembuatan kecap secara fermentasi ..... 37
Gambar 18	Diagram alir proses pembuatan tauco ..... 39
Gambar 19	Diagram alir proses pembuatan <i>soyghurt</i> ..... 40



## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Komposisi zat gizi kedelai tiap 100 gram .....	4
Tabel 2. Spesifikasi persyaratan kedelai (SNI 01-3922-1995) .....	6
Tabel 3. Komposisi Gizi Kedelai dan Tempe per 100 g bahan kering .....	33
Tabel 4. Perbandingan Nilai Gizi Kedelai Rebus dan Tempe per 100 g Bahan Basah .....	34

## I. PENDAHULUAN

Kedelai merupakan tanaman pangan berupa semak yang tumbuh tegak. Kedelai jenis liar *Glycine ururiensis*, merupakan kedelai yang menurunkan berbagai kedelai yang kita kenal sekarang (*Glycine max* (L) Merrill), berasal dari daerah Manshukuo (Cina Utara). Di Indonesia dibudidayakan mulai abad ke-17 sebagai tanaman makanan dan pupuk hijau. Penyebaran tanaman kedelai ke Indonesia berasal dari daerah Manshukuo menyebar ke daerah Mansyuria, Jepang (Asia Timur) dan ke negara-negara lain di Amerika dan Afrika. Taksonomi kedelai adalah termasuk dalam familia Leguminosae, subfamili Papilionoidae, genus *Glycine* dan species *Glycine max* (L).

Kedelai dikenal dengan berbagai nama: sojaboom, soja, soja bohne, soybean, kedele, kacang ramang, kacang bulu, kacang gimbol, retak mejong, kacang bulu, kacang jepun, dekenana, demekun, dele, kadele, kadang jepun, lebei bawak, lawui, sarupapa tiak, dole, kadule, puwe mon, kacang kuning (aceh) dan gadelei. Berbagai nama ini menunjukkan bahwa kedelai telah lama dikenal di Indonesia.

Kedelai menjadi sumber gizi protein nabati utama karena akarnya memiliki bintil pengikat nitrogen bebas, sehingga kedelai merupakan tanaman dengan kadar protein tinggi. Tanaman kedelai digunakan sebagai pupuk hijau dan pakan ternak.

Penanganan pascapanen kedelai adalah semua kegiatan yang dilakukan sejak kedelai dipanen sampai dipasarkan. Dengan demikian kegiatan penanganan pascapanen kedelai meliputi penentuan saat panen, pemanenan, pengangkutan, pengeringan, perontokan, penyimpanan dan pengolahan.

Masalah utama dalam penanganan pascapanen kedelai adalah aspek *susut*, *mutu* dan *rendemen* produk kedelai, baik produk setengah jadi (*intermediate product*) maupun produk akhir (*end product*). Teknologi untuk menekan susut bobot dan mempertahankan mutu dan rendemen produk kedelai akan terus berkembang. Penanganan pascapanen bertujuan untuk (a) menjaga kualitas atau mutu kedelai agar tetap tinggi seperti mutu yang ada pada saat panen, (b) menekan terjadinya kehilangan secara kuantitatif (susut) pada semua tahap penanganan pascapanen, dan (c) mendapatkan harga jual produk hasil panen yang tinggi. Untuk mencapai ketiga tujuan tersebut diatas, maka cara-

cara penanganan pascapanen kedelai secara konvensional yang umum dilakukan petani perlu dicermati. Cara penanganan yang baik perlu diteruskan, jika memungkinkan menggunakan peralatan mekanis yang tepatguna.

Susut bobot dan rendemen produk hasil pertanian sangat ditentukan oleh varietas, agroekosistem, teknik budidaya, penanganan pascapanen, pengolahan, ketrampilan sumber daya manusia (SDM), peralatan dan sosial budaya setempat (Suismono, 2013). Sedangkan mutu produk ditentukan oleh faktor kerusakan baik secara mekanis, fisik, kimiawi, biokimiawi, fisiologis dan biologis.

Oleh karena itu, penyajian buku Teknologi Pascapanen Kedelai ini membahas tentang karakteristik biji kedelai, penanganan pascapanen dan pengolahan kedelai.

## **II. KARAKTERISTIK KEDELAI**

### **II.1. Sifat Fisikokimia Kedelai**

Varietas kedelai banyak ragamnya, antara lain varietas Lokon, Willis, Galunggung, Guntur, Muria, Orba dan lain-lain. Jenis yang paling banyak beredar di pasaran adalah jenis Lokon dan Willis. Lokon biasanya berukuran agak besar sedangkan Willis lebih kecil (Soeprpto, 1989).

Secara fisik, berdasarkan warna kulit, kedelai dapat dikelompokkan menjadi 4 jenis :

1. Kedelai kuning adalah kedelai yang kulit bijinya berwarna kuning, putih atau hijau. Apabila dipotong melintang memperlihatkan warna kuning pada irisan keping bijinya. Kedelai kuning inilah yang biasanya sebagai bahan baku tempe.
2. Kedelai hitam adalah kedelai yang kulit bijinya berwarna hitam.
3. Kedelai hijau adalah kedelai yang kulit bijinya berwarna hijau, jika dipotong melintang memperlihatkan warna hijau pada irisan keping bijinya.
4. Kedelai coklat adalah kedelai yang kulit bijinya berwarna coklat.

Berdasarkan bentuk biji kedelai tergantung dari varietasnya, yaitu dapat berbentuk bulat, agak gepeng, dan sebagian besar bulat telur.

Berdasarkan besar dan bobotnya, kedelai dikelompokkan menjadi 3, yakni :

1. Kedelai biji besar, jika bobotnya lebih dari 13 gram/100 biji
2. Kedelai sedang, jika bobotnya 11-13 gram/100 biji
3. Kedelai kecil, jika bobotnya 7-11 gram/100 biji.

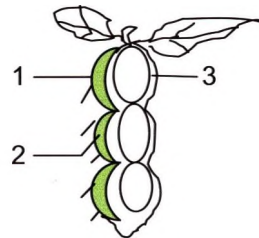
Secara morfologi, polong kedelai terdiri dari kulit polong dan biji kedelai. Struktur biji kedelai terdiri atas 3 bagian utama, yaitu kulit (hull) keeping biji (kotiledon) dan hipokotil. Biji kedelai berkeping dua, terbungkus kulit biji dan tidak mengandung jaringan endosperma. Embrio terletak diantara keping biji. Warna kulit biji kuning, hitam, hijau, coklat. Puser biji (hilum) adalah jaringan bekas biji melekat pada dinding buah. Bentuk biji kedelai umumnya bulat lonjong tetapi ada pula yang bundar atau bulat agak pipih.

Secara kimiawi, Biji kedelai kaya protein dan lemak nabati serta beberapa bahan gizi penting lain, misalnya vitamin (asam fitat), lesitin dan isoflavon.



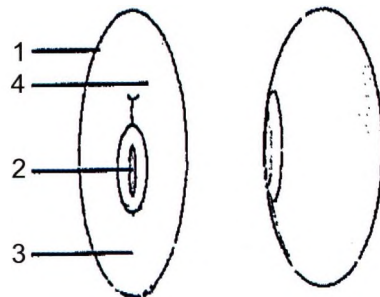
Polong kedelai

Keterangan :  
1 = kulit polong  
2 = bulu  
3 = biji kedelai



Biji kedelai

Keterangan :  
1 = kulit biji  
2 = helium.  
3 = hipokotil  
4 = keeping biji



**Gambar 1.** Struktur biji kedelai (Shuttleff dan Aoyagi, 1979).

Kadar protein kedelai 25-30% dan lemak sebesar 15% (Tabel 1 dan 2). Kandungan protein yang tinggi ini cocok untuk bahan baku pembuatan produk tahu dan tempe. Sedangkan kandung lemak yang tinggi sebagai bahan minyak kedelai.

Kedelai mengandung senyawa isoflavon untuk mengganti sel yang sudah tua. Isoflavon adalah zat yang ditemukan dalam kedelai dan dikenal pula sebagai phytoestrogen. Isoflavon menunjukkan efek yang menguntungkan jika dikonsumsi dalam jumlah yang tepat. Isoflavon bermanfaat antara lain untuk mencegah penyakit tulang, menurunkan kolesterol jahat, dan mencegah kanker. Manfaat isoflavon kedelai bagi kesehatan antara lain : (1) Sebagai antioksidan, maka kedelai mengandung senyawa yang disebut isoflavon, di mana bermanfaat untuk memperbaiki sel dan mencegah kerusakan sel yang disebabkan oleh polusi, sinar matahari dan proses tubuh yang normal, (2) Isoflavon dalam kedelai membantu dalam mengurangi kolesterol LDL (kolesterol "jahat") serta penurunan kemungkinan pembekuan darah. Sehingga mengurangi risiko penyakit jantung dan stroke. Penelitian menunjukkan, konsumsi susu yang mengandung 25 gram protein kedelai selama sembilan minggu mengakibatkan penurunan 5% kolesterol LDL rata-rata, (3) Isoflavon melawan sel-sel kanker seperti kanker rahim, payudara dan prostat, (4) Isoflavon yang hadir dalam makanan kedelai berfungsi untuk menghambat kerusakan tulang sehingga mencegah osteoporosis, dan (5) Isoflavon pada kedelai membantu pengaturan estrogen dan mengurangi rasa panas pada badan (*hot flushes*) pada wanita menopause.

**Tabel 1.** Komposisi zat gizi kedelai tiap 100 gram.

Zat gizi	Kedelai basah	Kedelai kering
Energi (kkal)	286,0	331,0
Protein (g)	30,2	34,9
Lemak (g)	15,6	18,9
Karbohidrat (g)	30,1	34,8
Kalium (g)	196,0	227,0
Fosfor (g)	506,0	585,0
Besi (mg)	6,9	8,0
Vit.A (SI)	95,0	110,0
Vit B (mg)	0,93	1,07
Air (g)	20,0	7,5

Sumber : Anonim (2000).

Biji kedelai mengandung enzim lipoksigenase yang bila teroksidasi akan menghasilkan aroma langu yang tidak disenangi konsumen.

## 2.2. Kerusakan Biji Kedelai

Kerusakan biji kedelai dapat terjadi oleh faktor mekanis, fisik, kimia, fisiologi dan biologis.



Butir belah/pecah

*Kerusakan fisik.* Biji belah adalah biji kedelai yang rusak secara fisik dimana kulit dan bijinya pecah (terlepas), biji terpotong dan keeping-keepingnya terlepas selama proses perontokan.



Butir warna lain

Butir warna lain disebabkan oleh adanya tercampurnya varietas lain baik saat tanam maupun selama proses pascapanen.

*Kerusakan secara kimiawi.* Biji kedelai mengandung enzim lipoksigenase yang bila teroksidasi akan menghasilkan aroma langu yang tidak disenangi konsumen. Hal ini sering terjadi pada proses pembuatan susu kedelai. Untuk menginaktifkan enzim lipoksigenase tersebut selama proses penggilingan kedelai menjadi bubur disertai dengan pemberian air hangat.



Butir keriput

*Kerusakan fisiologis.* Butir kedelai yang berubah bentuknya dan keriput, termasuk biji yang sangat muda atau tidak sempurna pertumbuhannya.



Butir rusak

*Kerusakan biologis.* Butir rusak kedelai pada umumnya disebabkan oleh adanya serangan hama ulat polong kedelai dan bercak oleh jamur selama di lapang. Keterlambatan dalam perawatan kedelai brangkasan akan dapat menyebabkan kerusakan seperti biji busuk, berjamur, berwarna lain dan kerusakan ose yang disebabkan oleh serangan insek maupun hama-hama lain.

### 2.3. Mutu kedelai

Empat jenis kedelai : Kedelai kuning, kedelai hitam, kedelai hijau dan kedelai campur, klasifikasi mutu, persyaratan mutu secara umum dan khusus, cara pengambilan contoh, syarat penandaan dan cara pengemasan (Tabel 2).

