**II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas mengenai : (1) Kacang-kacangan (2) Kacang Kedelai, (3) Kacang Tanah, (4) Kacang Tunggak, (5) Kacang Merah, (6) Protein, (7) Koagulasi dan (8) Tahu.

**2.1. Kacang-kacangan**

Kacang-kacangan ada yang memasukkan dalam serealia. Kacang-kacangan termasuk famili *Leguminosa* atau disebut juga polongan (berbunga kupu-kupu). Berbagai kacang-kacangan yang telah banyak dikenal kacang kedelai (*Glycine max*), kacang tanah (*Arachis hypogea*), kacang hijau (*Phaseoulus radiatus*), kacang gude (*Cajanus cajan*) dan masih banyak lagi. Kacang-kacangan merupakan sumber utama protein nabati dan mempunyai daya guna yang sangat luas. Kacang tanah dan kacang kedelai merupakan sumber utama minyak di samping komoditi lainnya (Muchtadi dkk, 2010).

Kacang adalah istilah non-[botani](http://id.wikipedia.org/wiki/Botani) yang biasa dipakai untuk menyebut [biji](http://id.wikipedia.org/wiki/Biji) sejumlah tumbuhan [polong-polongan](http://id.wikipedia.org/wiki/Fabaceae) (namun tidak semua). Dalam percakapan sehari-hari, kacang dipakai juga untuk menyebut [buah](http://id.wikipedia.org/wiki/Buah) (polong) atau bahkan [tumbuhan](http://id.wikipedia.org/wiki/Tumbuhan) yang menghasilkannya. Di [Jakarta](http://id.wikipedia.org/wiki/Jakarta), kata "kacang" biasanya dimaksudkan untuk polong [kacang tanah](http://id.wikipedia.org/wiki/Kacang_tanah). Kata ini sebenarnya dipakai untuk menyebut biji kering yang berbentuk menyerupai ginjal dan dimakan setelah dikeringkan (Wikipedia, 2011).

Indonesia memiliki banyak potensi pangan lokal dari jenis kacang-kacangan. Pemanfaatan kacang-kacangan lokal merupakan alternatif sumber protein nabati yang murah dan dapat terjangkau oleh masyarakat Indonesia. Indonesia memiliki beraneka jenis kacang-kacangan yang potensinya belum sepenuhnya tergali. Kacang merah (Phaseolus vulgaris L.), kacang hijau (Phaseolus radiatus L.) dan kacang tunggak (Vigna unguiculata) merupakan jenis kacang yang berpotensi untuk dikembangkan dalam berbagai produk industri pangan (Husaini, 2000).

**2.2. Kacang Kedelai**

Kedelai (kadang-kadang ditambah "kacang" di depan namanya) adalah salah satu tanaman polong-polongan yang menjadi bahan dasar banyak makanan dari [Asia Timur](http://id.wikipedia.org/wiki/Asia_Timur) seperti [kecap](http://id.wikipedia.org/wiki/Kecap), [tahu](http://id.wikipedia.org/wiki/Tahu), dan [tempe](http://id.wikipedia.org/wiki/Tempe). Berdasarkan peninggalan [arkeologi](http://id.wikipedia.org/wiki/Arkeologi), tanaman ini telah dibudidayakan sejak 3500 tahun yang lalu di [Asia Timur](http://id.wikipedia.org/wiki/Asia_Timur). Kedelai putih diperkenalkan ke [Nusantara](http://id.wikipedia.org/wiki/Nusantara) oleh pendatang dari Cina sejak maraknya perdagangan dengan Tiongkok, sementara kedelai hitam sudah dikenal lama orang penduduk setempat (Wikipedia,2008).

Kedelai yang dikenal sekarang termasuk dalam family *Leguminosa,* sub family *Papilionidae*, genus *Glycine* dan spesies *max*, sehingga nama latinnya dikenal sebagai *Glycine max.* Tanaman ini tumbuh baik pada tanah dengan pH 4,5 masih dapat member hasil. Daerah pertumbuhannya tidak lebih 500 m di atas permukaan laut dengan iklim panas dan curah hujan rata-rata 200mm/bulan. Umur tanaman kedelai berbeda-beda tergantung varietasnya, tetapi umumnya berkisar antara 75 sampai 100 hari (Koswara, 2002).

