**II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menguraikan mengenai : (1) Kacang Koro Pedang, (2) Manfaat Kacang Koro Pedang, (3) Protein, (4) Tahu, (5) Koagulasi, (6) Kalsium Sulfat, (7) Sianida dan (8) Respon Organoleptik

**2.1. Kacang Koro**

Kacang koro merupakan salah satu kelompok kacang polong (*lagume*) yang paling populer dan gampang di jumpai di pasaran. Kacang dengan bijian berkulit agak keras ini memiliki nama latin *Canavalia ensiformis L* yang berasal dari Amerika selatan, dan kini telah tumbuh dan berkembang dikepulauan nusantara. Kacang koro memiliki beberapa sebutan seperti kacang biduk, kacang kajih, kacang bado, koro wedus, dan kacang benguk. Kacang koro mempunyai 3 jenis yaitu *Canavalia gladiata* atau kacang koro pedang, *Mucuna prurien* atau kacang koro benguk, *Psopocarpus tetragonolobus* atau kacang koro kecipir. Klasifikasi kacang koro adalah berasal dari kingdom plantae (tumbuhan), subkingdom tracheobionta (tumbuhan yang berpembuluh), super division spermatophyta (tumbuhan yang menghasilkan biji), division magnoliophyta (tumbuhan dengan bunga), kelas magnoliopsida (tumbuhan berkeping dua/dikotil), sub-kelas rosidae, ordo fabales, familia fabaceae (suku polong-polongan, genus *Canavalia*, dan spesies *Canavalia gladiata* (Jack.) DC., *Canavalia ensiformis L* (Wardiyono, 2008).

Kacang koro pedang merupakan salah satu jenis koro yang dapat ditemukan dengan mudah di Indonesia. Koro Pedang (*Canavalia ensiformis L),* berasal dari Asia atau Afrika. Di Jawa Tengah, koro pedang dikenal dengan nama koro bedog, koro bendo, koro loke, koro benguk, koro wedhung, dan koro kaji. Di Jawa Barat, koro pedang dikenal dengan nama kaos bakol dan dalam bahasa Inggris disebut Sword Jack Bean.



Gambar 1. Kacang Koro Pedang Putih

Kandungan nutrisi kacang koro memiliki kandungan protein 27,4%, kacang koro kering memiliki kandungan karbohidrat 66%, lemak 2,6%. Banyak mengandung asam folfat sebanyak 358 mg, jadi kacang koro dapat menggantikan kedelai sebagai tempe atau tahu. Pada umumnya kacang-kacangan merupakan sumber protein, vitamin dan mineral yang sangat bagus (Handayani, 2008).

Koro–koroan merupakan salah satu jenis kacang–kacangan lokal yang memiliki beragam varietas dan biasa digunakan sebagai bahan baku pengganti kedelai dalam pembuatan tempe. Kandungan gizi koro tidak kalah dengan kedelai yaitu karbohidrat dan protein yang cukup tinggi serta kandungan lemak yang rendah. Akan tetapi koro juga mengandung beberapa senyawa merugikan yaitu glukosianida yang bersifat toksik dan asam fitat. Senyawa antinutrisi yang sering terdapat pada kacang-kacangan antara lain enzim lipoksigenase, tripsin inhibitor, asam fitat, oligosakarida, senyawa glikosida dan sianida. Komposisi zat gizi utama meliputi protein, karbohidrat, dan lemak yang terkandung pada beberapa jenis kacang disajikan pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Kandungan nutrisi pada kacang koro dan beberapa jenis kacang-kacangan lainnya (mg/100gram).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **No.** | **Analsis nutrisi** | **Kacang tanah (*Arachis hypogeal)*** | **Koro pedang*****(Canavalia ensiformis L)*** | **Kedelai*****(Glycine max)*** |
| 1. | Kalori | 587 | 389 | 444 |
| 2. | Protein | 24,8 | 27,4 | 39 |
| 3. | Lemak | 27,8 | 2,9 | 19,6 |
| 4. | Karbohidrat | 24,6 | 66,1 | 35,5 |

Sumber : Duke, 1992

Kandungan gizi kacang koro tidak kalah dengan kedelai yaitu karbohidrat dan protein yang cukup tinggi serta kandungan lemak yang rendah. Kandungan protein koro pedang lebih rendah daripada kedelai, tetapi kandungan asam amino penyusunnya hampir sama dari segi kualitas maupun kuantitas (Astuti, 2012). Menurut Handayani (2008), koro pedang merupakan salah satu jenis dari kacang-kacangan yang memiliki kandungan lemak dan protein yang tinggi.

