

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Tahu

Tahu adalah ekstrak protein dari kacang kedelai. Tahu merupakan makanan yang digemari masyarakat karena memiliki harga yang murah dan bergizi. Tahu berasal dari China, kata tahu dalam bahasa China yaitu “*tao hu*” atau “*takwa*.” Kata “*tao*” berarti kacang, karena tahu terbuat dari bahan kacang kedelai dan “*hu*” atau “*kwa*” yang artinya hancur menjadi bubur. Jadi pengertian tahu menurut etimologi adalah makanan yang terbuat dari kacang kedelai dengan proses penghancuran menjadi bubur.¹⁷



Gambar 1. Tahu

(Sumber : [http:// ayo-masak.com/tahu-cina-2/](http://ayo-masak.com/tahu-cina-2/))

Standar Nasional Indonesia atau SNI tahun 1998 menyatakan bahwa tahu adalah produk makanan yang memiliki bentuk padat dengan tekstur lunak yang terbuat dari kacang kedelai atau *Glycine* sp dengan melalui proses pengendapan dari protein dan penambahan

bahan lain yang diizinkan.¹⁸ Tahu merupakan makanan padat yang dibuat dengan cara memekatkan protein kedelai dan dicetak dengan proses pengendapan atau penggumpalan protein pada titik *isoelektrik globulin* kacang kedelai yang memiliki pH 4,5.¹⁹ Standart kualitas tahu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Standar Kualitas Tahu Berdasarkan SNI 01-3142-1998

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan		
	Bau		Normal
	Rasa		Normal
	Warna		Putih normal atau kuning normal
	Penampakan		Normal tidak berlendir 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 01-0222-195 dan Peraturan Men Kes No 722/Men Kes/Per/IX/1988
7.	Cemara Logam :		
	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 2,0
	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 30,0
	Seng (Zn)	mg/kg	Maks. 40,0
	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0/250
	Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0,03
8.	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	Maks. 1,0
9.	Cemaran Mikroba :		
	Escherichia Coli	cfu/g	Maks. 10
	Salmonela	/25 g	Negatif

Sumber: Rahayu *et al.*, (2012)

Komposisi kimia tahu pada umumnya adalah sebagai berikut : kadar air 84-90%, protein 5-8%, lemak 3-4%, dan karbohidrat 2-4%.²⁰ Dalam Tabel Komposisi Pangan atau TKPI tahu mengandung energi 80 kkal, protein 10,9 gram, lemak 4,7 gram, dan karbohidrat 0,8 gram per 100 gram bahan. Selain itu tahu mengandung kalsium dalam

jumlah yang cukup tinggi sebesar 223 gram per 100 bahan.¹¹

Komposisi kimia tahu dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 . Komposisi Kimia dalam 100g Tahu

Komponen	Jumlah
Kalori (kkal)	80
Air (gram)	82,2
Protein (gram)	10,9
Lemak (gram)	4,7
Karbohidrat (gram)	0,8
Kalsium (mg)	223
Fosfor (mg)	183
Zat besi (mg)	3,4

Sumber : Anonimous (2009)

a. Jenis Tahu

Tahu yang dijual dipasaran memiliki berbagai variasi bentuk, ukuran dan nama.¹⁸ Berikut ini beberapa jenis tahu yang beredar dipasaran :

1) Tahu Sumedang

Tahu sumedang atau tahu pong memiliki tekstur agak liat karena proses penggorengan.

2) Tahu Bandung

Tahu bandung berbentuk persegi yang bertekstur keras dan berwarna putih atau kuning.

3) Tahu Cina

Tahu cina berwarna putih yang bertekstur padat, halus, kenyal, dan umumnya berukuran besar dengan ukuran 12x12x8 cm.

4) Tahu Kuning

Tahu kuning berbentuk tipis dan lebar yang memiliki warna kuning hasil dari penambahan larutan sari kunyit.

5) Tahu Takwa

Tahu takwa merupakan tahu berwarna kuning khas dari daerah Kediri, Jawa Timur. Tahu takwa memiliki tekstur kenyal dan padat yang dihasilkan dari proses penggumpalan dengan cuka.

6) Tahu Sutra

Tahu sutra merupakan tahu yang berasal dari Jepang dan memiliki tekstur sangat lembut serta lunak karena menggunakan bahan penggumpal gluconol- δ -lacton (GDL).

b. Pembuatan tahu melalui beberapa proses pengolahan, antara lain :

1) Sortasi

Kacang kedelai sebagai bahan baku pembuatan tahu dipilih atau disortasi dengan tujuan untuk memisahkan antara kacang kedelai yang baik dan yang rusak, karena dapat mempengaruhi hasil akhir tahu.²¹

2) Pencucian dan perendaman kacang kedelai

Dalam pembuatan tahu hal terpenting yang harus diperhatikan adalah penggunaan bahan yang benar-benar bersih. Bahan tahu yang kurang bersih akan menyebabkan tahu yang dihasilkan terasa pahit, berwarna gelap, dan daya tahan simpan singkat. Setelah dilakukan pencucian, dilakukan perendaman kacang

kedelai menggunakan air bersih selama 8-12 jam. Tujuan dari perendaman ini untuk melunakkan tekstur selulernya dan meningkatkan kecepatan ekstraksi.²²

3) Pengupasan

Kacang kedelai yang telah direndam dilakukan pengupasan. Karena telah dilakukan proses perendaman yang cukup, maka akan mempermudah proses pengupasan. Tujuan dari pengupasan ini adalah untuk mendapatkan kacang kedelai yang bersih dan menghasilkan tahu yang berkualitas baik.⁶

4) Pencucian

Kacang kedelai yang sudah dikupas kulitnya dicuci untuk membersihkan sisa-sisa kotoran dan kulit ari.