Kedelai berdasarkan warna kulitnya, dapat dibedakan atas kedelai putih, kedelai hitam, kedelai coklat dan kedelai hijau. Kedelai yang ditanam di Indonesia adalah kedelai kuning atau putih, hitam dan hijau. Perbedaan warna tersebut akan berpengaruh dalam penggunaan kedelai sebagai bahan pangan, misalnya untuk kecap digunakan kedelai hitam, putih atau kuning sedangkan susu kedelai dibuat dari kedelai kuning atau putih (Suliantari danWinniati, 2011).

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 (Soeprapto, 1989).

Konsumsi kedelai di Indonesia mencapai 2,2 juta ton per tahun dari jumlah itu sekitar 1,6 juta ton harus diimpor 75% dari jumlah itu diimpor oleh importer.

Tabel 1. Produksi Kedelai di Indonesia

|  |  |
| --- | --- |
| **Tahun** | **Produksi Kedelai Di Indonesia (ton)** |
| 2004 | 723.483 |
| 2005 | 808.353 |
| 2006 | 747.611 |
| 2007 | 592.634 |
| 2008 | 776 491 |
| 2009 | 603 531 |
| 2010 | - |

(Sumber : FAO 2010,dalam Wikipedia,2008).

Di Indonesia, kedelai menjadi sumber gizi [protein](http://id.wikipedia.org/wiki/Protein) nabati utama, meskipun Indonesia harus mengimpor sebagian besar kebutuhan kedelai. Ini terjadi karena kebutuhan Indonesia yang tinggi akan kedelai putih. Kedelai putih bukan asli tanaman [tropis](http://id.wikipedia.org/wiki/Tropika) sehingga hasilnya selalu lebih rendah daripada di Jepang dan [Cina](http://id.wikipedia.org/wiki/Cina). [Pemuliaan](http://id.wikipedia.org/wiki/Pemuliaan_tanaman) serta [domestikasi](http://id.wikipedia.org/wiki/Domestikasi) belum berhasil sepenuhnya mengubah sifat [fotosensitif](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Fotoperiodisme&action=edit&redlink=1) kedelai putih. Di sisi lain, kedelai hitam yang tidak fotosensitif kurang mendapat perhatian dalam pemuliaan meskipun dari segi adaptasi lebih cocok bagi Indonesia. Kedelai merupakan tumbuhan serbaguna. Akar kedelai memiliki bintil pengikat [nitrogen](http://id.wikipedia.org/wiki/Nitrogen) bebas, kedelai merupakan tanaman dengan kadar protein tinggi sehingga tanamannya digunakan sebagai [pupuk hijau](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Pupuk_hijau&action=edit&redlink=1) dan [pakan](http://id.wikipedia.org/wiki/Pakan) ternak. Pemanfaatan utama kedelai adalah dari biji. Biji kedelai kaya [protein](http://id.wikipedia.org/wiki/Protein) dan [lemak](http://id.wikipedia.org/wiki/Lemak) serta beberapa bahan [gizi](http://id.wikipedia.org/wiki/Gizi) penting lain, misalnya [vitamin](http://id.wikipedia.org/wiki/Vitamin) (asam fitat) dan [lesitin](http://id.wikipedia.org/wiki/Lesitin). Olahan biji dapat dibuat menjadi : [tahu](http://id.wikipedia.org/wiki/Tahu) (tofu),bermacam-macam saus penyedap (seperti [kecap](http://id.wikipedia.org/wiki/Kecap), [taosi](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Taosi&action=edit&redlink=1), dan [tauco](http://id.wikipedia.org/wiki/Tauco)) ,[tempe](http://id.wikipedia.org/wiki/Tempe), [susu](http://id.wikipedia.org/wiki/Susu) [kedelai](http://id.wikipedia.org/wiki/Susu_kedelai) (baik bagi orang yang sensitif [laktosa](http://id.wikipedia.org/wiki/Laktosa)), tepung kedelai, [minyak](http://id.wikipedia.org/wiki/Minyak) (dari sini dapat dibuat sabun, plastik, kosmetik, resin, tinta, krayon, pelarut, dan [biodiesel](http://id.wikipedia.org/wiki/Biodiesel)), [makanan ringan](http://id.wikipedia.org/wiki/Makanan_ringan) (Wikipedia,2008).

Kedelai termasuk salah satu sumber protein yang harganya relatif murah jika dibandingkan dengan sumber protein hewani. Dari segi gizi kedelai utuh mengandung protein 35 – 38 % bahkan dalam varietas unggul kandungan protein dapat mencapai 40 – 44 % (Koswara, 2002).