**Tabel 2.** Spesifikasi persyaratan mutu kedelai (SNI 01-3922-1995).

Komponen mutu	Satuan	Persyarata mutu			
		I	II	III	IV
Kadar air	(%.maks)	13	14	14	16
Butir belah	(%.maks)	1	2	3	5
Butir rusak	(%.maks)	1	2	3	5
Butir warna lain	(%.maks)	1	3	5	10
Kotoran	(%.maks)	0	1	2	3
Butir keriput	(%.maks)	0	1	3	5

Sumber : BSN (1995).



**Gambar 2.** Mutu kedelai di pasaran.

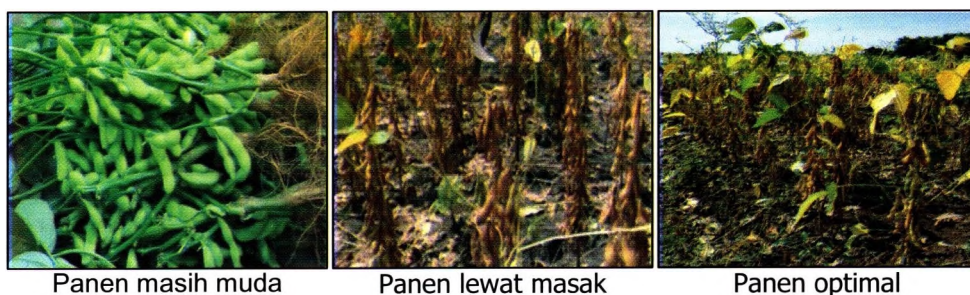
### III. PENANGANAN PASCAPANEN KEDELAI

#### 3.1. Tahap Panen

*Penentuan saat panen* sangat penting dalam penanganan pascapanen kedelai karena panen yang terlambat atau lebih awal akan merugikan. Bila terlambat panen pada musim kemarau, menyebabkan biji kedelai yang sudah tua dan kering, sehingga kulit polong retak-retak atau pecah dan biji lepas berhamburan. Biji keluar jatuh sebelum panen dan selama panen sehingga banyak kehilangan hasil dan menurunkan produktivitasnya. Disamping itu, buah akan gugur akibat tangkai buah mengering dan lepas dari cabangnya. Sedangkan penundaan panen, jika musim hujan, akan menyebabkan banyak biji yang membusuk ditumbuhi cendawan. Mutu benih yang baik, memperkecil risiko pecahnya polong di lapang, serta menghindari biji bercendawan, panen kedelai sebaiknya dilakukan segera setelah kadar air biji di bawah 18% basis basah (bb), sebelum terjadi pembasahan kembali oleh hujan. Pemanenan kedelai yang terlalu awal yakni stadium belum cukup umurnya atau polongnya masih hijau dapat mengakibatkan kuantitas dan kualitas produksi menurun. Selain itu, pemanenan yang terlalu awal dapat menyebabkan polong mudah busuk, bercendawan, dan berkeriput sehingga mutu bijinya kurang baik. Jika biji dipergunakan untuk benih akan rendah daya kecambahnya.

Panen kedelai ditentukan oleh umur panen, tingkat kemasakan dan kadar air polong/biji kedelai.

- 1). **Umur panen** kedelai banyak ditentukan oleh varietas. Masing-masing varietas kedelai mempunyai umur panen optimum yang berbeda. Kedelai yang akan dipanen pada umur sekitar 80-110 hari, tergantung



**Gambar 3.** Tingkat kemasakan tanaman kedelai.

pada varietas dan ketinggian tempat. Kedelai yang akan digunakan sebagai bahan konsumsi dipetik pada usia 80-100 hari, sedangkan untuk dijadikan benih dipetik pada umur 100-110 hari, agar kemasakan biji betul-betul sempurna dan merata. Berdasarkan varietasnya terdapat varietas umur pendek atau genjah yaitu kedelai yang sudah dapat mencapai umur panen kurang dari 80 hari, kedelai umur sedang yaitu dapat mencapai umur panen pada 80-85 hari, dan kedelai umur dalam yang mencapai umur panen lebih dari 86 hari. Keragaman umur panen disebabkan antara lain oleh perbedaan musim tanam, tinggi tempat, suhu udara, dan ketersediaan air. Perbedaan umur panen antara daerah dataran tinggi dengan daerah dataran rendah sekitar 10-20 hari. Kedelai dapat dipanen pada umur muda, terutama untuk kedelai sayur dan kedelai rebus, dan kedelai yang dipanen pada umur masak optimum, terutama kedelai untuk bahan pangan dan benih. Penentuan saat panen kedelai yang tepat sangat penting karena umur panen berpengaruh terhadap kualitas dan kuantitas biji yang akan diperoleh.

- 2). **Tingkat kemasakan** secara visual ditandai dengan sebagian besar daun (90-95%) sudah menguning kecoklatan lalu gugur, tetapi bukan karena serangan hama atau penyakit dan polong berwarna kuning kecoklatan, keras dan retak-retak, batang berwarna kuning agak coklat dan gundul. Ketinggian tempat mempengaruhi kematangan fisiologis. Pada daerah yang semakin tinggi dari permukaan laut pada umumnya kematangan fisiologis tertunda, sedangkan semakin rendah daerahnya akan semakin cepat mencapai kematangan fisiologis.
- 3). **Kadar air** dapat digunakan menentukan panen kedelai. Di tingkat petani, kedelai dipanen pada berbagai kadar air. Kadar air rendah (20-30%) sampai kadar air di atas 30%. Pemanenan yang terlalu awal atau pada kadar air tinggi akan menghasilkan banyak butir kedelai hijau dan setelah kering menjadi butir keriput dan berwarna kusam. Sedangkan pemanenan pada kadar air terlalu rendah, meningkatkan kemungkinan terjadinya biji kedelai tercecer di lapang, karena polong kedelai sudah kering sehingga dengan adanya panas udara atau gesekan antar batang, mengakibatkan polong kedelai bisa terbuka dan biji kedelai jatuh ke tanah. Kedelai dapat dipanen pada kadar rendah (17-20%) sampai kadar air tinggi (30-40%). Pemanenan pada kadar air tinggi umumnya dilakukan dengan alasan mengejar waktu tanam berikutnya atau karena panen bertepatan dengan musim hujan. Panen kedelai

yang dilakukan pada kadar air tinggi, perkiraan susut tercecer relative rendah yaitu sekitar 0,5%, namun susut mutu dapat mencapai 2%. Sedangkan pemanenan pada kadar air rendah susut tercecer lebih tinggi daripada pemanenan pada kadar air tinggi yaitu diperkirakan mencapai 1%, namun susut mutunya lebih rendah yaitu 1%. (Purwadaria, 1989). Jadi metodologi menekan kehilangan hasil penanganan pemanenan kedelai sebaiknya dilakukan pada kadar air rendah.

### Cara Panen

- Pemanenan kedelai sebaiknya dilakukan pada pagi hari pada saat cuaca cerah, dan kedelai masih agak segar sehingga tidak mudah pecah. Pemanenan yang dilakukan pada saat hujan menyebabkan biji menjadi rusak setelah dilakukan pengumpulan dan penumpukan.
- Pelaksanaan panen dapat dilakukan dengan memotong pangkal batang 3 cm di tas tanah dengan sabit (bila >3 cm ada polong yang masih tertinggal, seperti varitas Malika polong timbul mulai dari pangkal batang dan batang kekelai yang tertingga bahaya melukai kaki saat tanam padi berikutnya). Cara panen ini lebih menguntungkan dibandingkan dengan cara dicabut, karena cepat, dapat diterapkan pada kondisi kering maupun basah, *Rhizobium* tetap tertinggal dalam tanah (kesuburan tanah) dan brangkasan bersih dari tanah.
- Susut pemanenan disebabkan oleh banyaknya polong kedelai yang tercecer, karena adanya guncangan pada saat panen, tertinggal di pangkal batang, dan tercecer pada saat penampungan sementara sebelum di bawa ke tempat pengeringan. Cara panen menggunakan sabit atau dicabut menghasilkan susut tercecer diperkirakan 0.5-1%.



**Gambar 4.** Cara panen kedelai secara manual.

Susut panen kedelai menggunakan cara dicabut (0,5%) lebih rendah dibanding dengan sabit biasa (0,75%) maupun sabit bergerigi (2,5%).

### 3.2. Tahap Pengumpulan

Pengumpulan brangkasan kedelai dilakukan dengan cara manual brangkasan kedelai basah diletakkan diatas alas karung plastik, diikat kemudian diangkut ketempat pengumpulan untuk dirontok. Alat karung plastik digunakan untuk mengurangi susut tercecer biji kedelai dari polong yang telah terbuka selama proses pengangkutan.

### 3.3. Tahap Pengangkutan

Pengangkutan brangkasan kedelai ke tempat pengeringan (penjemuran) dilakukan dengan cara dipikul, menggunakan gerobak, motor atau mobil. Dari uji coba ini diketahui bahwa 62.5% petani responden tidak melakukan pengangkutan brangkasan, karena setelah panen petani langsung menjemur brangkasan di lahan sawah. Sedangkan, 37.5% petani responden mengangkut brangkasan kedelai dengan diangkut kerumah petani untuk



**Gambar 5.** Cara pengumpulan brangkasan kedelai hasil panen.

penjemuran di halaman rumah. Pengangkutan brangkas kedelai umumnya dilakukan dengan dipikul. Brangkas kedelai yang akan diangkut hanya diikat saja tanpa menggunakan wadah, sehingga kemungkinan tercecer ketika diangkut dapat terjadi.

Susut pengangkutan karena tercecer biasanya terjadi pada pengangkutan brangkas kedelai dari lahan sawah/ladang ke tempat penjemuran brangkas kedelai. Susut pengangkutan karena tercecer pada uji coba ini sekitar **0,99%**. Dari tabel di atas diketahui susut pengangkutan dengan cara dipikul rata-rata sekitar **0,98%**, sedangkan susut pengangkutan menggunakan motor sekitar **1,41%**, dan menggunakan gerobak sekitar **1,11%**. Susut pengangkutan dengan sepeda motor lebih tinggi dibanding dengan menggunakan gerobak atau dipikul kemungkinan akibat dari guncangan motor dan terpaan angin sehingga menyebabkan banyak polong kedelai yang tercecer.



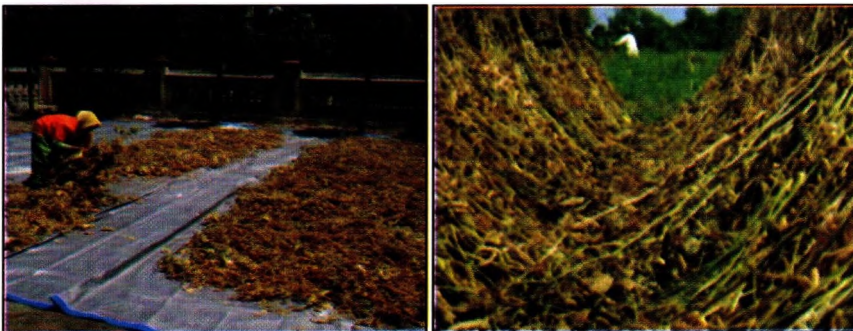
**Gambar 6.** Pengangkutan brangkas kedelai secara manual (A), dengan gerobak (B), motor (C) dan mobil (D).