5) Penggilingan kacang kedelai

Penggilingan kacang kedelai akan mengubah kacang kedelai menjadi bubur atau *slurry* karena penambahan air saat proses penggilingan. Bubur kacang kedelai ini bersifat kental, halus, berwarna putih, yang mengandung partikel-partikel kecil. Penggilingan kedelai dilakukan sampai ukuran partikel terkecil, ini akan membantu mengekstraksi padatan protein kedalam susu kedelai dan mengurangi waktu pemasakan.²² Kacang kedelai mengandung enzim *lipokgenase* yang menyebabkan bau langu, sehingga perlu dilakukan penggilingan dengan air panas untuk menginaktivasi enzim tersebut. Penggilingan

menggunakan air panas yang bersuhu 80-100°C dengan penambahan air panas antara 8-10 kali berat kedelai.⁹

6) Pemasakan bubur kacang kedelai

Bubur kedelai perlu dimasak langsung setelah proses penggilingan kacang kedelai. Bubur kedelai yang masih segar dicampurkan dengan air (10 bagian air untuk setiap bagian kedelai kering, yang diperhitungkan dengan penambahan air selama proses penggilingan). Pemasakan bubur perlu memperhatikan suhu dan waktu pemasakan. Pemasakan bubur kedelai ini umumnya dilakukan selama 7-14 menit dengan suhu 100°C yang akan menghasilkan rendemen tahu yang tinggi. Tujuan dari proses pemasakan ini yaitu untuk meninaktifasi inhibitor tripsin yang ada dalam kacang kedelai, memperbaiki rasa atau menghilangkan bau langu, meningkatkan daya tahan simpan dengan cara inaktifasi bakteri, mempermudah ekstraksi protein, dan mengubah sifat kimia protein.²²

7) Ekstraksi susu kacang kedelai

Pemisahan susu kedelai dapat dilakukan dengan cara disaring menggunakan saringan kain blacu atau alat *sentrifuse*. Pada umumnya pemisahan susu menggunakan kain blacu dan untuk mengekstrak susu kedelai dilakukan dengan alat pengepresan kayu.²²

8) Koagulasi susu kedelai

Susu kedelai yang masih panas dikoagulasikan dengan menggunakan garam (“*sioko*” atau batu tahu alami, CaCl_2 , $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, dan lain-lain) atau asam (asam laktat, asam asetat, asam glukonat, sari buah jeruk, dan lain-lain). Pada asam pengendapan protein terjadi karena tercapainya pH yang *isoelektrik* yaitu pH 4,0-4,5. Koagulasi menggunakan asam akan menghasilkan kualitas tahu yang lebih baik.²² Jeruk nipis mengandung asam sitrat yang dapat mengganti asam asetat dalam pembuatan tahu. Selain sebagai koagulan jeruk nipis dapat mengurangi aroma langu dari *lipokginase* yang terkandung dalam kacang-kacangan. Kacang kedelai sebanyak 1 kg membutuhkan 100 ml jeruk nipis sebagai koagulan.¹⁰

9) Pemisahan *whey*

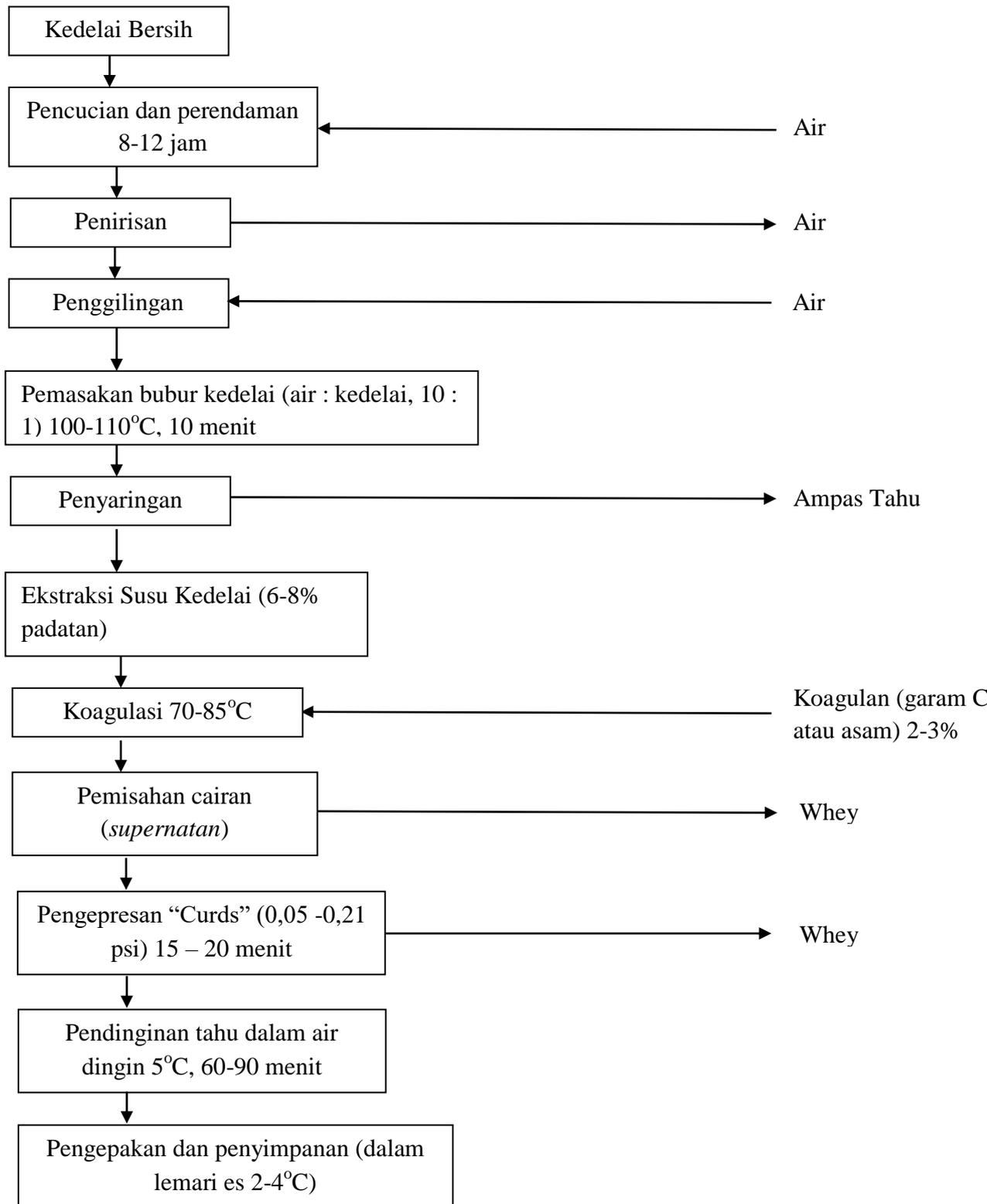
Cairan (*supermatan*) atau *whey* dipisahkan dari gumpalan protein (*curds*) dilakukan sebelum proses pengepresan dan pencetakan tahu. Pemisahan *whey* dilakukan dengan cara diambil menggunakan gayung. Untuk memudahkan dalam pemisahan *whey*, tempat penggumpalan dimasukkan saringan (ayakan bambu) yang dilapisi kain putih, sehingga *whey* dapat terpisah dengan mudah.²²