Kacang kedelai mengandung sekitar 9% air, 40 % protein, 18 % lemak, 3,5 % serat, 7 % gula dan sekitar 18% zat lainnya. Minyak kedelai banyak mengandung asam lemak tidak jenuh (86%) terdiri dari asam linoleat sekitar 52%, asam oleat sekitar 30%, asam linoleat sekitar 2% dan asam jenuh hanya sekitar 14% yaitu 10% asam palmitat, 2% asam stearat dan 2% asam arachidat. Dibandingkan dengan kacang tanah dan kacang hijau maka kacang kedelai mengandung asam amino essensial yang lebih lengkap   
(Syarief dan Irawati,1988).

Tabel 2. 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 |
| Vitmin A (SI) | 95,0 | 110,0 |
| Vitamin B (mmg) | 0,93 | 1,07 |
| Air (g) | 20,0 | 7,5 |

(Sumber ; Widya Karya Pangan dan Gizi, 2000)

**2.3. Kacang Tanah**

Kacang tanah (*Arachis hypogaea*) kacang una, suuk, merupakan tanaman polong-polongan atau legume dari family *Fabaceae*, kedua terpenting setelah kedelai di Indonesia. Kacang tanah merupakan sejenis tanaman tropika. Ia tumbuh secara perdu setinggi 30 hingga 50 cm dan mengeluarkan daun-daun kecil (Wikipedia, 2010).

Kacang tanah kaya dengan lemak, mengandung protein yang tinggi, zat besi, vitamin E dan kalsium, vitamin B kompleks dan Fosforus, vitamin A dan K, lesitin, kolin dan kalsium. Kandungan protein dalam kacang tanah adalah jauh lebih tinggi dari daging, telur dan kacang soya. Mempunyai rasa yang manis dan banyak digunakan untuk membuat beraneka jenis kue (Wikipedia,2010).

Komposisi kacang tanah dipengaruhi oleh varietas, lokasi geografis dan kondisi pertumbuhan. Umumnya kacang tanah mengandung 20-30% protein, kandungan lemak 40-50% lemak (Salunkhe dkk,1985).

Tabel 3. Komposisi Kimia Kacang Tanah (per 100 gram bahan Kering)

|  |  |
| --- | --- |
| **Komposisi** | **Jumlah** |
| Kadar air (g) | 4,0 |
| Protein (g) | 25,3 |
| Lemak (g) | 42,8 |
| Karbohidrat (g) | 21,1 |
| Abu (g) | 2,4 |
| Kalori (kal) | 425,0 |
| BDD (%) | 100,0 |

(Sumber : Departemen Kesehatan RI, 1996)

Tabel 4. Produksi Kacang Tanah di Indonesia

|  |  |
| --- | --- |
| **Tahun** | **Produksi Kacang Tanah Di Indonesia (ton)** |
| 2008 | 770.054 |
| 2009 | 777.888 |
| 2010 | 779.288 |
| 2011 | 691.289 |
| 2012 | 709.063 |

(Sumber : Badan Pusat Statistik ,2013).

**2.4. Kacang Tunggak**

Kacang tunggak (*Vigna unguiculata*) adalah sejenis tanaman legume yang bijinya biasa di sayur, seperti sayur lodeh atau brongkos. Tumbuhan ini relatif tahan kering dan biasa ditanam di pekarangan sebagai cadangan pangan keluarga. Kacang tunggak masih satu jenis dengan kacang panjang namun berbeda subspesies atau kelompok kultivar. Selain di Asia, biji kacang tunggak juga dimanfaatkan di Afrika, Eropa bagian selatan dan kawasan Amerika latin (Wikipedia,2010).

Kacang tunggak atau kacang tolo (*Vigna unguiculata, L*) memiliki potensi besar sebagai bahan pangan yang bergizi sebagai bahan pengganti kacang kedelai. Pemanfaatan kacang tunggak hanya terbatas biasanya dimanfaatkan sebagai sayuran (yaitu campuran gudeg dan lodeh), makanan tradisional dan lauk (rempeyek) (Hardiyanti, 2010).

Kandungan protein kacang tunggak berkisar antara 18,3-25,53%. Keunggulan kacang tunggak adalah memiliki kadar lemak yang lebih rendah sehingga dapat meminimalisasi efek negatif dari penggunaan produk pangan berlemak (Hardiyanti,2010).

Kacang tunggak juga memiliki kandungan vitamin B1 lebih tinggi dibandingkan kacang hijau. Asam amino yang penting dari protein kacang tunggak adalah kandungan asam amino lisin, asam aspartat dan glutamate (Hardiyanti,2010).