### 3.3. Tahap Pengeringan

#### Pengeringan secara alami (Penjemuran)

Efisiensi pengeringan alami (penjemuran) sangat tergantung pada kondisi cuaca yang ada. Pada saat cuaca cerah penjemuran sangat efisien dan sangat murah. Laju penurunan kadar air dapat mencapai 0,5-1%/jam. Apabila pemanenan kedelai dilakukan pada kadar air rendah penjemuran kedelai dapat dilakukan dilahan dengan cara dihampar di atas alas penjemuran (terpal plastik) selama 4-6 jam selanjutnya dapat langsung dibijikan di lahan. Dengan cara ini diperkirakan susut tercecer selama penjemuran mencapai 2% dan susut mutu mencapai 0,5%. Sebaiknya penjemuran menggunakan alas plastik yang kedap air untuk a) mengumpulkan biji kedelai yang tercecer, b) menutup kedelai apabila hujan dan c) menghindari kotoran dari tanah. Lantai jemur dapat mempercepat waktu pengeringan dibanding tanah.

Sedangkan pada saat intensitas hujan tinggi penjemuran brangkasan kedelai praktis sulit dilakukan. Pengeringan brangkasan kedelai dapat dilakukan dengan cara diangin-anginkan (*natural ventilation drying*), yaitu dengan cara brangkasan kedelai digantung atau dihamparkan pada tempat yang ada naungannya. Kadar air brangkasan kedelai akan turun sehingga mencapai keseimbangan dengan kelembaban nisbi udara sekitarnya. Laju penurunan kadar air dengan pengeringan secara ventilasi alami relative sangat rendah yaitu sekitar 0,5% per hari, jadi ada kemungkinan kedelai sudah menjadi rusak selama proses pengeringan dengan ventilasi alami berlangsung sebelum mencapai kadar air yang aman untuk proses penanganan pascapanen selanjutnya.



Gambar 7. Penjemuran brangkasan kedelai.

### **Pengeringan secara buatan (*artificial*) menggunakan dryer**

Pengeringan kedelai dalam bentuk brangkas dengan “*flat bad dryer*” pada suhu 40-43 derajat plastik juga telah dilakukan dalam usaha mencegah terjadinya kerusakan kedelai. Kelemahan utama dalam pengeringan kedelai adalah plastik panas untuk menguapkan air yang berada dalam batang dan daun kedelai tidak efisien. Untuk menyeragamkan kadar air biji kedelai, maka harus dilakukan pembalikan setiap 2 jam pengeringan. Dengan pembalikan ini, brangkas kedelai dari kadar air 35% menjadi 19% dicapai dalam waktu 10 jam pengeringan dengan perbedaan kadar air pada lapisan atas dan lapisan bawah sebesar 4,7%. Apabila tidak dilakukan pembalikan, kadar air rata-rata 19,9% dan perbedaan kadar air antara lapisan atas dan lapisan bawah sebesar 8,2%.

Konsumsi bahan bakar pada pengeringan dengan pembalikan adalah 0,4 liter per jam. Pembalikan dan aliran udara mempengaruhi keretakan biji kedelai. Pada aliran udara sebesar 388,1 cfm tidak terdapat perbedaan tingkat keretakan biji kedelai antara perlakuan pembalikan dan tanpa pembalikan. Sebaliknya pada aliran udara 795,6 cfm dengan pembalikan menunjukkan tingkat keretakan biji kedelai sebesar 20,6% dan tanpa pembalikan sebesar 23,3%. Aliran udara panas yang cepat akan menyebabkan laju penurunan kadar air yang cepat pula. Laju penurunan kadar air yang cepat diduga sebagai penyebab keretakan pada biji kedelai. Pengeringan brangkas kedelai menggunakan *instore drying* menghasilkan efisiensi pengeringan sebesar 57,15%, dengan menghasilkan biji kedelai (ose) dengan tingkat tingkat kerusakan total semua perlakuan antara 3.59% sampai dengan 5.93% (untuk varietas Wilis) dan 2.35 sampai dengan 5.65% (untuk varietas Grobogan)



**Gambar 8.** Proses pengeringan brangkas kedelai dengan mesin pengering Bad Dryer.

### 3.5. Tahap Perontokan

Brangkas kedelai hasil penjemuran (kadar air 15-17%) biasanya ditumpuk selama 3-7 hari di beranda rumah sebelum dilakukan perontokan. Tujuan penundaan (*tempering time*) adalah untuk menyeragamkan kadar air dan warna biji kedelai. Meskipun demikian dalam musim hujan penundaan yang terlalu lama dapat mengakibatkan tumbuhnya jamur dan turunnya mutu kedelai. Oleh karena itu brangkas kedelai sebaiknya dihamparkan di atas rak bambu dan terlindung dari tetesan air hujan. Selama penundaan diperkirakan terjadi susut tercecer sebesar 1%.

#### **Perontokan secara manual**

Sebelum perontokan brangkas kedelai dijemur lagi agar polong kedelai menjadi keras atau tidak liat sehingga memudahkan dalam proses perontokan. Kadar air kedelai saat perontokan berkisar 15-17%. Brangkas kedelai dihamparkan dengan ketebalan hamparan sekitar 20 cm. Jika terlalu tipis banyak biji yang pecah selama proses penjemuran, tetapi bila tebal banyak biji yang tidak terontokkan atau tertinggal dalam polong.

Perontokan secara manual dilakukan dengan bantuan pemukul terbuat bambu, cabang pohon atau rotan. Setelah pemukulan dianggap cukup, tumpukan kedelai dibalik dan dilakukan pemukulan ulang. Biji kedelai terkumpul dibagian bawah tumpukan. Kerugian cara perontokan secara manual adalah: a) membutuhkan waktu, tenaga dan biaya yang besar yaitu sekitar 12-20 orang-hari/ton, b) tingkat persentase kotoran masih tinggi yaitu sekitar 1,5% dan c) susut tercecer dapat mencapai 7% karena masih banyak biji tersembunyi dalam polong (tidak terontok), dan hamparan brangkas kedelai.

#### **Perontokan dengan mesin perontok**

Perontokan dengan mesin perontok mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan dengan perontokan secara manual antara lain: a) Hemat tenaga, waktu dan biaya yaitu 1,25 orang-hari/ton biji kedelai dibandingkan 20 orang hari/ton biji kedelai pada perontokan secara manual, b) Tingkat kotoran rendah hanya 0,5%. c) susut tercecer rendah yaitu 0,5% beratti 6% lebih rendah daripada perontokan dengan ntenaga manusia.



**Gambar 9.** Proses perontokan brangkasan kedelai secara manual dan masinal (alat perontok).



**Gambar 10.** Proses perontokan brangkasan kedelai dengan mesin perontok.

Perontokan kedelai dengan mesin perlu dilengkapi dengan alas perontokan berupa terpal plastik dengan ukuran panjang 10 m dan lebar 5m agar biji kedelai yang terontok tetap berada pada alas perontokan, karena selama perontokan biji kedelai dapat terpelanting cukup jauh.

Mesin perontok kedelai umumnya perlu 2 orang tenaga kerja untuk mengoperasikannya. Satu orang bertugas untuk memindahkan tumpukan brangkasan kedelai ke papan pengumpan, sedangkan seorang tenaga kerja lainnya bertugas memasukkan brangkasan kedelai kedalam *hoper* mesin perontok. Besarnya umpan kira-kira segabung brangkasan kedelai yang dapat tercakup oleh genggamannya kedua telapak tangan. Umpan yang terlalu besar menyebabkan kemacetan dan silinder perontok berhenti berputar. Kapasitas perontokan menjadi turun apabila mesin sering macet.

Apabila terjadi kemacetan mesin harus segera dimatikan. Penutup silinder dibuka, batang-batang kedelai diambil sampai bersih. Baru mesin dihidupkan lagi.

### 3.6. Penyimpanan Kedelai Konsumsi

**Daya simpan** kedelai ose yang dihasilkan oleh petani kita juga masih kurang memenuhi syarat. Daya simpan ini dipengaruhi oleh faktor kadar air bahan, penanganan pascapanen, kondisi lingkungan penyimpanan dan pengemasan.

Kadar air awal simpan kedelai mempengaruhi daya simpan kedelai. Penyimpanan kedelai dalam karung plastik dengan kadar air 12% memberikan daya simpan yang terbaik. Walaupun kedelai yang disimpan mempunyai kadar air awal rendah, tetapi apabila disimpan dengan pengemas karung plastik dalam waktu yang lama, maka akan terjadi perubahan berat dan kadar air kedelai yang disimpan sesuai dengan perubahan kelembaban nisbi ruang penyimpanan.

Masalah utama yang harus diatasi apabila menyimpan kedelai dengan kadar air penyimpanan yang rendah adalah cara mencegah terjadinya kenaikan kadar air tersebut. Cara yang mudah adalah menggunakan pengemas yang rapat, yaitu dapat digunakan kaleng yang ditutup rapat atau kantong plastik yang dirangkap dengan karung plastik atau karung goni.

Menyimpan biji kedelai pada kadar air awal 12% dengan pengemas karung goni yang dirangkap dengan karung plastik (*polyethylene*) memberikan hasil yaitu: laju kerusakan pada akhir penyimpanan kerusakannya mencapai 41,8%. Penyimpanan jangka pendek maksimum 8 minggu, kedelai masih dapat disimpan pada kadar air awal 9% sampai 16%, sedangkan penyimpanan untuk jangka waktu satu tahun, kadar air awal kedelai harus di bawah 9%.

#### Penyimpanan Benih Kedelai

Faktor kadar air awal simpan, bahan pengemas dan lama simpan sangat berpengaruh terhadap daya tumbuh benih kedelai. Penyimpanan benih kedelai varietas Orba pada kadar air awal 8,9% dalam pengemas *polyethylene* film dan aluminum foil belum cukup aman untuk penyim-

panan. Benih kedelai pada kadar air 8,9% disimpan dalam *polyethylene* selama 4 bulan masih cukup bagus, tetapi penyimpanan sampai 8 bulan mutu benihnya sudah tidak memenuhi persyaratan mutu benih Indonesia. Penggunaan pengemas aluminium foil yang harganya relatif lebih mahal untuk menyimpan benih kedelai selama 8 bulan, hasilnya hanya memenuhi batas minimum persyaratan mutu benih.

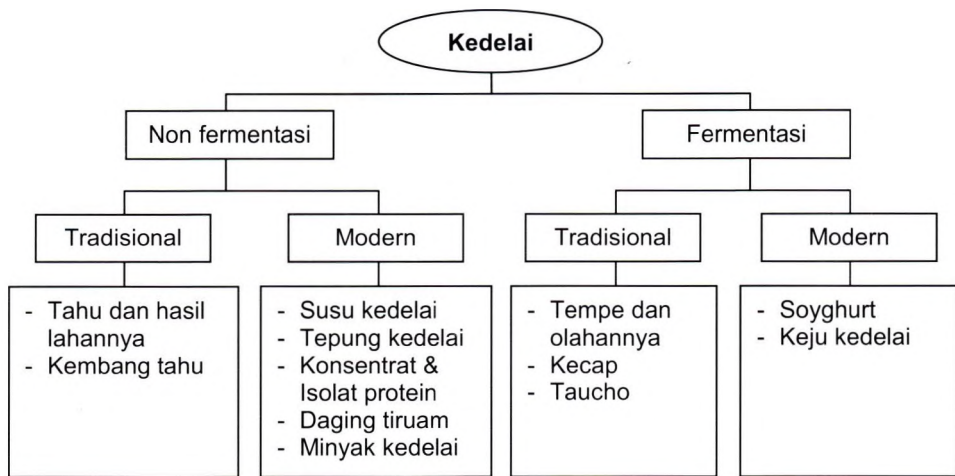
Benih kedelai yang disimpan dalam kantong plastik dirangkap dengan karung goni atau karung plastik atau tidak dirangkap sampai 3 bulan daya tumbuhnya masih cukup baik. Secara keseluruhan daya tumbuh benih kedelai yang disimpan pada kadar air 7,6-7,8% lebih tinggi daripada kadar air 10,0-10,2%. Daya tumbuh (>80%) berasal dari benih kedelai yang disimpan pada kadar air awal 7,6-7,8% dengan pengemas kantong plastik dirangkap dengan karung plastik atau karung goni atau tanpa rangkap mampu bertahan sampai 7,5 bulan.