Tabel 2. Komposisi Asam Amino Kacang Koro Pedang

|  |  |
| --- | --- |
| Asam Amino | Jumlah (mg/100g) |
| Asam glutamat | 2,4-16 |
| Asam aspartat | 2,3-14 |
| Serin | 1,1-5,0 |
| Treonin | 1,0-4,3 |
| Prolin | 0,8-4,3 |
| Alanine | 0,1-4,7 |
| Glisin | 0,9-4,3 |
| Valin | 1,1-5,3 |
| Sistein | Trace-0,9 |
| Metionin | Trace-1,2 |
| Leusin | 2,5-16 |
| Tirosin | 0,8-3,3 |
| Fenilalanin | 1,1-5,2 |
| Triptofan | 0,3-1,2 |
| Lisin | 1,3-6,8 |
| Histidin | 0,6-3,2 |
| Arginin | 1,1-5,6 |

Sumber: Astuti, 2012.

Saat ini protein koro pedang telah dipertimbangkan sebagai sumber protein untuk bahan pangan pengganti kedelai (misalnya sebagai bahan baku tahu), sebab keseimbangan asam aminonya baik dan bioavialabilitas yang tinggi. Kebanyakan protein yang diteliti terletak pada biji, dan hanya sebagian kecil saja terdapat pada kulit biji.

 Koro pedang juga memiliki kandungan mineral yang tinggi. Namun kandungan mineral ini berbeda-beda pada tiap panen. Kandungan mineral hasil panen bulan Januari (musim hujan), lebih tinggi dari pada panen bulan Juni (musim kemarau). Kacang koro pedang juga memiliki kandungan antioksidan, yang bahkan lebih tinggi daripada kedelai, selain mengandung α-aminobutyric acid (Abu), kacang koro pedang juga mengandung lectin, yaitu karbohidrat sederhana yang berikatan dengan protein. Lectin memiliki nama lain hemaglutinin. Senyawa ini dapat menggumpalkan darah, tetapi pengolahan yang benar, dengan terlebih dahulu dilakukan perendaman, dapat menghilangkan senyawa ini.

Di samping kandungan protein yang cukup tinggi, diketahui bahwa koro juga mengandung vitamin B1 dan B2. Jika koro pedang semakin berkembang dan terus dibudidayakan oleh petani secara intensif, selanjutnya diharapkan mampu menggantikan kedelai yang sebagian besar masih bergantung pada impor dari luar negeri terutama Amerika Serikat. Tujuan akhirnya akan menghemat devisa negara yang dipergunakan untuk mengimpor kedelai. Peluang pasar yang menjanjikan antara lain permintaan dari Korea, Jepang, dan Amerika Serikat. Amerika Serikat sebagai pengimpor kedelai utama ke Indonesia akan berbalik mengimpor koro pedang dari Indonesia.

**2.2. Manfaat Kacang Koro Pedang**

Koro pedang digunakan sebagai sayuran, makanan hewan dan pupuk hijau. Polong muda yang masih hijau digunakan sebagai bahan makanan di Asia tropis, sebagai sayuran hijau yang direbus mirip dengan buncis (*Phaseolus vulgaris L*). Polong yang sudah dewasa tetapi masih segar dan berwarna hijau juga dikonsumsi sebagai sayuran. Bunga dan daun muda digunakan dalam mengukus sebagai perasa. Di Jawa koro pedang digunakan sebagai penutup tanaman yang berjangka waktu pendek dan sebagai pupuk hijau, kadang-kadang digunakan sebagai makanan hewan tetapi lebih sedikit dibanding dengan koro pedang (*Canavalia ensiformis L)*. Biji merah muda kadang-kadang digunakan sebagai obat tradisional Cina. Urease yang diekstrak dari koro pedang digunakan dalam analisis laboratorium. Selain itu kacang koro pedang juga dimanfaatkan untuk membuat tahu dan tempe. Koro pedang digunakan sebagai pengganti kedelai, karena selain harganya jauh lebih murah dibanding kedelai (per kilo Rp. 3500), juga penanamannya sangat mudah. Selain itu koro pedang memiliki kandungan gizi yang tidak kalah dengan kedelai:

Dari beberapa sumber juga menyebutkan :

1. Memiliki kandungan zat gizi yang tinggi antara lain: protein, lemak, dan mineral. Selain itu koro pedang juga memiliki serat yang dapat digunakan sebagai *dietary fiber*.

2. Memiliki kandungan nilai gizi, diantaranya Lectin, dan Canavanine. Selain itu biji kacang koro pedang memiliki bau yang kuat, dan bersifat racun.

3. Kandungan nilai gizi ini dapat diatasi dengan perendaman, penghancuran, pemanasan, dan dapat juga dengan fermentasi.

4. Dapat dimanfaatkan sebagai sayur, pengganti kedelai untuk produk tempe, tahu, dan juga kecap.

**2.3. Protein**

Protein merupakan salah satu komponen gizi penting penyusun bahan makanan. Pada umumnya kadar protein didalam bahan pangan menentukan mutu bahan pangan itu sendiri (Winarno, 2002). Protein merupakan zat makanan yang penting bagi tubuh mengingat fungsinya sebagai bahan bakar, pembangun dan pengantur. Kadar protein diperoleh dengan menganalisis kadar nitrogen yang terdapat dalam bahan pangan dengan menggunakan metode Kjedahl. Menurut SNI 01-3142-1998, kadar protein tahu minimal 9.0% (b/b).