Tabel 5. Komposisi Kimia Kacang Tunggak (per 100 gram bahan Kering)

|  |  |
| --- | --- |
| **Komposisi** | **Jumlah** |
| Energi (Kkal) | 342 |
| Protein (g) | 22,9 |
| Lemak (g) | 1,4 |
| Karbohidrat (g) | 61,6 |
| Kalsium (mg) | 77 |
| Fosfor (mg) | 449 |
| Abu (mg) | 3,6 |
| Vitamin A (IU) | 30 |
| Vitamin B1 (mg) | 0,92 |
| Vitamin C (mg) | 2 |
| Air (g) | 11 |

(Sumber : Departemen Kesehatan RI, 2012)

Tabel 6. Produksi Kacang Tunggak di Indonesia

|  |  |
| --- | --- |
| **Tahun** | **Produksi Kacang Tanah Di Indonesia (ton)** |
| 2008 | 550.987 |
| 2009 | 589.100 |
| 2010 | 489.901 |
| 2011 | 503.901 |
| 2012 | 494.506 |

(Sumber : Wikipedia ,2013).

* 1. **Kacang Merah**

Kacang jogo (*Phaseolus vulgaris L*) bukan merupakan tanaman asli Indonesia. Tanaman ini berasal dari Meksiko Selatan, Amerika Selatan dan dataran Cina. Selanjutnya tanaman tersebut menyebar ke daerah lain seperti Indonesia, Malaysia, Karibia, Afrika Timur, dan Afrika Barat. Di Indonesia, daerah yang banyak ditanami kacang jogo adalah Lembang (Bandung), Pacet (Cipanas), Kota Batu (Bogor), dan Pulau Lombok (Fitriyani,2011).

Nama lain untuk kacang merah adalah kacang galing, kacang merah hanya dimakan dalam bentuk biji yang sudah tua, baik dalam keadaan segar maupun dalam keadaan kering. Biji kacang merah merupakan bahan makanan yang mempunyai energi tinggi dan sekaligus sumber protein nabati yang potensial (Viziati,2011).

Kacang merah (*Phaseolus vulgaris L*,) memiliki kandungan protein cukup tinggi, yaitu antara 21-27% (Rukmana,2009).

Tabel 7. Produksi Kacang Merah di Indonesia

|  |  |
| --- | --- |
| **Tahun** | **Produksi Kacang Tanah Di Indonesia (ton)** |
| 2006 | 152.021 |
| 2007 | 158.987 |
| 2008 | 121.901 |
| 2009 | 151.007 |

(Sumber : Badan Pusat Statistik ,2011).

Tabel 8. Komposisi Zat Kacang Merah Tiap 100 gram

|  |  |
| --- | --- |
| **Zat Gizi** | **Kacang Merah** |
| Energi (Kkal) | 336 |
| Protein (g) | 23,1 |
| Lemak (g) | 1,7 |
| Karbohidrat (g) | 59,5 |
| Kalium (g) | 80 |
| Fosfor (g) | 400 |
| Abu (g) | 2,9 |
| Vitmin A (SI) | 0 |
| Vitamin B (mmg) | 0,6 |
| Air (g) | 12 |

(Sumber ; Departemen Kesehatan RI, 2012)

Salah satu jenis kacang-kacangan yang mungkin dapat digunakan untuk mensubstitusi baha dasar kedelai adalah kacang merah. Disamping itu kacang merah jauh lebih murah jika dibandingkan dengan kacang kedelai   
( Masruroh dan Afifah, 2013).

Menurut BPS (Badan Pusat Statistik) tahun 2008 sampai 2010 produksi kacang tanah di Indonesia mencapai 3,5 juta ton, sedangkan untuk kacang merah mencapai 500.000 ton dalam kurun jenjang waktu 2006 sampai 2009.