Menyimpan benih kedelai pada kadar air 10% dalam wadah yang kedap udara, yaitu botol gelas dengan mencampur fungisida Dithane M-45 sebanyak 1% berat benih atau dicampur dengan desikan alami yaitu abu sekam halus sebanyak 2% berat benih. Dari hasil uji daya tumbuh ternyata benih yang disimpan dengan dicampur Dithane M-45 maupun abu sekam halus mengalami daya tumbuh yang lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Penyimpanan benih kedelai varietas wilis dan Lokon yang dicampur dengan Dithane M-45 dan abu sekam halus 2% dalam botol gelas kedap udara ternyata tahan sampai 12 bulan.

#### **IV. PENGOLAHAN KEDELAI**

Pemanfaat biji kedelai sebagai bahan olahan pangan di Indonesia sebagai bahan baku produk tahu, tempe, susu kedelai, dan kembang tahu, serta taucu. Ampas tahu juga digunakan untuk bahan tempe oncom, tempe gembus dan pakan ternak. Produk hasil olahan kedelai adalah aneka produk kedelai yang dihasilkan melalui proses pengolahan terlebih dahulu, baik melalui cara tradisional maupun modern.

Produk olahan kedelai dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu produk makanan non fermentasi dan makanan terfermentasi. Hasil olahan fermentasi



**Gambar 8.** Klasifikasi produk olahan kedelai.

kedelai tradisional yang sangat terkenal adalah tempe dan kecap, sedangkan hasil olahan non fermentasi hasil industri tradisional adalah tahu dan kembang tahu. Produk hasil industri modern sebagian besar merupakan hasil olahan non fermentasi, seperti tepung kedelai, konsentrat dan isolat protein kedelai, daging tiruan (*Texturized Vegetable Protein, TVP*) dan minyak kedelai. Sedangkan produk olahan kedelai terfermentasi hasil industri pangan modern antara lain yoghurt kedelai atau disebut juga *soyghurt* dan keju kedelai (*soycheese*). Klasifikasi produk olahan kedelai dapat dilihat pada Gambar 12.

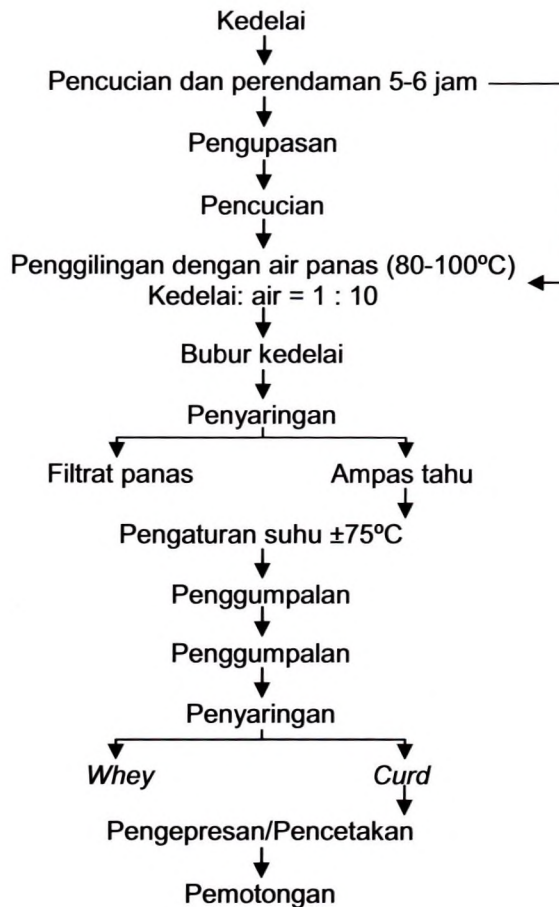
## 4.1. Produk Olahan Non Fermentasi

### 4.1.1. Tahu

#### Pembuatan Tahu

Proses pembuatan tahu pada prinsipnya dapat dibagi menjadi dua, yaitu pembuatan susu kedelai dan penggumpalan protein. Tekstur tahu dipengaruhi oleh jenis penggumpalnya. Pengrajin tahu tradisional biasanya menggunakan 'biang' sebagai penggumpal. Biang adalah cairan yang keluar saat pengepresan dan sudah didiamkan semalaman sehingga agak asam. Penggumpal lain yang umum digunakan pada industri tahu adalah air jeruk nipis, asam cuka, larutan asam laktat, larutan  $\text{CaCl}_2$  atau  $\text{CaSO}_4$ . Pada pembuatan tahu Cina digunakan penggumpal disebut 'sioko' yang mengandung  $\text{CaSO}_4$  dan garam.

Rendemen protein dan mutu tahu dipengaruhi antara lain oleh varietas kedelai, cara penggilingan, jenis penggumpal dan sanitasi proses. Penggilingan dalam kondisi panas akan meningkatkan rendemen dan mutu tahu (tidak ada bau langu). Cara pembuatan tahu dapat dilihat pada Gambar 13. Mutu bahan baku sangat mempengaruhi produk akhir. Kedelai yang telah dicuci bersih, di-rendam selama 5-6 jam kemudian dikupas, dicuci lagi dan digiling dalam kondisi panas (80-100°C). Kadang-kadang kedelai tidak dikupas, langsung digiling panas. Perendaman bertujuan untuk melunakkan tekstur biji kedelai, sehingga pada saat penggilingan akan memberikan hasil yang lebih baik dan menurunkan kan-



**Gambar 12.** Diagram alir pembuatan tahu.



**Gambar 13.** Produk tahu.

dungan oligosakarida (penyebab flatulensi). Kedelai yang telah direndam juga akan memudahkan tahap pengupasan kulit ari. Namun, perendaman yang terlampaui lama akan menurunkan total padatan.

Penggilingan dilakukan dalam kondisi panas untuk menginaktifkan enzim lipoksigenase penyebab bau langu, dan untuk meningkatkan rendemen. Bubur kedelai yang diperoleh, lalu disaring dalam kondisi panas, ampasnya dibuang. Filtrat atau susu kedelai dimasak. Pemasakan bertujuan untuk menginaktifkan tripsin inhibitor, meningkatkan daya cerna protein, mengurangi bau langu, mempermudah ekstraksi/penyaringan dan meningkatkan daya simpan tahu. Selanjutnya dilakukan penambahan penggumpal segera setelah susu kedelai masak mencapai suhu sekitar 75°C. Gumpalan protein (*curd*) dicetak dan dipres, kemudian dipotong-potong sesuai ukuran yang diinginkan. Potongan tahu ini masukan dalam air dingin beberapa jam (bisa juga satu malam). Untuk meningkatkan keawetan, tahu direbus terlebih dahulu sebelum dipasarkan

#### **4.1.2. Kembang Tahu (Yuba)**

Kembang tahu merupakan hasil olahan kedelai berbentuk lembaran kering berwarna kuning kecoklatan. Kembang tahu umumnya digunakan sebagai campuran dalam pengolahan sayur seperti cap cay dan sup. Bagi vegetarian, produk ini merupakan sumber protein yang penting. Yuba adalah nama lain dari kembang tahu, dibuat dari susu kedelai yang dipanaskan dengan api sedang, suhu

sekitar 80-90°C sehingga terbentuk 'langit-langit' (lapisan tipis di permukaan susu kedelai saat dipanaskan). Langit-langit tersebut kemudian diangkat, diangin-anginkan hingga kering. Kembang tahu umumnya mengandung protein 55%, lemak 25%, abu 2% dan air 9% (Koswara, 1992). Rendemen kembang tahu sekitar 40% bahan baku kedelai.

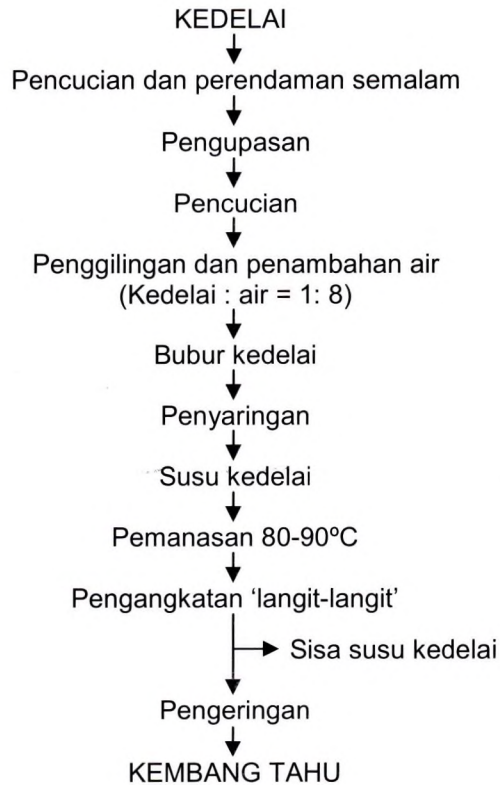
### **Cara Pembuatan Kembang Tahu**

Proses pembuatan kembang tahu dapat dilakukan secara tradisional, seperti yang biasa dilakukan di Indonesia, atau secara modern seperti dilakukan di Cina maupun Taiwan. Berikut ini proses yang umum dilakukan.

**Cara tradisional.** Kedelai dibersihkan, dicuci dan direndam semalam dengan air yang cukup (perkiraan agar setelah perendaman semalam, biji kedelai masih tertutup air). Selanjutnya dilakukan penggilingan dengan air, diperoleh bubur kedelai, lalu diencerkan sehingga jumlah penambahan air : kedelai = 8:1. Bubur kedelai encer disaring, diperoleh susu kedelai lalu dimasukkan dalam wadah yang mempunyai permukaan luas dan dangkal, dipanaskan dengan api sedang suhu 80-90°C hingga terbentuk langit-langit/lapisan tipis. Selanjutnya langit-langit diangkat pelan-pelan, ditiriskan dan dikeringkan. Proses pemanasan susu kedelai hingga terbentuk langit-langit bisa diulangi sampai 6-8 kali (Gambar 14).

**Cara modern.** Proses pembuatan kembang tahu cara modern ada tiga metode, yaitu: 1) Penambahan Na-alginat, 2) *Drum drying*, dan 3) *Belt drying*. Dari ketiga cara tsb yang paling banyak digunakan adalah metode *drum drying* (Koswara, 1992).

- 1). **Penambahan Na-alginat.** Susu kedelai yang mempunyai total padatan terlarut sekitar 8-10% ditambah 0,6% Na-alginat, diaduk sampai rata kemudian dimasukan kedalam ruangan sempit dan keluar melalui ban berjalan yang ujung terendam larutan  $\text{CaCl}_2$  5% sehingga segera membentuk lapisan tipis. Lapisan yang terbentuk kemudian dicuci untuk menghilangkan rasa pahit  $\text{CaCl}_2$  dan dikeringkan
- 2). ***Drum drying* (Pengereng drum).** Pada proses ini terbagi dalam tiga tahapan, yaitu (a) Pembuatan susu kedelai, (b) Pemekatan susu kedelai dengan cara pengendapan protein pada titik isoelektrik, dan (c) Pengerengan menggunakan pengereng drum. Agar kembang tahu yang dihasilkan bermutu baik, susu kedelai yang akan diproses dengan



**Gambar 14.** Diagram alir proses pembuatan kembang tahu secara tradisional.

pengering drum harus mempunyai total padatan terlarut 10-20%. Suhu pengeringan adalah 110-140°C dan waktu retensi pada permukaan pengering drum 30-60 detik.

- 3) **Belt drying (Pengering ban berjalan).** Susu kedelai dengan total padatan terlarut 10% dituangkan pada suatu ban berjalan yang terbuat dari baja. Dalam proses, ban berjalan tsb kondisi panas sehingga lapisan susu kedelai menjadi kering membentuk kembang tahu. Ban berjalan bisa dilapisi minyak silikon atau lesitin untuk mempermudah pengambilan kembang tahu.