10) Pencetakan dan Pengepresan Tahu

Endapan protein (curds) yang masih lembek dimasukkan sedikit-sedikit kedalam alat pencetak tahu yang terbuat dari kayu. Alat pencetak sebelumnya dibelikan alas kain blacu. Kemudian curds dibungkus dengan kain blacu, lalu ditutup dengan papan kayu dan dipres menggunakan pemberat atau alat pengepres *hidrolik*. Apabila tahu telah terbentuk setelah dilakukan pengepresan, maka tahu dapat dipotong-potong menggunakan pisau.²²

11) Pendinginan

Pendinginan tahu dapat dilakukan dengan dua cara yaitu, diangin-anginkan dalam ruangan atau direndam didalam air. Pada umumnya pendinginan tahu dilakukan dengan cara perendaman dalam air. Perendaman tahu dalam air dapat mencegah terjadinya kebusukan oleh mikroba, mengeraskan tahu, dan mencuci kelebihan koagulan yang tertinggal pada tahu.²²



Gambar 2. Diagram Alur Proses Pembuatan Tahu Secara Umum (Muchtadi, 2009)

Kacang Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) diperkirakan berasal dari Cina bagian Utara, Mancuria, dan Korea. Kemudian kacang kedelai mulai menyebar ke negara-negara lain di sekitarnya yaitu Jepang, Taiwan, Cina bagian Selatan, Thailand, India bagian Utara, dan Indonesia. Namun kacang kedelai di Indonesia masih jauh di atas harga Internasional.¹⁹

Kacang kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) termasuk kedalam family kacang-kacangan (*Leguminosae*). Tanaman kacang kedelai termasuk dalam klasifikasi sebagai berikut:

Spesies	: <i>Glycine Max</i>
Genus	: <i>Glycine</i>
Ordo	: <i>Polypetales</i>
Famili	: <i>Leguminosae</i>
Sub-Famili	: <i>Papilionoideae</i>
Kelas	: <i>Dikotiledont</i>
Sub divisi	: <i>Angiospermae</i>
Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Varietas	: <i>Ringgit, Orba, Lokon, Davros, dan Wilis</i>

Kacang kedelai dibagi menjadi dua golongan yaitu kacang kedelai yang mengandung lemak tinggi protein rendah yang biasanya digunakan sebagai bahan baku minyak kedelai, sedangkan kedelai yang mengandung lemak rendah dan protein tinggi yang sesuai untuk

digunakan sebagai bahan baku pembuatan kecap, tahu, susu kedelai, dan kembang tahu.¹⁹

Berdasarkan warna, biji kacang kedelai dapat dibedakan antara biji yang berwarna putih dan hitam.

a. Kacang kedelai putih

Kacang kedelai putih atau yang terkadang berwarna kuning di Indonesia dimanfaatkan untuk keperluan dibidang makanan yaitu bahan dasar pembuatan tahu, tempe, dan susu kedelai. Namun, kedelai putih kurang baik untuk dijadikan bahan dasar pembuatan tauco dan kecap. Beberapa jenis kedelai putih yaitu Clark 63, T.K. 5, Taichung, Davros, Economic Garden, Sumbing, dan Edamame.²³

b. Kacang kedelai hitam

Kacang kedelai hitam yang terkadang berwarna hijau tua dengan harga jualnya yang lebih murah. Petani umumnya lebih menyukai membudidayakan kedelai hitam karena penanamannya mudah dan tidak memerlukan perlakuan khusus. Industri kecap dan tauco umumnya menggunakan kacang kedelai hitam sebagai bahan dasarnya.²³

Kacang kedelai adalah salah satu sumber protein nabati yang memiliki mutu tinggi setelah proses pengolahan. Kandungan protein dari kacang kedelai sekitar 40% (berat kering) dan susunan asam aminonya mendekati sumber protein dari hewani. Nilai protein dari

kacang kedelai dari kacang-kacang lain jika difermentasi atau dimasak akan lebih baik.¹

Sebagai bahan dasar dari pembuatan tahu, kedelai mengandung protein tinggi dan daya koagulasi yang baik. Penggunaan dan pemilihan kacang kedelai sangat berpengaruh dalam kecepatan kepadatan, daya simpan, protein yang dihasilkan, rasa, dan warn tahu. Faktor-faktor tersebut dipengaruhi oleh varietas kacang kedelai yang digunakan dalam pembuatan tahu.²¹

2. Kacang Tunggak

Kacang tunggak (*Vigna unguiculata*) merupakan kacang-kacangan yang telah lama di budidayakan di Indonesia. Kacang tunggak atau yang sering disebut kacang tolo oleh masyarakat merupakan ini merupakan tanaman yang berasal dari daerah Afrika Barat. Kacang tunggak memiliki keragaman yang besar dan sangat luas distribusinya. Kacang tunggak kelompok *bioflora* dan *sesquipedali* banyak terdapat di Asia selatan, India, dan Cina yang sering digunakan untuk pangan dalam bentuk polong muda ataupun biji kering.⁹

Kacang tunggak termasuk salah satu anggota dari family *Leguminosa* (kacang-kacangan) dengan klasifikasi sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae*
Divisio : *Spermatophyta*
Subdivisio : *Angiospermae*

Class	: <i>Dicotyledoneae</i>
Ordo	: <i>Polypetalae</i>
Famili	: <i>Leguminosae</i>
Subfamili	: <i>Papilionaceae</i>
Genus	: <i>Vigna</i>
Spesies	: <i>V. unguiculata</i>
Varietas	: KT-1, KT-2, KT-3, KT-4, dsb.