Protein adalah molekul makro yang mempunyai berat molekul antara lima ribu hingga beberapa juta. Protein terdiri atas rantai-rantai panjang asam amino, yang terikat satu sama lain dalam ikatan peptida. Asam amino terdiri atas unsur-unsur karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen; beberapa asam amino disamping itu mengandung unsur-unsur fosfor, besi, sulfur, iodium, dan kobalt. Unsur nitrogen adalah unsur utama protein, karena terdapat di dalam semua protein akan tetapi tidak terdapat di dalam karbohidrat dan lemak. Unsur nitrogen merupakan 16% dari berat protein (Almatsier, 2001).

Menurut Sudarmadji, dkk, (2007), protein merupakan salah satu kelompok bahan makronutrien. Tidak seperti bahan makronutrien lain (lemak dan karbohidrat), protein ini berperan penting dalam pembentukan biomolekul daripada sebagai sumber energi.

 Makronutrien adalah makanan utama yang membina tubuh dan memberikan kalori. Makronutrien terdiri dari 3 bagian yaitu karbohidrat, lemak dan protein. Selain itu protein merupakan merupakan suatu zat makanan yang amat penting bagi tubuh, karena zat ini disamping berfungsi sebagai bahan bakar dalam tubuh juga berfungsi sebagai zat pengatur dan pembangun (Winarno, 2002).

Protein tak hanya bisa didapat dari daging, banyak protein nabati yang bisa kita dapat seperti pada tahu. Vegetarian bisa mendapatkan protein dalam jumlah yang tepat seperti pada olahan tahu, atau produk kedelai dan sayuran lainnya, juga mengandung asam amino yang dibutuhkan agar kesehatan menjadi optimal.

Kandungan protein dalam bahan pangan bervariasi, baik dalam jumlah maupun jenisnya. Bahan pangan hewani (seperi telur, daging, susu dan ikan), *Leguminosa* (seperti kacang-kacangan), dan serealia (sepeti beras, gandum, dan  jagung) umumnya kandungan protein yang tinggi. Protein merupakan sumber gizi utama, yaitu sebagai sumber asam amino esensial. Disamping sebagai sumber gizi, protein juga merupakan sumber fungsional yang penting dalam membentuk karakteristik produk pangan, seperti sebagai pengental, pengemulsi, pembentuk gel, pembentuk buih, dan sebagainya (Azriziaf, 2010).

Protein tersusun dari berbagai asam amino yang masing-masing dihubungkan dengan ikatan peptida. Meskipun demikian, pada awal pembentukannya protein hanya tersusun dari 20 asam amino yang dikenal sebagai asam amino dasar atau asam amino baku atau asam amino penyusun protein (proteinogenik). Mutu protein dinilai dari perbandingan asam-asam amino yang terkandung dalam protein tersebut. Pada prinsipnya suatu protein yang dapat menyediakan asam amino esensial dalam suatu perbandingan yang menyamai kebutuhan manusia. Sebaliknya protein yang kekurangan satu atau lebih asam-asam amino esensial mempunyai mutu yang rendah. Jumlah asam amino yang tidak esensial tidak dapat digunakan sebagai pedoman karena asam-asam amino tersebut dapat disintesis didalam tubuh. Asam-asam amino yang biasanya sangat kurang dalam bahan makanan disebut dengan asam amino pembatas.

Tabel 3. Komposisi Asam Amino Essensial Biji Kedelai per 100 gram

|  |  |
| --- | --- |
| Asam Amino | Jumlah (mg/gN) |
| Isoleusin | 340 |
| Leusin | 480 |
| Lisim | 400 |
| Fenilalanin | 310 |
| Tirosin | 200 |
| Sistin | 110 |
| Treonin | 250 |
| Triptofan | 90 |
| Valin | 330 |
| Metionin | 80 |

Sumber: Koswara, 1995.

Asam amino dan protein secara umum mempunyai sifat-sifat fisik yang sama. Dari keseluruhan asam amino yang terdapat di alam hanya 20 asam amino yang biasa dijumpai pada protein. Asam amino esensial tidak dapat diproduksi dalam tubuh sehingga sering ditambahkan dalam bentuk makanan, sedangkan asam amino non-esensial dapat diproduksi dalam tubuh. Asam amino umumnya berbentuk serbuk dan mudah larut dalam air, namun tidak larut dalam pelarut organik nonpolar (Suharsono, 1970).

**2.4. 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 kedelai (*Glycine Species*) dengan cara pengendapan proteinnya, dengan atau tanpa penambahan bahan lain yang diijinkan.

Tahu merupakan makanan tradisional bagi masyarakat Indonesia sebagai makanan sumber protein yang bermutu tinggi karena banyak terdapat asam amino essensial (Mulyani, 2010). Dengan kadar protein yang tinggi dan kadar air 70-85%. Pada tahu terdapat berbagai macam kandungan gizi seperti protein, lemak, karbohidrat, kalori dan mineral, fosfor, vitamin B–kompleks seperti thiamin, riboflavin, vitamin E, vitamin B12, kalium dan kalsium (yang bermanfaat mendukung terbentuknya kerangka tulang) yang paling penting dalam kandungan tahu itu adalah mengandung sekitar 80% asam lemak tak jenuh tahu tidak banyak mengandung kolesterol, sehingga sangat aman bagi kesehatan jantung. Bahkan karena kandungan hidrat arang dan kalorinya yang rendah tahu merupakan salah satu menu diet rendah kalori (Fitria, 2009).