#### 4.1.3. Susu Kedelai Cair

Susu kedelai adalah produk minuman seperti susu sapi, tetapi dibuat dari kedelai. Susu kedelai merupakan minuman nabati bergizi tinggi. Susunan asam amino dari protein susu kedelai mirip dengan susu sapi. Pada individu yang mengalami *lactose intolerance*

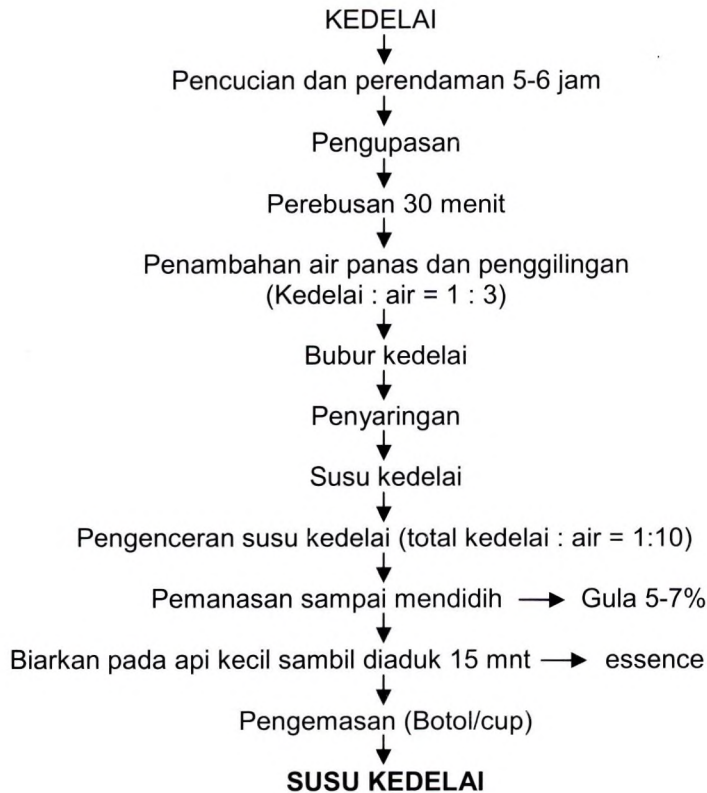
(alergi terhadap laktosa) atau bagi mereka yang tidak menyukai susu sapi dan bagi kaum vegetarian, maka adanya susu kedelai akan sangat membantu, sebagai pengganti susu sapi. Susu kedelai berasal dari Cina, kemudian berkembang di Jepang dan setelah Perang Dunia II berkembang di negara Asean. Namun perkembangan susu kedelai di Indonesia masih ketinggalan dibanding negara sekitar, seperti Philipine, Malaysia dan Singapura.

### **Cara Pembuatan**

Proses pembuatan susu kedelai dapat dilakukan secara tradisional maupun secara modern. Cara tradisional sangat mudah, biasa dilakukan untuk usaha kecil, bahkan skala rumah tangga karena dapat menggunakan peralatan yang biasa dimiliki di rumah tangga seperti blender dan panci.

**Cara tradisional.** Kedelai dicuci bersih lalu direndam selama 5-6 jam, lalu dikupas dan direbus 30 menit. Pengupasan bisa dilakukan atau tidak, tetapi pengupasan akan menghasilkan susu kedelai yang lebih enak. Kedelai rebus ditiriskan, ditambah air panas tiga kali bobot kedelai awal lalu digiling dan disaring. Tahap berikutnya adalah pengenceran susu kedelai dengan air mendidih tujuh kali bobot kedelai awal. Jadi total penambahan air adalah sepuluh kali bobot kedelai. Selanjutnya ditambah gula 5-7% tergantung selera, dan dipanaskan lagi sampai mendidih, api dikecilkan dan dibiarkan sampai  $\pm 15$  menit sambil diaduk perlahan-lahan. Apabila diinginkan, tahap terakhir ini bisa ditambahkan essence seperti mocca, coklat dan lain-lain. Susu kedelai siap dikonsumsi atau dikemas dan dipasarkan (Gambar 15).

**Cara modern/skala industri.** Pengolahan susu kedelai secara modern menggunakan serangkaian peralatan yang bersifat kontinyu, artinya bahan baku kedelai utuh masuk rangkaian alat prosesing dan keluar telah menjadi susu kedelai dalam kemasan. Jumlah air yang ditambahkan menentukan mutu produk, untuk susu kedelai murni perbandingan kedelai : air = 1 : 8, sedangkan untuk minuman ringan kedelai : air = 1 : 10. Secara umum urutan prosesnya sebagai berikut :



**Gambar 15.** Diagram alir proses pembuatan susu kedelai tradisional.

### 1. Penggilingan kedelai dan inaktivasi lipoksigenase

Kedelai dipanaskan dengan uap air panas selama 30 menit lalu digiling dengan menggunakan air mendidih (100°C). Penggilingan dilakukan dalam sistem tertutup sehingga tidak terjadi kontak udara dan semua parameter proses dapat dikontrol.

### 2. Pemisahan ampas

Bubur kedelai hasil penggilingan, dipisahkan filtratnya dan ampas dibuang dengan cara sentrifugasi. Pemisahan atau ekstraksi cara ini menghasilkan filtrat yang lebih jernih

### 3. Inaktivasi antitripsin dan deodorisasi

Filtrat/susu kedelai yang diperoleh kemudian dipanaskan pada suhu 90-100°C selama 30-60 menit, untuk menginaktivkan antitripsin. Se-

lanjutnya dilakukan tahap deodorisasi dalam tangki vakum menggunakan uap panas. Senyawa-senyawa penyebab bau yang tidak disukai akan keluar bersama uap panas.

#### **4. Penambahan bahan pembantu dan pengemasan**

Bahan pembantu seperti gula dan essence dapat ditambahkan sesuai keinginan. Kemudian susu dikemas aseptik dalam wadah karton kotak (*tetrapack*) setelah disterilisasi dengan sistem UHT (*Ultra High Temperature*).

##### **4.1.4. Susu Kedelai Bubuk**

Susu kedelai dapat juga dibuat dalam bentuk bubuk (*powder*), menggunakan alat pengering semprot (*spray dryer*), dan susu kedelai bubuk instan melalui proses instanisasi.

##### **Cara Pembuatan**

**Susu kedelai bubuk.** Kedelai yang telah disortasi dan dicuci lalu direndam dalam larutan NaOH 0,05% selama delapan jam, volume larutan tiga kali berat kedelai. Selanjutnya kedelai dikupas dan dicuci, lalu di blansir dalam larutan NaHCO<sub>3</sub> 0,15% selama 30 menit pada suhu 100°C, kemudian dengan ditambah air panas dan digiling perbandingan kedelai kering : air = 1:8. Untuk meningkatkan total padatan terlarut dapat ditambahkan santan kelapa dengan konsentrasi 10-20%. Campuran tsb disaring dan dihomogenisasi, lalu dialirkan kedalam spray drying yang telah dandi set pada kondisi optimum, yaitu tekanan 4,5-5,0 bar, suhu udara masuk 170-185°C, suhu udara luar 80-95°C.

##### **Mengatasi Cita Rasa Yang Tidak Disukai Pada Kedelai**

Citarasa yang timbul dan tidak disukai dalam pengolahan susu kedelai adalah timbulnya bau langu. Aktivitas enzim lipoksigenase yang secara alami terdapat dalam kacang-kacangan menyebabkan timbulnya bau langu pada susu kedelai. Perlakuan perendaman dalam air, pelepasan kulit, pemanasan, pemberian gula, esence atau penambahan natrium bikarbonat dapat mengurangi bau langu tersebut.

Untuk memperoleh susu kedelai yang baik dan layak dikonsumsi manusia, diperlukan persyaratan, bebas dari rasa langu, bebas antitripsin dan stabilitas koloid yang mantap.

### 1. Bebas Langu

- a. Merendam kedelai selama 9-12 jam pada saat sebelum perebusan
- b. Menggunakan air panas ( $T = 80-100^{\circ}\text{C}$ ) pada saat penggilingan kedelai.
- c. Merendam kedelai dalam air panas ( $T = 80^{\circ}\text{C}$ ) selama 10-15 menit sebelum kedelai digiling.

2. Bebas anti tripsin Kedelai direndam dalam air/ $\text{NaHCO}_3$  0,5% selama semalam yang diikuti blanching menggunakan air mendidih selama 30 detik.

### 3. Stabilitas koloid yang mantap

- a. Meningkatkan zat pengemulsi. Adanya lecitin sebagai pengemulsi alami.
- b. Pengaturan suhu pengolahan dan penyimpanan. Penggilingan dengan air panas ( $90-100^{\circ}\text{C}$ ) menghasilkan koloid yang lebih baik dibandingkan dengan air dingin.
- c. Homogenisasi. Untuk mendapatkan globula lemak yang seragam.
- d. Pengaturan kadar protein Kadar protein  $>7\%$  = susu kedelai lebih kental dan terbentuk gumpalan jika dipanaskan. Kadar protein  $<7\%$  = rasio penambahan air : kedelai kering = 10 : 1 akan diperoleh 3-4%.

Proses produksi minyak dari kedelai maupun biji-bijian berminyak tinggi lain meliputi tiga tahapan utama, yaitu 1) Perlakuan pendahuluan, 2) Ekstraksi, dan 3) Proses penjernihan dan pemurnian.

### **Perlakuan pendahuluan**

Perlakuan pendahuluan meliputi: pembersihan kedelai, pemecahan biji dan pembuangan kulit, pemasakan (*conditioning*) dan pemipihan (*flaking*).

**Pembersihan kedelai** dilakukan dengan menggunakan ayakan ukuran 0,7-1,0 cm. Kotoran yang keluar dari ayakan dihembus menggunakan aspirator. Tahap pembersihan ini sangat penting terutama kalau hasil samping berupa bungkil akan digunakan sebagai bahan baku tepung, konsentrat ataupun isolat protein untuk dikonsumsi manusia.

#### 4.1.5. Tepung Kedelai

Tepung dan bubuk kedelai dapat dibuat dari biji kedelai utuh atau dari bungkil kedelai. Istilah tepung kedelai digunakan jika kehalusan 100 mesh atau lebih, sedangkan bubuk untuk kehalusan 10-80 mesh. Bungkil kedelai tanpa kulit merupakan hasil samping industri pengolahan minyak kedelai dan mengandung protein 40-50%. Bungkil ini dapat dibuat tepung kedelai lemak rendah, konsentrat dan isolat protein. Produk-produk olahan lanjut dari bungkil tsb mempunyai sifat fungsional yang baik dan nilai gizi tinggi, sehingga banyak digunakan oleh industri sebagai bahan formulasi berbagai produk makanan.

##### **Cara Pembuatan**

Dalam pembuatan tepung dan bubuk kedelai, proses pemanasan/*toasting* (perebusan, pengukusan, penyangraian) merupakan tahapan yang sangat penting. Proses ini bertujuan untuk menginaktifkan antitripsin, dan menginaktifkan lipoksigenase sehingga bau langu (*beany flavor*) kedelai dapat dihilangkan. Sifat fungsional tepung dan bubuk kedelai yang sangat penting adalah NSI (*Nitrogen Solubility Index*) yang menunjukkan persentase total nitrogen yang terekstrak dengan air, bila diukur dengan metode Kjeldal. Nilai NSI dapat sebagai acuan dalam penggunaan tepung dan bubuk kedelai dalam formulasi makanan. Misalnya tepung kedelai dengan NSI 50-60 digunakan untuk campuran pembuatan roti, cake, donat, makaroni, sedangkan NSI 25-30 akan lebih sesuai digunakan untuk minuman, *pan cake*, *waffle* dan makanan saphan.

## Tepung Kedelai Lemak Rendah

Bahan baku yang digunakan adalah bungkil, hasil samping pengolahan minyak kedelai. Bungkil tsb masih mengandung heksan dan zat volatil penyebab bau langu. Oleh karena itu perlu dilakukan proses pemanasan (*toasting*). Tahapan proses pembuatan bubuk dan tepung kedelai lemak rendah adalah: *desolventzing*, *deodorizing*, *toasting* dan penggilingan.