* 1. **Protein**

Protein (asal kata *protos* dari [bahasa Yunani](http://id.wikipedia.org/wiki/Bahasa_Yunani) yang berarti "yang paling utama") adalah [senyawa organik](http://id.wikipedia.org/wiki/Senyawa_organik) kompleks berbobot molekul tinggi yang merupakan [polimer](http://id.wikipedia.org/wiki/Polimer) dari [monomer](http://id.wikipedia.org/wiki/Monomer)-[monomer](http://id.wikipedia.org/wiki/Monomer) [asam amino](http://id.wikipedia.org/wiki/Asam_amino) yang dihubungkan satu sama lain dengan [ikatan peptida](http://id.wikipedia.org/wiki/Ikatan_peptida). Molekul protein mengandung [karbon](http://id.wikipedia.org/wiki/Karbon), [hidrogen](http://id.wikipedia.org/wiki/Hidrogen), [oksigen](http://id.wikipedia.org/wiki/Oksigen), [nitrogen](http://id.wikipedia.org/wiki/Nitrogen) dan kadang kala [sulfur](http://id.wikipedia.org/wiki/Sulfur) serta [fosfor](http://id.wikipedia.org/wiki/Fosfor). Protein berperan penting dalam struktur dan fungsi semua [sel](http://id.wikipedia.org/wiki/Sel) makhluk hidup dan [virus](http://id.wikipedia.org/wiki/Virus) (Wikipedia,2011).

Kata protein berasal dari kata protos atau proteos yang berarti pertama atau utama. Protein merupakan komponen penting atau komponen utama sel hewan atau manusia. Oleh karena sel itu merupakan pembentuk tubuh kita, maka protein yang terdapat dalam makanan berfungsi sebagai zat utama dalam pembentukan dan pertumbuhan tubuh (Poedjiadi, 2005).

Protein merupakan zat makanan yang amat penting bagi tubuh, karena zat ini di samping berfungsi sebagai bahan bakar dalam tubuh juga berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur. Protein adalah sumber asam-asam amino yang mengandung unsur-unsur C, H, O, dan N yang tidak dimiliki oleh lemak atau karbohidrat (Winarno, 1992).

Protein dapat digolongkan berdasarkan karakternya, antara lain berdasarkan susunan molekulnya, kelarutannya, adanya senyawa lain dalam molekul, tingkat degradasi dan fungsinya. Menurut Kusnandar (2002), perbedaan rantai samping asam amino dalam protein membuat protein dapat dibagi ke dalam makromolekul yaitu struktur primer, sekunder, tersier dan quartener. Protein dapat dikelompokkan menjadi protein sederhana (*simple protein*), protein konjugasi (*conjugated protein*) dan protein turunan (*derived protein*).

Protein kedelai merupakan komponen kimia yang tertinggi dalam kacang kedelai. Menurut Liu (1997) protein kedelai mengandung asam amino esencial yang lengkap dengan metionin sebagai asam amino pembatas. Leusin, isoleusin, lisin dan valin merupakan asam amino yang paling tinggi yang terkandung didalam kedelai. Kandungan protein yang tinggi menyebabkan protein memiliki peran yang penting dalam memberikan sifat-sifat fungsional yang khas, Belitz dan Grosch (1999) menjelaskan bahwa protein kedelai juga dapat digolongkan ke dalam 4 fraksi berdasarkan kelarutannya, yaitu albumin (larut dalam air), globulin (larut dalam larutan garam), prolamin (larut dalam alkohol 70%) dan glutelin (larut dalam basa encer) (Belitz dan Grosch,1999).

* 1. **Koagulasi**

Tahapan koagulasi dalam pembuatan produk berbasis *curd*  adalah tahap koagulasi protein (Pengendapan protein). Koagulasi adalah perubahan bentuk dari susu cair menjadi padatan yang berbentuk gel. Koagulasi protein dilakukan dengan bantuan koagulan penggumpal protein susu. Koagulasi protein akan mempengaruhi struktur *curd* dihasilkan sehingga secara tidak langsung proses ini akan menentukan mutu tekstur produk akhir. Proses penggumpalan merupakan tahapan proses paling menentukan sifat-sifat fisik dan organoleptik dalam pembuatan tahu. Penambahan koagulan dengan jenis dan konsentrasi tertentu berpengaruh terhadap tekstur *curd* yang akan diperoleh. Jumlah koagulan yang dibutuhkan tergantung pada kadar padatan yang terdapat dalam sari kedelai   
( Johnson dan Wilson 1984).

Koagulasi protein sari kedelai berlangsung pada pH 4,1 – 4,6. Melalui koagulasi tersebut, akan diperoleh padatan *curd* dan suspensi cair *whey*. *Curd* mengandung protein yang sebagian besar terdiri dari globulin. *Whey* ekstrak kedelai yang merupakan hasil samping dari koagulasi, mengandung albumin, protease, pepton, nitrogen non protein, gula, antitripsin, urease, lipoksidase, serta enzim-enzim lain dan vahan lain yang larut dalam air (Smith,1985). Menurut Shurtleff dan Aoyagi (2001) penambahan bahan penggumpal sebaiknya dilakukan setelah sari kedelai mencapai suhu 70-90oC, hal ini tergantung dari jenis bahan penggumpal yang digunakan.