Gambar 3. Kacang Tunggak

(Sumber : <https://www.merdeka.com/sehat/kacang-tunggak-si-kaya-protein-pengganti-daging-polong-polongan.html>)

Tanaman kacang tunggak memiliki penampilan fisik seperti kacang panjang. Tanaman kacang tunggak berbentuk batang pendek berbuku-buku dengan daun agak kasar yang melekat pada tangkai daun dengan bersusun tiga. Biji dari tanaman kacang tunggak berbentuk bulat panjang agak pipih dengan ukuran 4-6 mm x 7-8 mm yang berwarna kuning kecoklatan.²⁴ Biji dari kacang tunggak berbeda-beda dalam ukuran, bentuk, maupun warna (putih, coklat, hitam, belang, dan merah) dan memiliki *hilum* yang berwarna putih dikelilingi oleh cincin berwarna hitam. Biji kacang tunggak memiliki warna sesuai dengan varietasnya, antara lain putih, coklat muda, dan coklat tua kemerahan.⁹

Di Indonesia kacang tunggak memiliki varietas yang unggul, yaitu varietas KT-1, KT-2, KT-3, KT-4, dan KT-5. Varietas kacang tunggak, antara lain :

- a. Pada varietas KT-1 memiliki tinggi tanaman 58 cm dengan bentuk batang bulat panjang dan berwarna hijau. Mulai berbunga umur 52 hari dan panen polong tua pada umur 77 hari. Jumlah polong 10-45 buah/tanaman yang berbentuk agak lonjong berwarna coklat muda dengan jumlah biji 17 butir/polong. Varietas KT-1 dapat memproduksi sebesar 2,1 ton/ha pada daratan rendah.⁹
- b. Kacang tunggak varietas KT-2 memiliki tinggi tanaman 60-80 cm dengan bentuk bulat panjang dan berwarna hijau. Bentuk daun delta dengan ujung runcing dan warna bunga ungu. Mulai berbunga pada umu 40-45 hari dan panen polong tua pada umur 57 hari. Jumlah polong yang dapat dihasilkan dari varietas ini 12-15 buha/dengan warna coklat muda. Biji berbentuk persegi dengan warna coklat keabu-abuan memiliki berat 120-150 gram per 1000 biji. Varietas KT-2 memiliki kadar protein 20,5%, karbohidrat 63%, dan minyak 1,3%. Varietas ini dapat memproduksi sebesar 1,25 ton/ha yang cocok ditanam di lahan kering ataupun lahan sawah setelah ditanami padi kedua.⁹
- c. Kacang tunggak varietas KT-3 memiliki tinggi tanaman 80-90 cm dengan bentuk batang bulat panjang dan berwarna hijau. Bentuk daun runcing dengan tersusun tiga dan warna bunga ungu. Varietas

ini mulai berbunga pada umur 40-45 hari dan panen tua pada umur 57 hari. Jumlah polong yang dihasilkan 12-14 polong. Biji berbentuk lonjong dengan warna putih yang memiliki berat 150-180 gram per 1000 biji. Varietas KT-3 mengandung kadar protein 21,5%. Varietas ini dapat memproduksi sebesar 1,50 ton/ha yang cocok ditanam di lahan kering, lahan pekarangan, dan lahan sesudah ditanami padi.⁹

- d. Kacang tunggak varietas KT-4 memiliki tinggi tanaman 60-80 cm dengan bentuk batang bulat dan berwarna hijau. Bentuk daun oval dan warna bunga ungu. Varietas ini mulai berbunga pada umur 40-45 hari dan panen polong tua umur 57 hari. Jumlah polong 12-14 polong dengan bentuk seperti kacang panjang dan mudah pecah. Bentuk biji persegi berwarna coklat muda dengan berat 110-125 per 1000 biji. Varietas KT-3 mengandung kadar protein 21,56%. Varietas ini dapat memproduksi 1,35 ton/ha yang cocok ditanam di lahan kering lahan sawah setelah ditanami padi kedua.⁹
- e. Kacang tunggak varietas KT-5 memiliki tinggi tanaman 40-80 cm dengan bentuk batang bulat dan berwarna hijau. Bentuk daun agak lancip dan bunga berwarna ungu. Varietas ini mulai berbunga pada umur 40-45 hari dan panen polong tua umur 57 hari. Jumlah polong yang dihasilkan 10-15 polong/pohon yang memiliki bentuk polong kaku dan sulit pecah. Bentuk biji persegi berwarna merah dengan berat 110-150 gram per 1000 biji. Varietas ini dapat

memproduksi 1,30 ton/ha yang cocok ditanam dilahan kering dan lahan sawah setelah ditanami padi kedua.⁹

Ketersediaan kacang tunggak di dalam negeri cukup tinggi yaitu mencapai 1,5-2 ton/ha.⁷ Dari segi budidaya semua varietas kacang tunggak tersebut cocok ditanam di Indonesia karena tahan terhadap iklim yang kering. Kacang tunggak banyak dikembangkan melalui beberapa persilangan, seleksi, dan evaluasi yang memungkinkan banyaknya varietas tanaman kacang tunggak.⁹

Kacang tunggak memiliki potensi yang besar sebagai bahan pangan yang bergizi. Kacang tunggak kurang dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat hanya dikonsumsi secara terbatas. Pemanfaatan Kacang tunggak tergolong tanaman bahan pangan, pakan, dan bahan baku industri. Penggunaan kacang tunggak masih terbatas untuk sayuran segar (daun muda dan polong muda), biji kering (campuran gudeg dan lodeh), dan lauk pauk.⁷ Pemanfaatan kacang tunggak yang terbatas ini diduga disebabkan oleh belum tersebar dan berkembangnya informasi mengenai kacang tunggak sebagai bahan makanan. Sedangkan di Indonesia ketersediaan kacang tunggak cukup melimpah dengan harga yang stabil dan murah.⁶