***Desolventzing.*** Tahap ini bertujuan untuk menghilangkan pelarut (heksan) yang masih tertinggal di dalam bungkil. Proses dilakukan dengan pemanasan 71-82°C sehingga heksan menguap dan ditampung untuk digunakan lagi

***Deodorizing.*** Tahap ini bertujuan untuk menghilangkan bau yang tidak dikehendaki. Proses dilakukan dengan uap panas yang dilewatkan pada bungkil sehingga zat-zat volatil penyebab bau akan terisap dan keluar bersama-sama uap.

***Toasting.*** Proses pemanasan bungkil, bisa dengan cara kukus, sangrai, otoklaf atau panggang, dengan tujuan untuk menginaktifkan antitripsin dan lipoksigenase.

***Penggilingan.*** Setelah proses *toasting*, bungkil didinginkan menggunakan udara dingin, lalu digiling dan diayak. Hasilnya adalah tepung ( $\geq 100$  mesh) atau bubuk (10-80 mesh) kedelai, tergantung saringannya.

## 4.2. PRODUK OLAHAN FERMENTASI

### 4.2.1. Tempe

Tempe merupakan produk fermentasi tradisional dari kedelai yang paling populer di Indonesia. Produk ini dikonsumsi seluruh lapisan masyarakat secara turun temurun sebagai sumber protein. Tempe telah dikenal lebih 100 tahun, terutama di Jawa Tengah dan Yogyakarta. Rujukan pertama tempe ditemukan pada tahun 1875, bahkan dalam manuskrip *Serat Centini*, telah ditemukan kata tempe. Pada awalnya, tempe dianggap sebagai pangan inferior, makanan rakyat kecil dan tidak modern. Pandangan tersebut kini berubah, sejak ditemukan berbagai keuntungan baik ditinjau dari segi gizi maupun khasiat medisnya. Fermentasi kedelai menjadi

tempe dapat meningkatkan mutu gizi dan mengubah flavor *langu* kedelai menjadi flavor enak, khas tempe (Damardjati *et al.*, 1996; Astawan, 2004). Kini produk tempe telah berkembang sampai tiga generasi. Olahan tradisional seperti tempe goreng, tempe *bacem* dan kripiq tempe tergolong generasi pertama. Hasil-hasil penelitian mengenai khasiat tempe telah mendorong berkembangnya produk generasi kedua dan ketiga. Tempe generasi kedua meliputi tepung tempe, bubur bayi, susu tempe, biskuit, es krim, burger, sosis dan produk lain yang tidak lagi mempunyai bentuk khas tempe. Produk generasi ketiga merupakan komponen-komponen bioaktif yang berguna untuk kesehatan seperti senyawa penurun kolesterol darah, antioksidan pencegah kanker dan penghambat penuaan dini, isoflavon dan saponin yang mempunyai aktivitas antivirus. Perubahan gaya hidup masyarakat saat ini, terutama di perkotaan, telah mendorong tumbuhnya industri pangan modern. Untuk meningkatkan kesehatan, masyarakat perkotaan mulai terbiasa mengonsumsi suplemen makanan (*food supplement*). Komponen bioaktif dari tempe dapat dikapsulkan dan dikonsumsi sebagai suplemen makanan. Tempe mempunyai karakteristik yang tidak hanya memenuhi fungsi pangan secara konvensional, yaitu sebagai pemenuhan kebutuhan gizi dan pemuas selera konsumen, tetapi juga mengandung komponen yang berkhasiat untuk kesehatan, sehingga tempe dapat digolongkan sebagai pangan fungsional (Widowati *et al.*, 1999; Noor, 2003).

### **Jenis Tempe**

Secara umum, kata tempe di masyarakat digunakan untuk menyebut tempe dengan bahan baku kedelai. Sedangkan tempe yang terbuat bukan dari kedelai, disebut secara lengkap dengan bahan bakunya, misalnya tempe gude, tempe lamtoro, tempe benguk, tempe kecipir, dll. Tempe juga dapat dibuat dari hasil samping usaha pengolahan pangan, misalnya tempe bungkil dibuat dari bungkil kacang tanah atau kedelai (hasil samping pengolahan minyak), dan tempe gembus dibuat dari ampas produksi tahu.

## Proses Pembuatan Tempe

Proses pembuatan tempe di masyarakat umumnya diperoleh secara turun-temurun, dalam skala industri kecil, dan terdapat berbagai variasi antar daerah. Namun, pada prinsipnya melalui tahapan berikut: perebusan, perendaman, penghilangan kulit ari, penirisan, peragian, pembungkusan dan pemeraman (fermentasi).

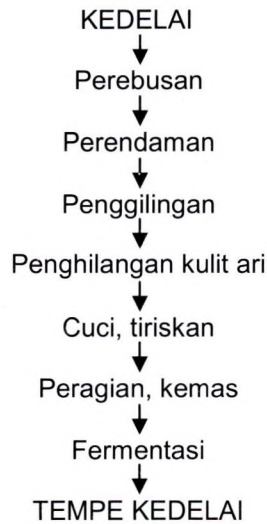
Hasil wawancara dengan pengrajin tempe di Bogor (Widowati *et al.*, 2004) menunjukkan bahwa pembuatan tempe sangat mudah dan sederhana, tetapi memerlukan keterampilan dan kesabaran. Namun, emosi juga mempengaruhi keberhasilan proses dan mutu tempe. Pengalaman pengrajin tempe yang diwawancarai menyatakan jika saat membuat tempe suasana hati sedang tidak nyaman, marah, tergesa-gesa, biasanya mutu tempe yang dihasilkan kurang bagus, bahkan bisa gagal. Ini adalah kepercayaan yang berkembang di masyarakat. Secara rasional dapat dijelaskan bahwa suasana kerja yang tidak nyaman dapat menimbulkan kesalahan proses, yang berakibat pada mutu produk yang tidak optimal. Oleh karena itu, walaupun untungnya sangat sedikit, mereka mengerjakan dengan senang hati.

Bahan-bahan yang perlu dipersiapkan dalam pembuatan tempe yaitu: kedelai, ragi (berupa serbuk), air, kantong plastik, dan daun pisang. Sedangkan alat yang digunakan sangat sederhana, yaitu drum, kompor, ember kayu, penggilingan, plastik lebar, takaran, alat untuk melubangi kantong plastik, lampu minyak atau *sealer* dan rak fermentasi.

Tahapan proses pembuatan tempe yang dilakukan oleh responden seperti pada Gambar 18 di bawah ini

Tahap pertama yang dilakukan dalam pembuatan tempe yaitu pembersihan kedelai, lalu kedelai yang sudah bersih dimasukkan ke dalam drum untuk direbus sampai cukup matang, lalu dipindahkan ke dalam ember kayu dan direndam selama satu malam. Selanjut kedelai dimasukkan ke dalam alat penggilingan agar kulit ari terkelupas. Jadi yang dimaksud penggilingan disini bukan untuk dihancurkan, tetapi untuk mengupas kulit ari. Apabila kulit ari tidak

dikupas, tempe yang dihasilkan mutunya kurang bagus. Penghilangan kulit ari yang telah terkelupas, yaitu dengan cara menambahkan air, kulit ari akan terapung, lalu ditumpahkan perlahan-lahan (seperti proses dekantasi). Kedelai tanpa kulit ari selanjutnya dicuci dan ditiriskan sambil dihampar diatas plastik atau terpal lebar. Apabila sudah agak dingin (kira-kira suhu 40°C), lalu dilakukan peragian. Ragi yang digunakan berupa serbuk yang dibeli dari pasar. Di daerah Jawa Tengah dan Yogyakarta masih sering digunakan ragi yang disebut *Usar*. Secara tradisional, usar dibuat dengan cara membiarkan spora kapang dari udara tumbuh pada kedelai matang yang ditaruh diantara dua lapis daun waru (*Hibiscus* sp.) dan daun jati (*Tectona grandis*). Permukaan bagian bawah kedua daun tersebut memiliki rambut-rambut halus (trikoma) tempat spora dan miselium kapang dapat melekat (Koswara, 1995). Setelah diberi ragi, kedelai dikemas sesuai takaran yang diinginkan. Saat ini bahan pembungkus yang umum digunakan ialah kantong plastik, namun masih ada yang menggunakan daun pisang. Sebagian masyarakat mengatakan bahwa tempe yang dibungkus dengan daun pisang mempunyai rasa yang lebih enak, namun ini sebenarnya tergantung kebiasaan atau selera. Kantong plastik yang akan digunakan untuk membungkus, sebelumnya diberi lubang yaitu ditusuk dengan alat seperti paku, dengan jarak 2 x 2 cm, atau menurut kebiasaan masing-masing pengrajin. Bungkus plastik direkatkan dengan melewati diatas lampu minyak/api kecil). Tahap terakhir ialah menata bungkus tersebut diatas rak fermentasi. Lama fermentasi sekitar dua hari (Widowati *et al.*,2004)



**Gambar 16.** Proses pembuatan tempe kedelai.

Pada prinsipnya pembuatan tempe di luar negeri, sama saja dengan proses pembuatan di Indonesia, yaitu melalui tahapan berikut: perebusan, perendaman, penghilangan kulit ari, penirisan, peragian, pembungkusan dan pemeraman (fermentasi). Hal yang membedakan ialah peralatan yang digunakan lebih modern dan waktu yang digunakan dalam prosesing lebih terukur. Misalnya untuk melubangi plastik pembungkus, digunakan alat seperti *perforator*, untuk merekatkan plastik digunkn *sealer*, bukan api dari lilin atau lampu minyak. Pemberian ragi, tidak dikira-kira seperti yang dilakukan pengrajin tempe di pedesaan Indonesia, tetapi ditimbang, biasanya ragi yang digunakan 0,5% dari berat kedelai mentah.

Kedelai juga sering dikonsumsi dalam bentuk polong rebus, atau biji (ose) rebus. Namun, dibandingkan dengan nilai gizi tempe kedelai, nilai gizi kedelai rebus lebih rendah. Dalam bentuk tempe, seluruh faktor gizi seperti yang terlihat pada Tabel 8, yaitu padatan terlarut, nitrogen terlarut, nilai cerna, nilai efisiensi protein dan nilai kimia meningkat. Dengan kata lain, tempe lebih mudah dicerna, zat gizinya lebih mudah diserap dan dimanfaatkan oleh tubuh dibandingkan dengan kedelai mentah maupun rebus. Hal ini di-

**Tabel 3.** Komposisi Gizi Kedelai dan Tempe per 100 g bahan kering.

Zat Gizi	Kedelai	Tempe
Abu (g)	6,1	3,6
Protein (g)	46,2	46,5
Lemak (g)	19,1	19,7
Karbohidrat (g)	28,2	30,2
Serat (g)	3,7	7,2
Kalsium (mg)	254	347
Fosfor (mg)	781	724
Besi (mg)	11	9
Vitamin B1 (mg)	0,48	0,28
Riboflavin (mg)	0,15	0,65
Niasin (mg)	0,67	2,52
Asam pantotenat (mg)	430	520
Piridoksin (mg)	180	100
Vitamin B12 (mg)	0,2	3,9
Biotin (mg)	35	53
Asam amino esensial (g)	17,7	18,9

buktikan bahwa pemberian tempe dapat meningkatkan pertumbuhan berat badan bayi dan anak balita penderita gizi buruk serta menyembuhkan diare kronis dengan lebih cepat (Astawan, 2004).