Poysa dan Woodrow (2004) menyatakan bahwa koagulan yang berbeda akan memberikan struktur serta flavor yang berbeda pula. Lebih rinci lagi Beddows dan Wong (1987) menyatakan bahwa kalsium sulfat, yang merupakan koagulan yang umum dipakai dalam produksi tahu, akan membantu memudahkan protein dalam sari kedelai untuk beragregasi. Kalsium sulfat juga akan berinteraksi dengan protein untuk menciptakan ikatan silang antar polimer protein. Kombinasi panas dengan mekanisme kerja kalsium tersebut akan menghasilkan struktur tahu. Menurut Shurtleff dan Aoyagi (2001), bahan penggumpal tahu dapat digolongkan menjadi beberapa golongan, yaitu : 1) golongan garam klorida, 2) golongan garam sulfat, 3) golongan lakton, dan 4) golongan asam, contoh senyawa dari keempat golongan tersebut dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Beberapa Golongan Bahan Penggumpal Tahu

|  |  |
| --- | --- |
| **Golongan** | **Jenis yang umum digunakan** |
| Garam klorida | *Nigari* alami, MgCl2.6H2O, air laut, CaCl2, CaCl2.. 2H2O |
| Garam Sulfat | CaSO4 dan MgSO4.7H2O |
| Lakton | C6H10O6 (*glucono-d-lactone*)/ GDL |
| Asam | Asam Laktat, sari buah jeruk, asam asetat, cuka (4%) |

(Sumber : Shurtleff dan Aoyagi 2001)

Koagulan asam yang digunakan untuk mengendapkan protein kedelai antara lain asam laktat, asam asetat dan sari buah jeruk. Asam laktat diperoleh melalui aktivitas bakteri asam laktat. Keberadaan asam laktat akan menurunkan pH sari kedelai menjadi 4,5 yang merupakan titik isoelektrik bagi protein globulin sari kedelai sehingga terjadi koagulasi protein kedelai. Di Indonesia koagulan asam diperoleh melalui fermentasi *whey* hasil pengolahan tahu sebelumnya. Fermentasi dilakukan semalam. *Whey* hasil fermentasi kemudian diinokulasikan kembali pada *whey* hasil pengolahan tahu hari berikutnya untuk memperoleh koagulan yang baru. Penggunaan koagulan yang berbeda akan memberikan tingkat kekerasan yang berbeda pada *curd* yang dihasilkan. Hang dan Jackson (1967) meniliti sifat-sifat *curd* asetat, kalsium sulfat, dan asam laktat. Hasil analisa sifat-sifat *curd* kedelai disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10 Sifat-sifat *curd* hasil koagulasi beberapa koagulan

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Bahan Penggumpal** | **Kadar air (%)** | **Kadar Protein (%)** | **Kekerasan (mm)** |
| Asam Asetat 4% | 77,6 | 56,3 | 126 |
| Kalsium Sulfat | 84,8 | 51,3 | 142 |
| Asam Laktat | 76,9 | 52,4 | 82 |

(Sumber : Hang dan Jackson, 1967)

Protein akan mengalami koagulasi apabila dipanaskan pada suhu 500C atau lebih. Koagulasi ini hanya terjadi apabila protein berada pada titik isolistriknya. Protein yang terdenaturasi pada titik isolistriknya masih dapat larut pada pH di luar titik isolistrik tersebut. Air ternyata diperlukan untuk proses denaturasi oleh panas. Putih telur yang kering dapat dipanaskan hingga 1000C dan tetap dapat larut dalam air. Di samping oleh pH, suhu tinggi, dan ion logam berat, denaturasi dapat pula terjadi oleh adanya gerakan mekanik, alkohol, aseton, eter, dan detergen (Poedjiadi, 2005).

* 1. **Tahu**

Tahu merupakan suatu produk yang terbuat dari hasil penggumpalan protein kacang-kacangan. Menurut SNI (01-3142-1998) Tahu adalah suatu produk makanan berupa padatan lunak yang dibuat melalui proses pengolahan kedele (*Glycine Species*) dengan cara pengendapan proteinnya, dengan atau tanpa penambahan bahan lain yang diijinkan.