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



Gambar 2. Tahu

 Pembuatan tahu di Indonesia harus sesuai dengan yang tercantum dalam SNI tentang syarat mutu minimal produk tahu yang layak untuk dikonsumsi oleh masyarakat. Komposisi tahu sesuai SNI dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Standar Kualitas Tahu Menurut SNI

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Kriteria Uji** | **Satuan** | **Persyaratan** |
| 1. | Keadaan : |  |  |
|  | 1.1 Bau |  | Normal |
|  | 1.2. Warna |  | Putih normal/kuning normal |
|  | 1.3. Kenampakan |  | Normal, tidak berlender dan tidak berjamur |
| 2. | Abu | %(b/b) | Maks 1,0 |
| 3. | Protein | %(b/b) | Min 9,0 |
| 4. | Lemak | %(b/b) | Min 0,5 |
| 5. | Serat Kasar | %(b/b) | Maks 0,1 |
| 6. | Bahan Tambahan Makanan | %(b/b) | Sesuai SNI 01-02222-1995 dan Peraturan Men Kes No 722/ Men Kes/ Per/ IX/ 1988 |
| 7. | Cemaran Logam |  |  |
|  | 7.1. Timbal (Pb) | m/kg | Maks 2,0 |
|  | 7.2. Tembaga (Cu) | m/kg | Maks 30,0 |
|  | 7.3. Seng (Zn) | m/kg | Maks 40,0 |
|  | 7.4 Timah (Sn) | m/kg | Maks 40,0 |
|  | 7.5 Raksa (Hg) | m/kg | Maks 0,03 |
| 8. | Cemaran Arsen | m/kg | Maks 1,0 |
| 9.  | Cemaran Mikroba |  |  |
|  | Escherichia coli | APM/g | Maks 10 |
|  | Salmonella | /25 | Negatif |

Sumber : SNI, 1998.

 Tahu merupakan hasil koagulasi atau penggumpalan dan pengendapan protein susu kedelai. Selain mengandung protein kedelai dalam endapan tersebut terdapat juga lemak, karbohidrat, dan zat-zat gizi lain. Tahu dikenal masyarakat Indonesia sebagai makanan sehari-hari yang umumnya sangat digemari serta mempunyai daya cerna yang tinggi.

 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 dibilang biang, yaitu cairan yang keluar pada waktu pengepresan dan sudah diasamkan semalam. Pada pembuatan tahu Cina, biasanya digunakan sioko yang mengandung CaSO4 garam (Supriadi, 2003).

Bahan penggumpal yang digunakan sebagai bahan penggumpal protein pada proses pembuatan tahu yaitu asam cuka (CH3COOH), batu tahu (CaSO4) dan cairan sisa (*Whey*) (Suprapti, 2005).

Menurut Purwaningsih (2006), sebagai zat penggumpal, secara tradisional biasanya digunakan biang, yaitu cairan yang keluar pada waktu pengepresan dan sudah diasamkan selama satu malam. Sebagai pengganti, dapat digunakan air jeruk, cuka, larutan asam laktat, larutan CaCl2, atau CaSO4.

Menurut Lee dan Rha (1979) di dalam Suhaidi (2003), tekstur tahu sangat tergantung pada kondisi penggumpalan misalnya pH, suhu, bahan penggumpal dan tingkat denaturasi protein.

**2.5. Koagulasi**

 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.

 Protein akan mengalami koagulasi apabila dipanaskan pada suhu 60oC atau lebih. Koagulasi ini hanya terjadi apabila protein berada pada titik isoelektriknya. Protein yang terdenaturasi pada titik isoelektriknya masih dapat larut pada pH diluar titik isoelektriknya tersebut. Air ternyata diperlukan untuk proses denaturasi oleh panas. Putih telur yang kering dapat dipanaskan hingga 100oC dan tetap dapat larut dalam air. Disamping oleh pH, suhu tinggi, dan ion logam berat, denaturasi dapat pula terjadi oleh adanya gerakan mekanik, alkohol, aseton, eter dan detergen (Poedjiadi, 2005).

 Beberapa faktor yang mempengaruhi rendemen protein dan mutu tahu adalah: cara penggilingan atau ekstraksi, pemilihan bahan baku, bahan penggumpal, dan keadaan sanitasi proses pengolahan pada umumnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstraksi secara panas menghasilkan rendemen yang lebih banyak.