Ditinjau dari sifat fisik dan kimia kacang tunggak memiliki potensi yang dapat diolah seperti kacang kedelai. Pengolahan kacang tunggak secara tradisional dapat menghasilkan bahan makanan fermentasi dan non fermentasi. Pengolahan dengan fermentasi antara lain kecap,

oncom, tauco, dan tempe. Sedangkan pengolahan tanpa fermentasi antara lain kecambah (tauge), susu, tahu, kembang tahu, dan tepung.⁹

Kacang tunggak merupakan jenis kacang-kacangan yang memiliki potensi tinggi sebagai bahan pangan yang bergizi pengganti kacang kedelai.⁶ Sebagai bahan campuran dalam pembuatan tahu kacang tunggak dapat melengkapi zat gizi dari kacang kedelai. Sehingga kacang tunggak merupakan jenis kacang-kacangan yang memiliki potensi tinggi sebagai bahan pangan yang bergizi pengganti kacang kedelai. Kacang tunggak mengandung enzim *lipoksinase* yang menyebabkan aroma langu. Namun dapat diinaktifkan dengan beberapa proses pengolahan. Proses pengolahan yang dapat menghilangkan aroma langu pada kacang tunggak yaitu pemasakan, perendaman dengan air panas, dan penggilingan dengan air panas.⁹ Cara memasak yang berbeda dapat membantu mengurangi aroma khas dari kacang tunggak yaitu pemasakan kacang tunggak setengah matang sebelum dilakukan pembersihan kulit, perendaman, dan pencucian. Selain itu proses koagulasi menggunakan sari jeruk nipis dapat membantu mengurangi aroma langu.¹⁰

Kandungan gizi kacang tunggak dalam TKPI atau Tabel Komposisi Pangan Indonesia tertulis bahwa setiap 100 gram bahan mengandung energi 331 kkal, protein 22,4 gram, lemak 1,9 gram, dan karbohidrat 56,6 gram. Selain keempat zat gizi makro yaitu tersebut kacang tunggak mengandung 431 mg per 100 gram bahan.¹¹ Jika

dibandingkan kandungan kalsiumnya kacang tunggak lebih tinggi dari kacang kedelai. Perbandingan komposisi kandungan zat gizi pada kacang tunggak dan kacang kedelai dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Kandungan Zat Gizi pada kacang Tunggak dan Kacang Kedelai dalam 100 gram bahan.

Komposisi	Kacang Tunggak	Kacang Kedelai
Energi (kkal)	331	381
Protein (gram)	24,4	40,4
Lemak (gram)	1,9	16,7
Karbohidrat (gram)	56,6	24,9
Abu (gr)	3,6	5,5
Serat (gr)	1,6	3,2
Kalsium (mg)	481	222
Fosfor (mg)	339	682
Besi (mg)	13,9	10
Air (gr)	13,5	12,7

Sumber : Tabel Komposisi Pangan Indonesia (2009)

3. Kalsium

Mineral merupakan bagian dari tubuh dan memegang peranan penting dalam pemeliharaan fungsi tubuh, baik dari tingkat sel, jaringan, organ maupun fungsi tubuh secara keseluruhan. Di samping itu mineral berperan dalam berbagai tahap metabolisme, terutama sebagai kofaktor dalam aktifitas enzim-enzim. Kalsium merupakan mineral yang paling banyak terdapat dalam tubuh manusia. Keseimbangan ion-ion mineral di dalam cairan tubuh diperlukan untuk pengaturan pekerjaan enzim-enzim, pemeliharaan keseimbangan asam-basa, membantu transfer ikatan-ikatan penting melalui membran sel, dan pemeliharaan kepekaan otot dan saraf terhadap rangsangan.¹⁵

Kalsium merupakan mineral makro yaitu mineral yang dibutuhkan lebih dari 100 mg dalam sehari. Kalsium merupakan mineral yang paling banyak dalam tubuh manusia yaitu 1,5-2% dari berat badan orang dewasa atau kurang lebih 1 kg.¹⁵ Kalsium dalam tubuh 99% berada didalam jaringan keras, yaitu tulang dan gigi terutama dalam bentuk *hidroksiapatit*. Kalsium tulang berada dalam keadaan seimbang dengan kalsium plasma pada konsentrasi kurang lebih 2,25-2,60 mmol/l. Massa jenis tulang berbeda menurut umur, meningkat pada awal kehidupan dan menurun secara berangsur-angsur selama penambahan umur. Kalsium tersebar dalam cairan ekstraseluler dan intraseluler yang berperan dalam mengatur fungsi sel. Fungsi pengaturan sel ini untuk transmisi saraf, kontraksi otot, penggumpalan darah, dan menjaga permeabilitas sel. Kalsium mengatur pekerjaan hormon-hormon dan sebagai faktor pertumbuhan.²⁵

Fungsi kalsium pada umumnya sebagai pembentukan tulang dan gigi dan sebagai katalisator reaksi biologik.¹³ Fungsi dari kalsium antara lain :

a. Pembentukan tulang

Kalsium dalam tulang mempunyai fungsi sebagai bagian integral dari struktur tulang dan sebagai tempat penyimpanan kalsium.¹⁵

Pada pembentukan tulang, apabila tulang baru dibentuk, maka tulang lama akan dihancurkan secara stimulan. Pembentukan tulang dibentuk atas tiga jenis komponen seluler yang terlibat

dengan fungsinya yang berbeda-beda yaitu *osteoblast* dalam pementukan tulang, *osteocyte* dalam pemeliharaan tulang, dan *osteoclast* dalam penyerapan kembali tulang.¹³

b. Pembentukan gigi

Mineral kalsium yang membentuk dentin dan email yang merupakan bagian tengah dan luar gigi adalah mineral yang sama dengan mineral yang membentuk tulang. Berbeda dengan tulang, gigi lebih lama mengalami perubahan setelah tumbuh dalam rongga mulut. Pertukaran antara kalsium gigi dan kalsium tubuh berlangsung lambat dan terbatas pada kalsium yang terdapat pada lapisan dentin. Sedikitnya pertukaran kalsium ini terjadi mungkin juga karena terjadi di lapisan email dan ludah.²⁵

c. Katalisator reaksi biologik.