Produk tahu sudah dikenal masyarakat sebagai makanan sehari-hari yang umumnya sangat digemari serta mempunyai daya cerna yang tinggi. Keuntungan lain pada pembuatan tahu adalah berkurangnya senyawa anti tripsin (tripsin inhibito) yang terbuang bersama “whey” dan rusak selama pemanasan. Disamping itu, adanya proses pemanasan juga dapat menghilangkan bau langu kedelai (Koswara, 2002).

Tabel 11. Syarat Mutu Tahu

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Kriteria Uji | Satuan | Persyaratan |
| 1. Keadaan    1. Bau    2. Warna    3. Penampakan |  | Normal  Putih normal/kuning normal  Normal, tidak berlendir dan tidak berjamur |
| 1. Abu | %b/b | Min.1,0 |
| 1. Protein | %b/b | Min 9,0 |
| 1. Lemak | %b/b | Min 0,5 |
| 1. Serat Kasar |  | Maks. 0,1 |
| 1. Bahan tambahan makanan |  | Sesuai SNI 01-02222-1988 |
| 1. Cemaran Logam    1. Timbal    2. Tembaga    3. Seng    4. Timah    5. Raksa | mg/kg | Maks 2,0  Maks 30  Maks 40  Maks 40  Maks 0,03 |
| 1. Cemaran Arsen |  | Maks 1,0 |
| 1. Cemaran Mikroba    1. Bakteri Koli    2. Salmonela | /25g  APM/ g | Maks 10  Negatif |

(Sumber : Badan Standarisasi Industri, 1998)

Tahu adalah produk hasil koagulasi dari susu kedelai, yang dilanjutkan dengan penekanan sehingga hasilnya menyerupai keju lunak yang berwarna putih (Winarno, 2002).

Menurut Shurtleff,(1984) di dalam winarno (2002), tahu adalah makanan lunak, tanpa serat, berprotein tinggi dengan susunan komposisi kira-kira 80% air, 10% protein dan 4% lipid.

Tahu terdiri dari berbagai jenis, yaitu tahu putih, tahu kuning, tahu sutra, tahu cina, tahu keras, dan tahu kori perbedaan dari berbagai jenis tahu tersebut ialah pada proses pengolahannya dan jenis penggumpal yang digunakan   
(Sarwono dan Saragih,2003).

Tahu merupakan hasil koagulasi atau penggumpalan dan pengendapan protein susu kedele. Selain mengandung protein kedele, dalam endapan tersebut terdapat juga lemak, karbohidrat, dan zat -zat gizi lain. Tahu dikenal masyarakat sebagai makanan sehari-hari yang umumnya sangat digemari serta mempunyai daya cerna yang tinggi. Keuntungan lain pada pembuatan tahu adalah berkurangnya senyawa anti tripsin (*tripsin inhibitor*) yang terbuang bersama dan rusak selama pemanasan. Disamping itu, adanya proses pemanasan juga dapat menghilangkan bau langu kedelai.

Proses pembuatan tahu meliputi pemilihan kedele, penimbangan, perendaman dalam air panas, penggilingan dan penambahan air panas, perebusan, penyaringan dan pengepresan, penggumpalan, pembuangan *whey* pencetakan. Ekstraksi kedele pada pembuatan tahu, pada prinsipnya sama dengan susu kedele. Sari kedele yang diperoleh dari ekstraksi dan penyaringan kemudian digumpalkan dengan cara menambahkan larutan asam. Larutan asam yang biasa digunakan adalah asam asetat atau cuka makan dan asam laktat. Sebagai zat penggumpal secara tradisional biasanya digunakan biang, yaitu cairan yang keluar pada waktu pengepresan dan sudah diasamkan semalam. Pada pembuatan tahu Cina, biasanya digunakan *sioko* yang mengandung CaSO garam (Supriadi, 2003).

Proses pembuatan tahu dibagi menjadi dua bagian utama, yaitu pembuatan susu kedelai dan koagulasi atau penggumpalan protein susu kedelai sehingga dihasilkan *curd* yang kemudian di press dan dicetak menjadi tahu (Shurtleff dan Aoyagi, 2011). Berikut ini dijelaskan tahapan proses pembuatan tahu.

1. Pencucian dan Perendaman

Kedelai dicuci berulang kali dengan menggunakan air bersih untuk menghilangkan debu dan kotoran dari kacang kedelai. Proses selanjutnya dilakukan perendaman yang bertujuan untuk melunakkan struktur selulernya sehingga mempermudah dan mempercepat penggilingan. Biasanya kedelai direndam dalam air sebanyak 3 kali berat sampai bobot menjadi sekitar 2 kali bobot kedelai kering. Lama perendaman kedelai antara 8-12 jam (Shurtleff dan Aoyagi, 2001).