Proses penggumpalan pada pembuatan tahu merupakan tahapan yang kritis. Tekstur tahu yang dihasilkan tergantung pada tahapan ini, selain dari cara pengepresannya. Penggumpalan yang terlalu cepat menghasilkan tahu yang mudah hancur. Dan sebaliknya, jika terlalu lambat maka rendeman tahu yang dihasilkan sedikit dan tahu menjadi sangat lunak dan sukar dicetak. Dibutuhkan teknik dan keterampilan khusus serta takaran bahan penggumpal yang tepat untuk bisa menghasilkan tahu yang baik.

Dasar pembuatan tahu adalah melarutkan protein yang terkandung dalam kedelai dengan menggunakan air sebagai pelarutnya. Setelah protein tersebut larut, diusahakan untuk diendapkan kembali dengan penambahan bahan pengendap sampai terbentuk gumpalan-gumpalan protein yang akan menjadi tahu.

Salah satu cara pembuatan tahu ialah dengan menyaring bubur kedelai sebelum dimasak, sehingga cairan tahu yang sudah terpisah dari ampasnya. Beberapa golongan bahan penggumpal (koagulan) protein kedelai seperti Tabel 5 dibawah ini.

Tabel 5. Golongan Bahan Penggumpal (Koagulan)

|  |  |
| --- | --- |
| **Golongan** | **Contoh yang umum dipakai** |
| Garam klorida (*nigari*)  | MgCl2.6H2O, air laut, CaCl2, CaCl2.2H2O  |
| Garam sulfat  | CaSO4. 2H2O, MgSO4.7H2O  |
| Lakton *(GDL)* | C6H10O6 (glukono-δ-lakton)  |
| Asam  | Asam laktat, asam asetat, sari buah jeruk  |

Sumber: Kasim, 2010.

Bahan penggumpal yang digunakan untuk mengendapkan protein  dan larutan padat pada sari kedelai. Beberapa contoh bahan penggumpal yang dapat digunakan yaitu :

1.      Asam Sitrat

Asam sitrat merupakan asam organik lemah yang ditemukan pada daun dan buah tumbuhan genus citrus (jeruk-jerukan). Senyawa yang memiliki rumus kimia C6H8O7 ini merupakan bahan pengawet yang baik dan alami. Selain  digunakan sebagai penambah rasa masam pada makanan dan minuman ringan. Asam sitrat memiliki pKa 3,15. Penggunaan utama asam sitrat saat ini adalah sebagai zat pemberi cita rasa dan pengawet makanan dan minuman serta sebagai penggumpal pada pembuatan tahu skala kecil. Asam sitrat ditambahkan pada suhu pemasakan sari kedelai 80–90oC (Dwitariski, 2013).

Menurut Yulistiani (2009), pembuatan tahu dengan menggunakan koagulan asam sitrat menghasilkan rendemen yang kecil, rasa yang asam, dan tekstur yang lunak, sehingga koagualan asam sitrat ini kurang baik untuk digunakan.

2.      Asam Cuka / Asam Asetat

Asam cuka di Indonesia adalah asam cuka yang mengandung 4% asam asetat atau cuka makan. Asam asetat memiliki pKa 4,74. Asam cuka juga merupakan koagulan yang baik dalam pembuatan tahu. Dosis yang digunakan untuk 0,5 kg kedelai kering adalah sebanyak 74 ml atau sekitar 16,4% dari berat kering. Asam cuka ditambahkan pada suhu pemasakan sari kedelai 80–90 oC (Dwitariski, 2013).

3.      Batu Tahu

Batu tahu sebagai penggumpal tergolong popular. Sebagian besar kandungannya berupa kalsium sulfat berwujud padatan putih.Sebelum digunakan, batu tahu harus dibakar, lalu dihaluskan kemudian dilarutkan dalam air dan diendapkan semalaman. Dosis yang digunakan adalah larutan 5–10 gr batu tahu/400 – 800 liter air. Larutan batu tahu ditambahkan pada suhu pemasakan sari kedelai 70 – 90oC (Dwitariski, 2013).

4.      Biang Tahu / *Whey*

Biang tahu merupakan air sisa penggumpalan sari kedelai. Sebelum digunakan, cairan ini didiamkan selama 1–2 malam agar bakteri didalamnya menghasilkan asam asetat. Setelah itu ditambahkan pada sari kedelai. Kendala yang sering muncul yaitu bila penangannya tidak higenis, maka akan tumbuh bakteri  pemecah protein yang akan menggagalkan proses penggumpalan protein (Dwitariski, 2013).

5.      Kalsium Sulfat Murni / CaSO4

Kalsium sulfat murni sebagai penggumpal tergolong popular. Bentuknya berupa serbuk putih. Dosis pemakainnya kira-kira 10 gr/0,5 kg kedelai kering atau 4 gr/0,5 kg kedelai kering. Ditambahkan pada suhu pemasakan sari kedelai 70–75oC. Dosis pertama untuk membuat tahu dengan tekstur tahu keras sedangkan dosis kedua untuk membuat tahu dengan tekstur lunak atau disebut tahu sutera (Dwitariski, 2013).