Asam lemak merupakan komponen utama dari semua jenis lemak dan minyak, dan sangat mempengaruhi nilai gizinya. Berdasarkan dapat atau tidaknya disintesa oleh tubuh, asam lemak dibedakan menjadi dua, yaitu asam lemak esensial dan asam lemak non esensial. Asam lemak esensial ialah asam lemak yang tidak dapat disintesa dalam tubuh dan harus diperoleh dari makanan. Berdasarkan jumlah ikatan rangkap pada atom karbon, asam lemak dapat dibagi menjadi asam lemak jenuh (tanpa ikatan rangkap) dan asam lemak tidak jenuh (ada ikatan rangkap satu atau lebih). PUFA (*polyunsaturated fatty acid*), yaitu asam lemak yang mempunyai ikatan rangkap lebih dari satu, seperti omega 3 (asam linolenat) dan omega 6 (asam linoleat) merupakan asam lemak esensial. Kedua jenis asam lemak tersebut sangat dibutuhkan dalam pembentukan membran sel. Widowati *et al.* (1999) telah mengkarakterisasi komposisi asam lemak dari 17 varietas dan 19 galur kedelai Indonesia. Rasio terbaik, yaitu asam lemak omega 3 dan omega 6 berkisar antara 1:6 sampai 1:7, terdapat pada

**Tabel 4.** Perbandingan Nilai Gizi Kedelai Rebus dan Tempe per 100 g Bahan Basah.

Faktor Mutu Gizi	Kedelai Rebus	Tempe
Padatan terlarut (%)	14	34
Nitrogen terlarut (%)	6,5	39
Asam amino bebas (%)	0,5	7,3-12
Asam lemak bebas (%)	0,5	21
Nilai cerna (%)	75	83
Nilai efisiensi protein	1,6	2,1
Nilai kimia	75	78

Sumber : Astawan (2004).

varietas Malabar dan Tampomas serta galur 2691/3057-1-3-1, 33034/14L-4-3 dan 3596 lokal Madiun. Selama proses fermentasi tempe, kadar asam lemak tidak jenuh cenderung meningkat. Asam lemak tidak jenuh mempunyai efek menurunkan kandungan kolesterol dalam serum darah dan dapat menetralkan pengaruh negatif sterol di dalam tubuh. Defisiensi PUFA akan mempengaruhi komposisi dan struktur membran sel, termasuk sel-sel pada sistem syaraf yang selanjutnya akan mempengaruhi semua fungsi syaraf.

### 4.3. PRODUK OLAHAN TEMPE

#### Produk Generasi I

Proses fermentasi kedelai menjadi tempe, selain dapat meningkatkan mutu gizi, juga dapat mengubah flavor kedelai yang *langu* (*beany flavor*) menjadi flavor khas tempe yang enak. Tempe segar mempunyai aroma lembut seperti jamur, yang berasal dari aroma miselium kapang bercampur dengan aroma lezat asam amino bebas dan aroma yang timbul akibat penguraian lemak. Berbagai jenis olahan tradisional telah dikembangkan secara turun-temurun. Tempe bisa diolah dengan cara direbus (tempe bacem, khas Jawa Tengah dan Yogyakarta yang cenderung manis), disayur (tumis, lodeh, sambal goreng), dikeringkan (tempe kering, kripik tempe), atau sengaja dibusukan untuk bumbu. Olahan tempe ini hampir dapat dijumpai sehari-hari dalam rumah tangga masyarakat Jawa, baik sebagai lauk pauk maupun sebagai camilan (mis. tempe goreng tepung, mendoan khas Banyumasan). Tempe yang dikonsumsi dalam bentuk-bentuk ini digolongkan sebagai produk Generasi I

## Produk Generasi II

Tempe merupakan produk yang daya simpannya rendah. Jika disimpan dalam bentuk segar dan pada suhu ruang hanya tahan dua hari, sedangkan pada suhu rendah (refregerator) dengan dilapis plastik tertutup dapat memperpanjang umur simpan sampai satu minggu (Widowati *et al.*, 2004). Berdasarkan sifat tempe yang *perishable* dan khasiat tempe yang sangat baik dari segi gizi dan kesehatan maka berkembanglah produk-produk turunan tempe (Pierson *et al.*, 1986).

Produk Generasi II meliputi tepung tempe, bubur bayi, susu tempe, es krim, minuman instan, biskuit, *cookies*, *burger*, produk-produk lain yg tidak mempunyai bentuk dan rasa khas tempe. Burger tempe maupun produk daging tiruan lainnya sangat disukai oleh kaum vegetarian. Selain itu, pembuatan konsentrat dan isolat protein kedelai maupun tempe dapat dimanfaatkan sebagai ingredien dari berbagai produk pangan modern (Kinsella, 1979; Widowati *et al.*, 1998)

### 4.3.1. Kecap

Kecap merupakan produk fermentasi kedelai, berupa cairan kental berwarna coklat tua. Produk ini digunakan sebagai bumbu atau penyedap berbagai masakan. Kecap berasal dari Cina, terdapat dua macam kecap, yaitu kecap manis yang lebih dikenal dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia serta kecap asin yang lebih populer di Cina dan Jepang.

Kecap dapat dibuat melalui tiga cara, yaitu fermentasi, hidrolisis dan kombinasi keduanya. Dibandingkan dengan kecap yang dibuat secara hidrolisis, kecap yang dibuat secara fermentasi biasanya mempunyai flavor dan aroma yang lebih baik. Kemungkinan alasan ini yang menyebabkan pembuatan kecap secara hidrolisis asam jarang dijumpai.

Prinsip pembuatan kecap secara fermentasi adalah memecah protein, lemak dan karbohidrat melalui aktivitas enzim yang berasal dari kapang, ragi (khamir) dan bakteri menjadi fraksi-fraksi yang lebih sederhana. Komposisi fraksi-fraksi tersebut yang menentukan rasa dan aroma kecap

Prinsip pembuatan kecap secara hidrolisis adalah pemecahan (hidrolisis) protein menggunakan asam sehingga dihasilkan peptida-peptida dan asam amino. Kecap jenis ini kurang lengkap komposisinya bila dibandingkan dengan kecap hasil fermentasi. Kecap jenis ini hanya merupakan larutan garam dan asam amino saja, sedangkan komponen pembentuk citarasa seperti peptida-peptida tertentu, alkohol, ester dan komponen lain yang terbentuk selama fermentasi tidak terdapat dalam produk ini.

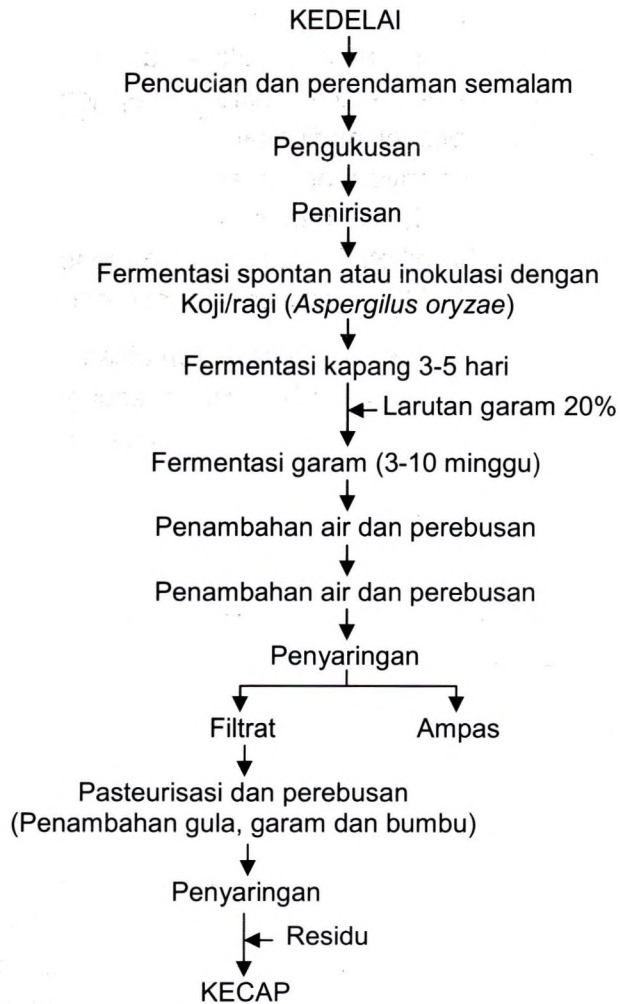
Prinsip pembuatan kecap secara kombinasi merupakan gabungan kedua cara tsb diatas. Pada awalnya sebagian protein dihidrolisis menggunakan asam, kemudian dilanjutkan dengan fermentasi.

### **Cara Pembuatan**

Berikut ini akan diuraikan cara pembuatan kecap yang banyak dilakukan di Indonesia, yaitu cara fermentasi (Gambar 19). Prinsip pembuatan kecap cara fermentasi terdiri atas dua tahap, yaitu fermentasi kapang dan fermentasi dalam larutan garam.

Tahap fermentasi kapang dapat dilakukan secara spontan atau menggunakan biakan murni (di Jepang dikenal dengan sebutan koji atau di Indonesia sebagai ragi). Koji atau ragi dapat dibuat dengan cara menginokulasi biakan kapang murni pada kedelai yang telah direndam, dimasak, didinginkan serta dicampur dengan tepung terigu/beras/kasava yang telah disangrai. Fermentasi dengan kapang dilakukan dengan cara sbb: Kedelai yang telah dibersihkan, dicuci dan direndam semalam, kemudian dikukus sampai matang dan didinginkan. Setelah kedelai dingin dilakukan inokulasi dengan koji/ragi sebanyak 2-5% lalu diinkubasikan selama 3-5 hari. Pada fermentasi cara spontan, kedelai yang sudah dibersihkan, dicuci dan direbus hingga matang. Kedelai rebus dihamparkan diatas nyiru hingga dingin, ditutup menggunakan daun pisang atau karung goni dan dibiarkan selama 3-5 hari hingga ditumbuhi kapang.

Kedelai yang telah mengalami fermentasi diatas, kemudian direndam dalam larutan garam 20% dan dibiarkan terfermentasi selama 3-10 minggu. Selama fermentasi, bila larutan garam berkurang bisa ditambah lagi hingga kedelai tetap terendam.



**Gambar 17.** Diagram alir pembuatan kecap secara fermentasi.

Hasil fermentasi ditambah dengan air secukupnya lalu direbus dan disaring. Filtrat hasil penyaringan kemudian dipasteurisasi pada suhu sekitar 70°C selama 30 menit. Untuk kecap manis, filtrat dimasak dan ditambah gula merah/gula aren dan bumbu, sedangkan untuk kecap asin ditambah garam, lalu disaring menjadi kecap yang siap untuk dikemas atau dikonsumsi.

### 4.3.2. Tauco

Tauco merupakan produk hasil fermentasi kedelai Indonesia, khususnya di Jawa Barat. Tauco berbentuk pasta (semi solid) dengan warna kuning hingga kecoklatan dan umumnya digunakan sebagai bumbu atau penyedap masakan. Tauco dibuat melalui dua tahap fermentasi, yaitu fermentasi kapang dan fermentasi garam. Mikroba yang berperan dalam fermentasi kapang antara lain *Rhizopus oryzae*, *R oligosporus* dan *Aspergillus oryzae*. Sedangkan dalam fermentasi garam, mikroba yang aktif adalah *Lactobacillus delbruechii* dan bakteri asam laktat lainnya, serta khamir *Zygosacharomyces soyae* dan *Z mayor*.