1. Penggilingan

Kedelai yang telah bersih dan ditiriskan lalu digiling dengan disertai penambahan air 1-1,5 kali berat kedelai basah (berat setelah direndam). Tujuan penggilingan adalah untuk memperkecil ukuran partikel sehingga dapat mengurangi waktu pemasakan dan memberikan fasilitas untuk melakukan ekstraksi susu kedelai (Shurtleff dan Aoyagi,2001).

1. Pemasakan

Kedelai yang telah digiling kemudian dimasak. Menurut (Shurtleff dan Aoyagi,2001) pemasakan ini dimaksudkan untuk menginaktifasi *trypsin inhibitor*, meningkatkan nilai gizi dan kualitas kedelai, mengurangi rasa menth dan *beany* pada susu kedelai, menambah keawetan produk akhir dan merubah sifat protein kacang kedelai sehingga mudah dikoagulasikan. Pemasakan dilakukan pada suhu 100oC selama 10 sampai 15menit ( Sarwono dan Saragih, 2003). Pada saat pemasakan bubur kedelai ditambahkan air untuk memperoleh rendemen yang baik. Penggunaan jumlah air dalam pemasakan perlu diperhatikan, dimana air yang terlalu sedikit akan menyebabkan sari kedelai yang terekstrak sedikit. Sedangkan bila air yang digunakan terlalu banyak akan membuat energi dan waktu untuk ekstraksi sari kedelai semakin besar. Perbandingan berat kedelai kering dan air yang baik adalah sebesar 1 : 10 (Shurtleff dan Aoyagi,2001). Selama proses pemasakkan dilakukan secara kontinyu untuk mencegah terjadinya kegosongan.

1. Penyaringan dan Ekstraksi Susu Kedelai

Bubur kedelai disaring dengan penyaring yang umum digunakan oleh para pembuat tahu, yaitu kain blancu berwarna putih. Hasil penyaringan ini adalah ekstrak susu kedelai, sedangkan ampas akan tertinggal dalam kain penyaring. Untuk mendapatkan sari kedelai yang lebih banyak, ampas dapat dicuci kemudian disaring kembali (Shurtleff dan Aoyagi,2001).

1. Penggumpalan

Setelah penyaringan adalah pengendapan susu kedelai dengan menambahkan penggumpal. Proses penggumpalan protein susu kedelai ini merupakan tahapan yang paling menentukan sifat fisik dan organoleptik dari tahu yang dihasilan yakni jenis dan jumlah penggumpal serta suhu susu kedelai pada saat penggumpalan (Shurtleff dan Aoyagi, 2001). Penggumpalan dilakukan pada saat suhu susu kedelai berkisar antara 70-90oC (Sarwono dan Saragih, 2003). Ada beberapa jenis penggumpal yang biasa digunakan dalam pembuatan tahu. Perbedaan penggumpal akan menghasilkan tahu dengan jenis dan karakteristik yang berbeda. Sebagai contoh, dalam pembuatan tahu putih pengrajin tahu lebih banyak menggunakan air tahu (*whey*) yang telah didiamkan semalam sebagai penggumpal. Sedangkan untuk jenis tahu lainnya, seperti tahu sutra digunakan GDL (*Glucone Delta Lactone*) sebagai penggumpal (Sarwono dan Saragih, 2003). Selama proses penggumpalan perlu dilakukan pengadukan secara perlahan-lahan dengan arah yang tetap. Pengadukan dihentikan jika sudah terbentuk gumpalan.

1. Pemisahan *Whey*

Setelah gumpalan (*curd*) terbentuk, dilakukan pengendapan hingga gumpalan turun kebawah. Pengendapan ini bertujuan untuk mempermudah pemisahan cairan dengan *curd*. Cairan *whey* kemudian dipisahkan dari endapan agar proses pencetakan dapat dilakukan dengan mudah dan tahu yang dihasilkan mempunyai konsistensi yang lebih baik (Suwarno dan Saragih, 2003).

1. Pencetakan dan Pengepresan

Gumpalan yang terbentuk selanjutnya dicetak dengan memasukkannya ke dalam cetakan yang telah dialasi kain blacu berwarna putih, lalu bagian atas juga ditutup dengan kain serupa dan papan. Diatas papan selanjutnya diletakkan pemberat hingga air tahu menetes habis dan terbentuklah tahu yang sudah tercetak.