6.      Glucono Delta Lacton / GDL

Glukano-D-laktone merupakan koagulan asam, memiliki daya ikat air yang tinggi, dan membentuk tahu dengan tekstur seperti gel dan flavor sedikit asam. Koagulan ini biasa digunakan untuk membuat tahu sutra. Sementara itu, koagulan asam (asam laktat, asam asetat) memberikan rendemen yang rendah, dengan tekstur tahu yang rapuh (mudah hancur) dan flavor agak asam. GDL dapat dicampurkan kedalam sari kedelai dingin dalam jumlah sedikit, kemudian dimasukkan kedalam wadah dan ditutup rapat, lalu dicelupkan kedalam air bersuhu 85–95oC selama 30–50 menit (Dwitariski, 2013).

Mekanisme koagulasi (pengendapan) protein kedelai oleh garam berbeda dengan asam. Pada penggunaan garam, ion-ion Mg2+ atau Ca2+ akan bereaksi dengan protein kedelai dan kemudian mengendap bersama-sama dengan lemak yang terkandung membentuk endapan (*curd*), sedangkan pada penggunaan asam pengendapan terjadi karena tercapainya pH isoelektrik (Kasim, 2010).

**2.6. CaSO4 (Kalsium Sulfat)**

Kalsium sulfat merupakan golongan koagulan yang paling banyak digunakan dalam pembuatan *curd* protein kedelai. Koagulan ini akan terdispersi perlahan di dalam susu kedelai sehingga memberikan waktu koagulasi yang lambat. Koagulan sulfat mengkoagulasi protein kedelai dengan cara membentuk jembatan antar molekul protein dan meningkatkan ikatan silang polimer sehingga terjadi agresi protein, sedangkan koagulan asam akan menurukan pH sari kedelai dan menyebabkan agregasi dari protein terdenaturasi dengan meningkatkan sifat hidrofobik dan ketidaklarutan (Permana, 2001).



Gambar 3. Kalsium Sulfat

Bahan kalsium sulfat bentuknya serbuk putih. Tahu yang dihasilkan lunak, teksturnya lembut, dan dasarnya lembut hingga sedang. Bahan ini dapat digunakan dalam pembuatan tahu keras dan tahu lunak (tahu sutera). Dosis pemakaian nya kira-kira 10 gram/0,5 kg kedelai kering untuk pembuatan tahu keras, pada pembuatan tahu sutera, digunakan sebanyak 4 gram/0,5 kg kedelai kering. Pemberian kalsium sulfat dilakukan pada saat suhu sari kacang kedelai 70 sampai 75oC. Bahan penggumpal ini harus disimpan dalam wadah tertutup rapat agar masih dapat digunakan 9 sampai 12 bulan (Permana, 2001).

 Koagulan jenis sulfat ini sangat tepat bagi metode masal modern walaupun koagulan ini terdispersi dengan lambat dalam air untuk mebentuk larutan koloid yang memiliki waktu rekasi koagulasi yang lambat, namun penggunaan koagulan ini cukup mudah, bahkan bagi orang yang tidak terlatih (Permana, 2001).

Menurut Indriyanti (2008), tahu dengan penggumpal kalsium sulfat menghasilkan tahu dengan kadar air, protein, kalsium, dan rendemen yang paling tinggi dibandingkan dengan penggumpal yang lain.

Langkah-langkah koagulasi merupakan hal terpenting untuk diperhatikan dan menuntut kehati-hatian yang tinggi. Bila tahunya memiliki tekstur yang bergumpal, hal itu menandakan bahwa penambahan koagulan terlalu banyak, terlalu cepat dan pada suhu terlalu tinggi, yang menyebabkan calon tahunya terkoagulasi terlalu cepat. Bila jumlah koagulan tidak cukup banyak, rendemen tahunya terlalu kecil (Marlida, 1994).

Penambahan batu tahu menyebabkan terjadinya koagulasi. Hal ini disebabkan oleh ion Ca yang bereaksi dan berikatan dengan protein susu kedelai dan bersama dengan lipid membentuk gumpalan (Santoso, 1993). Batu tahu menyebabkan terjadinya koagulasi di mana koagulasi berjalan lambat dan mengikat banyak air pada kisi-kisi struktur protein tahu (Shurfleff dan Aoyogi, 1977).

Tahu diproduksi dengan memanfaatkan sifat protein, yaitu akan menggumpal bila bereaksi dengan batu tahu. Penggumpalan protein oleh batu tahu akan berlangsung secara cepat dan serentak di seluruh bagian cairan sari kedelai, sehingga sebagian besar air yang semula tercampur dalam sari kedelai akan terperangkap di dalamnya. Pengeluaran air yang terperangkap tersebut dapat dilakukan dengan memberikan tekanan. Semakin besar tekanan yang diberikan, semakin banyak air dapat dikeluarkan dari gumpalan protein. Gumpalan protein itulah yang kemudian disebut sebagai tahu (Mulyani, 2010).

saat sari kedelai bersuhu 70 sampai 90ºC.