Kalsium berfungsi sebagai katalisator berbagai reaksi biologik, yaitu absorbs vitamin B12, tindakan enzim pemecah lemak, *lipase pancreas*, ekskresi insulin oleh *pancreas*, pembentukan dan pemecahan *asetilkolin*, yaitu bahan yang diperlukan dalam memindahkan suatu rangsangan dari suatu serabut saraf ke serabut lain. Kalsium yang diperlukan untuk mengkatlisis reaksi-reaksi ini diambil dari persediaan kalsium dalam tubuh.²⁵

Kalsium adalah mineral yang paling banyak dibutuhkan oleh tubuh. Kebutuhan kalsium terbanyak pada saat usia pertumbuhan, namun kebutuhan tersebut masih diteruskan meskipun sudah mencapai

usia dewasa.¹³ Pencapaian massa pembentukan tulang pada anak-anak merupakan dasar *densitas* tulang pada saat dewasa. Usia pubertas mempengaruhi *densitas* tulang dan hal-hal yang dapat menghambat pencapaian massa pembentukan tulang yang optimal pada anak-anak, yaitu sakit kronis, penggunaan obat-obatan tertentu, asupan yang tidak adekuat, dan aktifitas yang terbatas mempengaruhi kualitas *densitas* tulang pada saat dewasa. Bayi dan anak-anak menyerap kalsium dari makanan kurang lebih 40% dari makanan yang dikonsumsi, sedangkan orang dewasa hanya menyerap 10-25% kalsium. Keseimbangan kalsium yang positif dalam tubuh pada masa anak-anak akan membantu pencapaian pembentukan tulang pada masa dewasa.²⁶

Angka kecukupan kalsium yang dianjurkan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Angka Kecukupan Kalsium yang Dianjurkan

Golongan Umur	Kebutuhan Ca/orang/hari (mg)	Golongan Umur	Kebutuhan Ca/orang/hari (mg)
0-6 bulan	200	Wanita (tahun) :	
7-11 bulan	250	10-12	1200
1-3 tahun	650	13-15	1200
4-6 tahun	1000	16-18	1200
7-9 tahun	1000	19-29	1100
		30-49	1000
Pria (tahun) :		50-64	1000
10-12	1200	>65	1000
13-15	1200	Ibu hamil :	+200
16-18	1200		
19-29	1100	Ibu menyusui :	
30-49	1000	0-6 bulan	+200
50-64	1000	7-12 bulan	+200
>65	1000		

Sumber : Tabel Angka Kecukupan Gizi (2013)

Sumber kalsium dapat terbagi menjadi dua, yaitu hewani dan nabati. Sumber kalsium nabati dapat diperoleh dari kacang-kacangan,

sayuran berwarna hijau, biji-bijian, buah-buahan, dan lain sebagainya. Sedangkan sumber kalsium yang berasal dari hewani dapat diperoleh dari susu, keju, yoghurt, ikan, udang, lobster, telur, dan lain sebagainya.¹⁵ Sumber kalsium dari produk hewani secara berlebihan terutama daging sapi akan menghambat penyerapan kalsium, karena kadar proteinnya yang tinggi. Kandungan protein yang tinggi akan meningkatkan keasaman (pH) darah. Untuk itu, walaupun produk hewani lebih banyak mengandung kalsium harus dikonsumsi secukupnya.²⁷

Akibat kekurangan kalsium pada masa pertumbuhan dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan. Pada anak-anak yang kurang mengonsumsi kalsium dapat menyebabkan beberapa masalah terutama masalah gizi yaitu stunting. Kalsium dan fosfor sangat penting perannya dalam pertumbuhan linier anak atau penambahan panjang atau tinggi badan. Kekurangan kalsium akan mempengaruhi pertumbuhan linier jika kandungan kalsium dalam tulang kurang dari 50% kandungan normal.¹⁴ Akibat dari kekurangan asupan kalsium yaitu tulang kurang kuat, mudah bengkok dan rapuh, semua orang dewasa, terutama usia 50 tahun, kehilangan kalsium dari tulangnya. Tulang akan menjadi rapuh dan mudah patah yang sering disebut dengan *osteoporosis*.¹⁵

Konsumsi kalsium sebaiknya tidak melebihi 2500 per hari. Kelebihan kalsium akan menyebabkan penyakit seperti batu ginjal atau

gangguan fungsi ginjal. Disamping itu, dapat menyebabkan konstipasi (susah buang air besar). Kelebihan kalsium bisa terjadi akibat konsumsi suplemen kalsium berupa tablet atau bentuk lain.²⁵

4. Sifat Fisik

Sifat fisik memiliki peranan penting dalam pengawasan dan standarisasi mutu produk. Sifat fisik digunakan untuk perincian mutu produk dan standarisasi mutu karena sifat fisik lebih mudah diukur dibandingkan dengan sifat kimia, mikrobiologi, dan fisiologi.²⁸ Karakteristik ini menyangkut sifat-sifat fisik dari suatu produk yang dapat dinilai secara subyektif dan obyektif.²⁹

a. Sifat Fisik Subyektif

Penilaian sifat fisik secara subyektif adalah warna, rasa, aroma dan tekstur.²⁹ Sifat fisik yang diamati menggunakan panca indera, yang meliputi :

1) Warna

Warna dari suatu produk pangan memiliki peranan sebagai daya tarik dan identitas produk warna juga berperan sebagai kriteria mutu yang sangat penting pada beberapa jenis produk.²⁸ Warna merupakan sifat fisik yang memberikan efek ketertarikan terhadap bahan makanan yang diamati menggunakan indra penglihatan. Warna terbentuk dari aktivitas

retina mata. Jika cahaya mencapai retina, mekanisme saraf mata menanggapi yang akan memberikan sinyal warna.³⁰