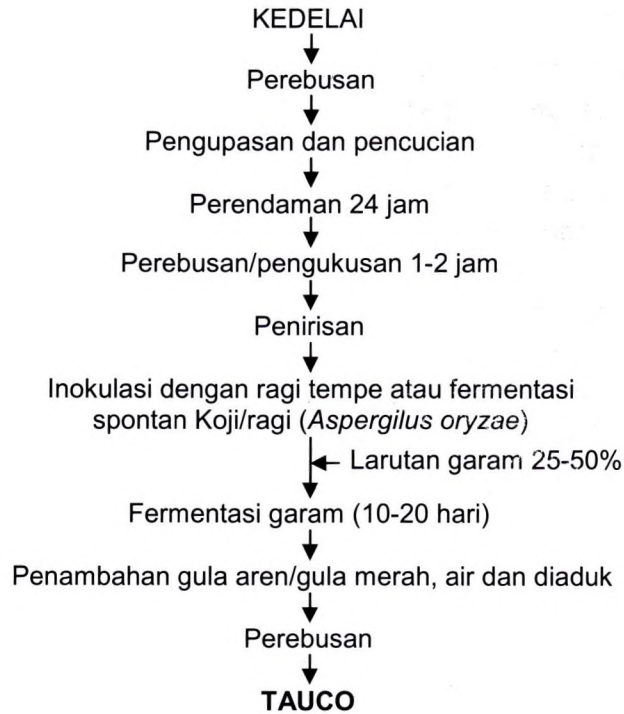
Secara umum tauco mengandung 10,4% protein, 4,9% lemak, 24,1% karbohidrat, air 56,65%, garam 17,8%, abu 7,4%, gula total 9,2%, pH 4,9 dan keasaman sebagai asam laktat sebesar 0,9%. Tauco mengandung 17 macam asam amino dengan komponen terbesar adalah asam glutamat. Asam amino lainnya adalah arginin, leusin, prolin, asam aspartat, lisin, sistein, histidin, metionin, glisin, isoleusin, phenilalanin, serin, treonin, triptofan, tirosin dan valin (Koswara, 1992).

#### Cara pembuatan

Kedelai dibersihkan, dicuci dan direbus 1-2 jam lalu dihilangkan kulit arinya. Selanjutnya direndam 24 jam, direbus lagi selama 1-2 jam lalu ditiriskan. Fermentasi kapang dapat dilakukan dengan inokulasi ragi maupun spontan, dibiarkan pada suhu kamar selama 2-5 hari. Kedelai hasil fermentasi kapang dihancurkan sehingga pecah-pecah menjadi 2-4 bagian, lalu direndam dengan larutan garam 25-50% dalam wadah terbuka dibawah sinar matahari, selama 10-20 hari dan tiap hari diaduk. Hasil fermentasi garam ditambah air, gula aren/gula merah dan direbus lalu tauco basah ini dikemas dalam botol (Gambar 19). Ada juga tauco yang dijemur menjadi tauco kering.

### 4.3.3. Soyghurt

*Soyghurt* atau *Yoghurt* kedelai merupakan produk hasil fermentasi susu kedelai menggunakan biakan murni bakteri *Streptococcus ther-*

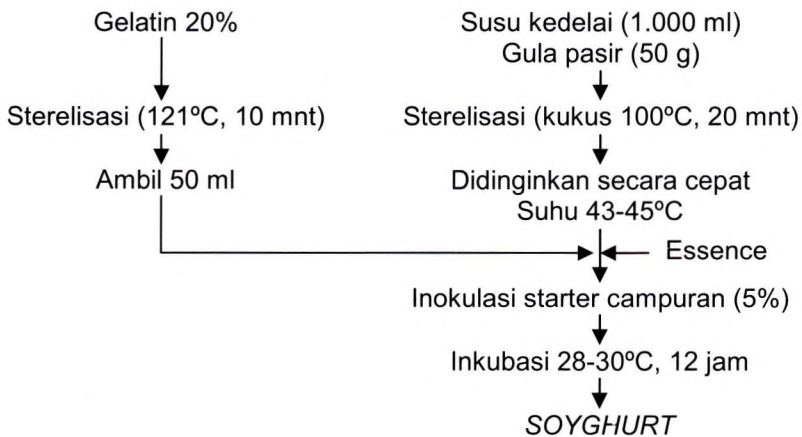


**Gambar 18.** Diagram alir proses pembuatan tauco.

*mophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*. *Soyghurt* merupakan modifikasi *Yoghurt*, yang merupakan produk hasil fermentasi susu sapi menggunakan kedua bakteri tsb, bentuknya seperti bubur. *Yoghurt* merupakan produk fermentasi susu yang sangat digemari di Eropa dan Amerika serta beberapa negara Asia. Di Indonesia produk ini sudah lama diproduksi tetapi belum populer. Tradisional sejenis *Yoghurt* yang terbuat dari susu kerbau disebut dadih, yang merupakan makanan khas Sumatera Barat.

### **Cara Pembuatan**

Secara garis besar proses pembuatan *soyghurt* dapat dilihat pada Gambar 10. Susu kedelai dipasteurisasi (suhu 80-90°C, 30 menit) atau disterilisasi (suhu 100°C, 20 menit) lalu ditambah gula sekitar 5%. Untuk menjaga kestabilan *soyghurt* dan agar tekstur lebih baik, sering ditambahkan gelatin 0,5-1,5%. Variasi rasa dapat dilakukan dengan penambahan essence (moca, vanili, strawberry). Setelah



**Gambar 19.** Diagram alir proses pembuatan *soyghurt*.

dingin lalu diinokulasi dengan starter *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus* (1:1) sebanyak 5% dari volume susu kedelai. Inkubasi dilakukan pada suhu 45°C, selama 3-4 jam atau pada suhu kamar selama 12 jam. *Soyghurt* yang dihasilkan didinginkan pada suhu 2°C atau dipasteurisasi pada suhu 65°C selama 30 menit (Gambar 20).

#### 4.3.4. Keju Kedelai

Keju kedelai atau dikenal dengan nama *Sufu* merupakan produk hasil fermentasi gumpalan protein kedelai (*curd*, tahu), yang penampakkannya seperti keju lunak. *Sufu* cukup populer di Jepang dan Cina, tetapi di Indonesia belum berkembang. Mikroba yang berperan dalam pembuatan *Sufu* adalah *Mucor*.

##### Cara Pembuatan

Proses pembuatan *Sufu* meliputi: persiapan tahu (*curd*), inokulasi kapang dan pematangan. Tahu yang akan dibuat *Sufu* mempunyai kadar air sekitar 80-85%, protein 10%, lemak 4%. Tahu direndam selama satu jam di dalam larutan yang mengandung NaCl 6% dan asam sitrat 2,5%, lalu disterilkan pada suhu 100°C selama 15 menit. Perlakuan ini bertujuan untuk mencegah pertumbuhan bakteri kontaminan. Potongan tahu diinokulasi dengan mikroba yang dikenal dengan nama *Mucor sufu*, kemudian ditempatkan

dalam berbagai konsentrasi larutan garam, tergantung flavor yang diinginkan. Pemeraman atau pematangan berkisar antara 40-60 hari.

## DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, A. 1986. Pembangunan Pertanian Indonesia. Departemen Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman pangan. Bogor.
- Anonim. 1984. Standar Mutu Benih Tanaman pangan. Rapat Konsensus Standar Pertanian Indonesia ke II.
- \_\_\_\_\_. 1986. Surat Keputusan Presiden Republik Indonesia No. 17 tahun 1986. Tentang Peningkatan Penanganan Pascapanen hasil Pertanian.
- \_\_\_\_\_. 1988. Beberapa Tanaman Pangan Penting Nasional. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan Bogor.
- Dolouche, J.C. 1973. Storage of Seed in Subtropical Regions. *Seed Sci Technology*. 1(3):671-700.
- Lubis, S., R. Thahir dan J. Setiawati. 1993. Teknik Pemolongan Kedelai Brangkasan Menggunakan Metode Sisir. *Agrimek*. Vol 4 dan 5. No. 1. 1992-1993.
- Purwadaria, H.K. 1987. Buku Pedoman Teknologi Penanganan Pascapanen Kedelai. Institute Pertanian Bogor.
- Santosa, B.A.S., A. Setyono dan D.S. Damardjati. 1998. Keragaan dan Program Penelitian Pascapanen Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Setiawati J., dan Sudaryono. 1990. Pengaruh Kadar Air Awal Terhadap Daya Simpan Kedelai. Seminar Hasil Penelitian Pascapanen Tanaman Pangan. Laboratorium Karawang. 10 Pebruari 1990.
- Setyono, A. dan Sudaryono. 1990. Pengaruh Kadar Air Awal Terhadap daya Simpan Benih Kedelai. Seminar Hasil Penelitian Pascapanen Tanaman Pangan. Laboratorium Karawang, 10 Pebruari 1990.
- Soeharmadi dan S. Nugraha. 1989. Uji daya Simpan Benih Kedelai dengan Abu Sekam dan Dithane M-45. Laporan Kemajuan Penelitian. Laboratorium Karawang, Baliitan Sukamndi.
- Sudaryono dan A. Setyono. 1990a. Pengaruh Perawatan Kedelai Brangkasan Hasil panen Musim Hujan Terhadap Butir Rusak dan Daya Kecambah. Seminar hasil Penelitian Pascapanen Tanaman Pangan. Laboratorium Karawang 10 Pebruari 1990.

- Sudaryono dan A. Setyono. 1990b. Pengaruh Keterlambatan Penanganan Kedelai Hasil Panen Musim Hujan Terhadap Butir Rusak dan daya Kecambah. Laporan Hasil Penelitian 1989/1990. Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukamandi.
- Sudaryono, A. Setyono dan D.S. Damardjati. 1990. Perbaikan Penanganan Pascapanen Kedelai Hasil Panen Musim Kemarau. Laporan Hasil Penelitian 1988/1989. Balai penelitian Tanaman Pangan Sukamandi.
- Sudaryono, Soeharmadi dan S. Nugraha. 1990. Penyimpanan Benih Kedelai. Seminar Hasil Penelitian Pascapanen Tanaman Pangan. Laboratorium Karawang, 10 Pebruari 1990.
- Thahir, R., Soemangat, R. Rachmat, S. Nugraha and Sudaryono. 1991. Evaluation of soybean Sundrying Techniques in Indonesia. Paper Presented at the 14 th ASEAN Seminar on Grain Postharvest Technology. Manila, 5-8 November 1991.

## LAMPIRAN:

### DIFINISI KOMPONEN KUALITAS PALAWIJA PENGADAAN DALAM NEGERI

1. Kedelai kupasan:

Hasil tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill) berupa biji kering yang telah dipisahkan dari kulit polongnya serta telah dibersihkan.

2. Kedelai kuning:

Biji kedelai sehat yang kulit bijinya berwarna kuning dan maksimal tidak tercampur lebih 10% biji kedelai sehat yang berwarna lain (karena berbeda varietas untuk kualitas C dan kualitas B).

3. Kadar Air:

Jumlah kandungan air di dalam butir biji-bijian palawija tersebut yang dinyatakan dalam persentase berat basah (wet basis).

4. Butir belah:

Biji kedelai yang bukan biji rusak tetapi kulit dan bijinya pecah (terlepas), biji terpotong dan keeping-kepingnya terlepas atau tergeser.

5. Butir rusak:

Biji kedelai yang dinyatakan rusak karena biologis. Khemis, mekanis, fisis maupun enzimatik, seperti berkecambah, busuk, berbau tidak disukai, berubah warna maupun berubah bentuk karena sebab-sebab diatas.

6. Kotoran/benda asing:

Benda-benda yang bukan butir komoditas yang bersangkutan, yang terdapat dalam contoh yang diperiksa seperti bata, tanah, biji-bijian lain, kulit polong, potongan tanaman, dan lain-lain.

7. Butir keriput:

Butir kedelai yang berubah bentuknya dan keriput, termasuk biji yang sangat muda atau tidak sempurna pertumbuhannya.



Jl. Tentara Pelajar No. 12  
Kampus Penelitian Pertanian Cimanggu  
Bogor 16114  
Telp. 62.251.321762/350920  
Fax. 62.251.321762  
email : [bb\\_pascapanen@litbang.deptan.go.id](mailto:bb_pascapanen@litbang.deptan.go.id)  
[bb\\_pascapanen@yahoo.com](mailto:bb_pascapanen@yahoo.com)  
Website: [www.pascapanen.litbang.deptan.go.id](http://www.pascapanen.litbang.deptan.go.id)