Menurut Santoso (1993), batu tahu (CaSO4) paling umum digunakan untuk menggumpalkan dan sering digunakan berdasarkan perkiraan saja, dimana batu tahu diencerkan dalam air secukupnya lalu ditambahkan kedalam sari kedelai sampai menggumpal dan penggunaan batu tahu dihentikan. Penambahan batu tahu akan menyebabkan terjadinya koagulasi. Hal ini disebabkan oleh ion Ca2+ yang bereaksi dan berikatan dengan protein sari kedelai dan bersama lipid membentuk gumpalan.

**2.7 Sianida**

Hidrogen sianida (HCN) adalah [senyawa anorganik](https://id.wikipedia.org/wiki/Senyawa_anorganik) dengan [rumus molekul](https://id.wikipedia.org/wiki/Rumus_molekul) HCN. Senyawa ini berbentuk cairan tak berwarna, dan sangat beracun, dengan [titik didih](https://id.wikipedia.org/wiki/Titik_didih) sedikit diatas [suhu ruangan](https://id.wikipedia.org/wiki/Suhu_ruangan), 25.6 °C (78.1 °F). Hidrogen sianida merupakan gas yang tidak berasa dan memiliki bau pahit yang seperti bau almond. Kebanyakan orang dapat mencium baunya, tetapi ada beberapa orang yang karena masalah genetiknya tidak dapat mencium bau HCN. Hidrogen sianida disebut juga formonitrile, asam hidrosianik. Dalam bentuk cairan, HCN tidak berwarna atau dapat juga berwarna biru pucat pada suhu kamar. HCN bersifat volatile dan mudah terbakar serta dapat berdifusi baik dengan udara dan bahan peledak juga sangat mudah bercampur dengan air sehingga sering digunakan. Sianida merupakan kelompok senyawa anorganik dan organik dengan siano (CN) sebagai struktur utama. Keberadaan sianida sangat dipengaruhi oleh pH, suhu, oksigen terlarut, salinitas, dan keberadaan ion lain. Sianida dalam bentuk ion mudah terserap oleh bahan-bahan yang tersuspensi maupun oleh sedimen dasar. Sianida berdampak negatif terhadap makhluk hidup, yakni mengganggu fungsi hati, pernafasan, dan menyebabkan kerusakan tulang (Sartika, 2009).

Glikosida sianogenetik merupakan senyawa yang terdapat dalam bahan makanan nabati dan secara potensial sangat beracun karena dapat terurai dan mengeluarkan hidrogen sianida. Hidrogen sianida dikeluarkan bila komoditi tersebut dihancurkan, dikunyah, mengalami pengirisan, atau rusak. Zat glikosida ini diberi nama linamarin yang berasal dari aseton sianidrin yang bila dihidrolisis akan terurai menjadi glukosa, aseton dan HCN. Rumus molekul linamarin C10H17O6N dan mempunyai sifat yang mudah larut dalam air. Asam sianida disebut juga hidrogen sianida (HCN), biasanya terdapat dalam bentuk gas atau larutan dan terdapat pula dalam bentuk garam-garam alkali seperti potasium sianida. Sifat-sifat HCN murni mempunyai sifat tidak berwarna, mudah menguap pada suhu kamar dan mempunyai bau khas.

HCN dikenal sebagai racun yang mematikan. HCN akan menyerang langsung dan menghambat sistem antar ruang sel, yaitu menghambat sistem *cytochroomoxidase* dalam sel-sel, hal ini menyebabkan zat pembakaran (oksigen) tidak dapat beredar ketiap-tiap jaringan sel-sel dalam tubuh. Dengan sistem keracunan ini maka menimbulkan tekanan dari alat-alat pernafasan yang menyebabkan kegagalan pernafasan, menghentikan pernafasan dan jika tidak tertolong akan menyebabkan kematian. HCN sangat cepat terserap oleh alat pencernaan masuk ke dalam saluran darah.

**2.8. Respon Organoleptik**

Manusia dipengaruhi oleh rangsangan indera terhadap bahan pangan yaitu nilai hedonik dari bahan pangan tersebut, dimana dengan adanya bahan pangan yang berlimpah serta beraneka pilihan, manusia pertama kali cenderung memilih pada kelezatan, kemudian yang kedua keperluan gizi. Pengaruh peranan rangsangan indera dan nilai hedonik terhadap pemilihan akan bahan pangan sulit untuk dijabarkan secara tepat tetapi cukup jelas (Buckle, et.al, 1985).

2.8.1. Warna

Warna merupakan suatu sifat bahan yang dianggap berasal dari penyebaran spektrum sinar, begitu juga sifat mengkilap dari bahan dipengaruhi oleh sinar terutama sinar pantul. Warna bukan merupakan suatu zat/benda melainkan suatu sensasi seseorang oleh karena adanya rangsangan dari seberkasi energi radiasi yang jatuh ke indera mata/retina mata. Timbulnya warna dibatasi oleh faktor terdapatnya sumber sinar. Pengaruh tersebut terlihat apabila suatu bahan dilihat ditempat yang suram dan ditempat yang gelap, akan memberikan perbedaan warna yang menyolok (Kartika, dkk, 1988).