2) Rasa

Rasa merupakan sifat fisik yang dapat dinilai menggunakan indra pengecap. Rasa terbagi atas empat jenis rasa yaitu rasa asin, manis, asam, dan pahit. Rasa adalah persepsi terhadap senyawa spesifik dilidah.³¹ Rasa terbentuk dari penyebaran keempat jenis reseptor dan menciptakan kepekaan pada daerah lidah. Kepekaan daerah rasa pada lidah yaitu asin pada bagian kedua tepi dan ujung, manis pada ujung lidah, asam pada bagian tepi, dan pahit pada bagian belakang.³⁰

3) Aroma

Aroma atau bau merupakan sifat fisik yang dapat dideteksi menggunakan alat indera pembau atau penciuman.²⁸ Didalam industry pangan pengujian aroma dianggap penting karena dengan cepat dapat memberikan hasil penilaian terhadap produk tentang diterima atau tidak produk tersebut.²⁹

4) Tekstur

Tekstur makanan berkaitan dengan sensasi sentuhan, yang dapat dideteksi dengan alat indera pengecap (pada waktu digigit, dikunyah, dan ditelan) dan indera peraba.²⁹ Tekstur produk yang dihasilkan dari produk pangan, seperti keras, lembut, lunak, atau lembek.³¹ Tekstur dari produk pangan akan

mempengaruhi cita rasa yang ditimbulkan, sehingga mempengaruhi mutu dan daya terima dari produk tersebut.²⁹

b. Sifat Fisik Obyektif

Tekstur secara obyektif diukur dengan penetrometer. Cara penggunaannya, tahu diletakkan pada penetrometer. Lempengan diatur hingga tepat menyentuh pada permukaan tahu, sedangkan jarum skala menunjuk pada angka nol dan posisi pengatur jarum menyentuh pangkal jarum. Pada pangkal jarum dipasang beban 50 gram. Selanjutnya kunci jarum penetrometer kemudian ditekan dan hitung selama 10 detik dengan *stop watch*. Kunci jarum dilepaskan dan pengatur jarum skala ditekan perlahan sampai menyentuh jarum. Angka yang ditunjukkan jarum dicatat dan dinyatakan dalam mm/gram/detik.³²

5. Sifat Organoleptik

Sifat organoleptik adalah suatu proses identifikasi, pengukuran ilmiah, analisis, dan interpretasi atribut-atribut produk melalui panca lima panca indera manusia.³³ Panca indera manusia yaitu pendengaran, penglihatan, penciuman, pengecap, dan peraba.

Penilaian organoleptik dipengaruhi oleh aktifitas sensorik dari indera manusia.³³

- a. Indera penglihatan berhubungan dengan aktifitas sensorik mata. Mata memiliki sel batang dan kerucut pada retina yang mengubah

energi cahaya melalui impuls saraf menuju otak dan saraf penglihatan. Atribut sensori yang dapat diuji adalah warna, bentuk, ukuran, dan tekstur.³³

- b. Indera penciuman atau pembau merupakan aktifitas sensori hidung. Bau yang dihasilkan berasal dari inetraksi zat-zat dengan jutaan rambut getar pada sel *epitelium olfaktori* yang terletak pada langit-langit rongga hidung. Bau dinilai untuk menilai kelayakan produk apakah telah terjadi kerusakan atau belum.³³
- c. Indera peraba terdapat pada seluruh permukaan tubuh untuk menilai tekstur suatu produk. Tekstur biasanya dinilai dengan cara diletakkan diantara ibu jari, telunjuk, atau jari tengah.³³
- d. Indera pengecap berfungsi untuk menilai rasa dari suatu produk menggunakan rongga mulut, lidah, dan langit-langit. Rasa yang dapat dinilai adalah asin, manis, pahit, dan asam.³³

Sifat organoleptik disebut sebagai pengukuran subyektif karena mendasarkan pada respon subyektif manusia sebagai alat ukur. Penilaian subyektif merupakan pengukuran terhadap tingkat kesukaan, kesadaran, dan sikap karena ditentukan oleh orang yang melakukan pengukuran.²⁸

Penilaian organoleptik pada suatu produk dilakukan dengan menggunakan metode *Hedonic Scale Test*. Jenis uji ini salah satu uji yang efektif untuk mengetahui tingkat esukaan dari produk yang diuji. Pengujian organoleptik meliputi sifat fisik seperti warna, rasa, tekstur,

dan aroma. Uji organoleptik hanya dapat diukur atau dinilai oleh manusia. Orang yang bertindak sebagai instrument uji organoleptik adalah panel. Sedangkan orang-orang yang menjadi anggota uji organoleptik adalah panelis. Dalam uji organoleptik diketahui ada beberapa macam panelis, yang didasarkan pada keahlian dalam melakukan penilaian.³³

Pada uji organoleptik terdapat tujuh macam panelis berdasarkan keahlian dalam melakukan penilaian, yaitu :

a. Panelis perseorangan

Panelis perseorangan merupakan seseorang yang sangat ahli dengan kepekaan yang sangat tinggi karena memiliki bakat atau hasil dari latihan yang intensif. Panelis perseorangan memiliki keputusan sepenuhnya atas produk yang dinilai atau diuji.³³

b. Panelis ahli

Panelis ahli merupakan seseorang yang memiliki kepekaan tinggi sehingga dapat menghindari bias dan terdiri dari 3-5 orang. Panelis ahli mengenal dengan baik faktor-faktor dalam penilaian organoleptik dan mengetahui cara pengolahan yang berpengaruh pada bahan baku terhadap hasil akhir dari produk.³³

c. Panelis terlatih

Panelis terlatih merupakan seseorang yang memiliki kepekaan cukup baik dan terdiri dari 3-10 orang. Menjadi panelis terlatih

memerlukan seleksi dan latihan. Panelis terlatih digunakan sebagai pengujian pengembangan produk.³³