 Warna yang menarik akan memberikan asumsi makanan tersebut memiliki rasa yang enak dibandingkam dengan suatu produk yang memiliki warna yang tidak menarik meskipun konsumsinya sama. Makanan yang kurang menarik sering diasumsikan memiliki rasa yang tidak enak.

2.8.2. Aroma

Aroma didefinisikan sebagai sesuatu yang diamati dengan indera pembau. Aroma dari suatu produk makanan dan minuman mempunyai peranan penting dalam penilaian dan penampilan karena apabila suatu produk memiliki aroma dan rasa yang khas maka produk tersebut dapat dikatakan baik untuk menghasilkan bau, zat-zat tersebut dapat sedikit larut dalam air atau larut dalam lemak. Bau merupakan sifat bahan yang penting karena dapat dengan cepat memberikan hasil penilaian suatu produk, apakah produk tersebut dapat diterima atau tidak (Kartika, dkk, 1988).

Aroma merupakan sensai sensori yang dialami oleh indera pembau yang mana dapat mempengaruhi penerimaan konsumen terhadap suatu produk makanan. Dalam industri pangan pengujian aroma penting karena dapat memberikan hasil penilaian terhadap produk terkait diterima atau tidaknya suatu produk (De Mann, 1989).

Menurut Winarno, (2002) penilaian terhadap aroma dipengaruhi oleh faktor psikis dan fisiologi yang menimbulkan pendapat yang berlainan. Bau dan aroma suatu bahan pangan yang sangat erat hubungannya dengan volalitas bahan tersebut. Dimana senyawa tersebut cepat menguap dan mudah teroksidasi apabila dalam keadaan suhu tinggi dan pemanasan dengan waktu yang sehingga baunya berubah.

2.8.3. Rasa

Rasa merupakan komponen penting yang timbul pada perasaan seseorang setelah mencicipi suatu makanan. Umumnya bahan pangan tidak hanya terdiri dari suatu rasa, tapi merupakan gabungan berbagai macam rasa secara terpadu sehingga menimbulkan cita rasa makanan yang utuh (Kartika, dkk, 1988).

 Rasa terdapat 4 macam yaitu manis, asam, asin, dan pahit. Konsep tersebut sebenernya hanya penyederhanaan, rangsangan yang diterima oleh otak karena rangsangan elektris yang diteruskan dari sel perasa sebenarnya sangatlah kompleks. Rasa dari produk makanan pada umumnya tidak hanya terdiri dari satu rasa saja akan tetapi merupakan gabungan berbagai macam yang teroadu sehingga menimbulkan citarasa makanan yang utuh. Rasa suatu bahan pangan merupakan hasil kerjasama indera-indera yang lain. Indera penglihatan, pembauan, pendengaran, dan perabaan ikut berperan dalam pengamatan rasa bahan pangan (Kartika, dkk, 1988).

 Rasa merupakan faktor yang penting dimana dalam mengambil keputusan terakhir konsumen untuk menerima atau menolak suatu makanan walaupun warna, aroma, dan tekstur baik namun jika rasanya tidak enak maka konsumen akan menolak makanan tersebut.

2.8.4. Tekstur

Tekstur merupakan sifat tekanan yang dapat diamati dengan mulut (pada waktu digigit dan dikunyah lalu ditelan) dan perabaan dengan jari. Sifat-sifat tekstur sendiri menyangkut rasa bila diraba yang menentukan kekerasan pada bahan pada saat digigit, kekentalan, kelunakan, dari bahan pangan (Kartika, dkk, 1988).

Tekstur merupakan segi penting dari mutu makanan, kadang-kadang lebih penting daripada baurasa dan warna. Szczesniak dan Kleyn (1963) dalam deMan (1997) melakukan riset terhadap konsumen mengenai tekstur dan menemukan bahwa tekstur mempengaruhi citra makanan itu. Tekstur paling penting pada makanan lunak dan makanan renyah. Ciri yang paling sering diacu ialah kekerasan, kekohesifan, dan kandungan air. Teksur makanan dipengaruhi oleh formula pencampuran, kondisi pemasakan dan metode penyimpanan. Tekstur makanan kebanyakan ditentukan oleh kandungan air dan lemak serta banyaknya struktur karbohidrat yang terkandung dalam makanan (DeMan, 1997).

 Pengujian tekstur makanan merupakan upaya penemuan parameter tekstur yang tepat yang harus menjadi atribut mutu makanan yang bersangkutan, kemudian menentukan istilah populer yang paling sesuai dalam kategori parameter tersebut disertai dengan tambahan keterangan untuk menyatakan tingkatannya (Hardiman, 1991).

Tekstur merupakan segi penting dari mutu makanan, kadang-kadang lebih penting daripada baurasa dan warna (DeMan, 1997). Szczesniak dan Kleyn dalam DeMan (1997) melakukan telaah kepedulian konsumer mengenai tekstur dan menemukan bahwa tekstur mempengaruhi cita rasa makanan itu. Tekstur paling penting pada makanan lunak dan makanan renyah.