d. Panelis agak terlatih

Panelis agak terlatih terdiri dari 8-25 orang. Panelis agak terlatih tidak melalui seleksi, namun telah memiliki pengalaman dalam menguji suatu produk. Hasil yang didapatkan dari panelis agak terlatih kurang sensitif dan bervariasi.³³

e. Panelis tidak terlatih

Panelis tidak terlatih terdiri dari minimal 80 orang yang menilai suatu produk untuk kesukaan atau kesenangan. Panelis tidak terlatih hanya diperbolehkan untuk menilai yang sederhana, yaitu kesukaan. Panelis tidak terlatih biasanya dilakukan oleh orang dewasa pria dan wanita yang jumlahnya sama. Panelis tidak terlatih dipilih berdasarkan suku, bangsa, tingkat pendidikan, dan tingkat sosial.³³

f. Panelis konsumen

Panelis konsumen merupakan orang yang tergantung pada target pemasaran suatu produk dengan jumlah 30 hingga 100 orang. Panelis konsumen memiliki sifat yang umum dan dapat ditentukan berdasarkan perorangan atau kelompok.³³

g. Panelis anak-anak

Panelis anak-anak atau panelis khas adalah panelis yang menggunakan anak-anak dengan usia 3-10 tahun. Anak-anak

digunakan sebagai panelis dalam penelitian produk-produk pangan yang disukai oleh anak-anak seperti es krim, permen, coklat, dan lain sebagainya.³³

B. Landasan Teori

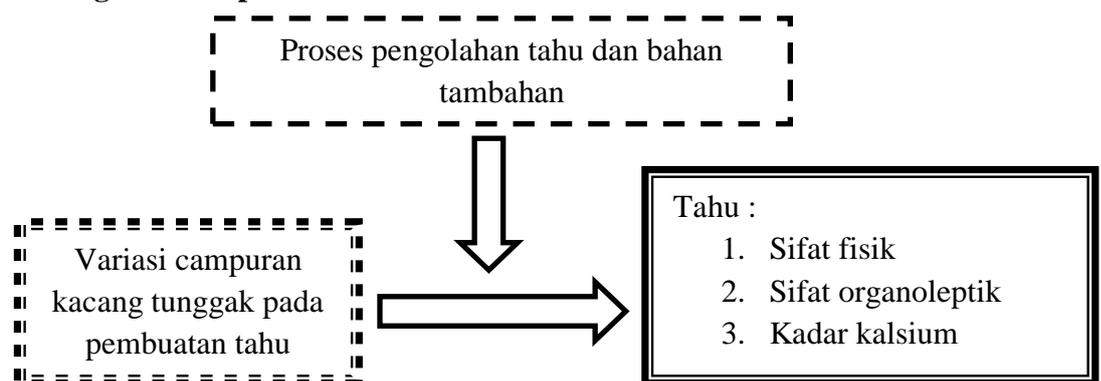
Tahu adalah ekstrak protein dari kacang kedelai.¹⁷ Tahu merupakan makanan yang digemari masyarakat karena memiliki harga yang murah dan bergizi. Tahu mengandung energi 80 kkal, protein 10,9 gram, lemak 4,7 gram, dan karbohidrat 0,8 gram per 100 gram bahan.¹¹ Bahan baku tahu adalah kacang kedelai. Permasalahan di Indonesia jumlah kacang kedelai dalam negeri yang tidak mencukupi sehingga melakukan *import* dalam jumlah yang besar. Oleh karena itu, diperlukan bahan baku alternatif yang dapat dijadikan sebagai campuran bahan dasar dalam pembuatan tahu. Salah satu sumber protein yang dapat dijadikan sebagai bahan dasar dalam pembuatan tahu adalah kacang tunggak.⁶

Kacang tunggak (*Vigna unguiculata*) adalah jenis kacang-kacangan yang berpotensi tinggi sebagai bahan pangan yang bergizi pengganti kacang kedelai.⁶ Ketersediaan kacang tunggak di dalam negeri cukup tinggi yaitu mencapai 1,5-2 ton/ha.⁷ Kacang tunggak memiliki kandungan gizi energi 331 kkal, protein 22,4 gram, lemak 1,9 gram, dan karbohidrat 56,6 gram per 100 gram bahan. Kandungan kalsium kacang tunggak sebesar 481 mg per 100 bahan, kalsium dari kacang tunggak ini lebih tinggi dibandingkan dengan kacang-kacangan lainnya.¹¹

Ditinjau dari sifat fisik dan kimia kacang tunggak memiliki potensi yang dapat diolah seperti kacang kedelai. Kacang tunggak dapat diolah sebagai kecambah (*tauge*), susu, tahu, kembang tahu, dan tepung.⁹ Kacang tunggak dapat dijadikan sebagai bahan dasar tahu karena memiliki titik *isoelektrik* 4,6.⁸

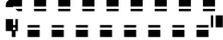
Sehingga dalam penelitian ini kacang tunggak dapat digunakan sebagai variasi pencampuran dalam pembuatan tahu yang bertujuan dapat meningkatkan nilai gizi tahu yang berbahan dasar dari kacang kedelai. Kacang tunggak digunakan sebagai bahan dasar pencampuran pada tahu dengan beberapa variasi. Variasi pencampuran kacang tunggak akan mengetahui sifat fisik, sifat organoleptik, selain itu dapat meningkatkan kandungan gizi pada tahu dengan dilakukan analisis kadar kalsium.

C. Kerangka Konsep



Gambar 4. Kerangka Konsep Penelitian

Keterangan :

-  = Variabel bebas
-  = Variabel terikat
-  = Variabel kontrol

D. Hipotesis Penelitian

1. Tidak ada perbedaan sifat fisik (warna, rasa, aroma, dan tekstur) pada tahu dengan variasi campuran kacang tunggak.
2. Tidak ada perbedaan sifat organoleptik pada tahu dengan variasi campuran kacang tunggak.
3. Ada perbedaan kadar kalsium tahu dengan variasi campuran kacang tunggak.