

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Kacang Tolo (*vigna unguiculata L*)

1. Pengertian Kacang Tolo

Kacang tolo (*vigna unguiculata L*) merupakan Kacang tolo diduga pertama kali ditemukan tumbuh di kawasan Afrika Tengah dan Afrika Barat dengan jumlah besar spesies liar dan belukar. Famili *Leguminoceae* dan subfamili *Faboideae* terdiri dari kacang tolo. Kacang tolo (*Vigna Unguiculata L*) tanaman jenis biji-bijian yang tumbuh subur di Indonesia. Kacang tolo mempunyai warna biji bervariasi tergantung dari varietasnya, antara lain berwarna putih, coklat muda, dan coklat tua kemerahan, tetapi yang paling umum dibudidayakan di Indonesia adalah kacang tolo berwarna coklat kemerahan (Elvira *et al.*, 2019). Kacang tolo umumnya tumbuh didataran rendah dibandingkan dengan jenis kacang-kacangan lainnya, tanaman ini tahan di daerah beriklim kering (Astutie, 2018).



Gambar 1. Kacang Tolo

2. Karakteristik Kacang Tunggak

Kacang tolo (*vigna uguiculata L*) adalah sejenis tanaman legum yang polong muda dan bijinya biasanya disayur, seperti sayur lodeh, atau brongkos. Tumbuhan ini relatif tahan kering dan biasa ditanam di pekarangan sebagai Cadangan pangan keluarga. Kacang tunggak banyak variasi bentuknya. Di Jawa, kacang-kacangan landes, kacang tunggak, dan juga kacang otok. Kacang tolo masih satu jenis dengan kacang panjang namun berbeda subspecies atau kelompok kultivar. Selain di Asia biji

kacang tunggak juga dimanfaatkan di Afrika, Eropa bagian Selatan, dan kawasan Amerika latin.



Gambar 2. Tumbuhan Kacang Tolo

Kacang tolo merupakan tanaman semusim yang tumbuh melebar, tegak, atau hamper tegak. Tinggi 15-80 cm. Kacang ini dibedakan dari subspecies lainnya dengan melihat polongnya yang sepanjang 10-30 cm, menggantung, keras dan kaku, tidak menggelembung ketika muda. Bijinya biasanya agak besar, panjangnya antara 6-10 mm. Ciri-ciri lainnya serupa dengan kacang tunggak pada umumnya (Muzaiyanah *et al.*, 2016).

3. Manfaat dan Kandungan Gizi Kacang Tolo

Kacang tolo juga merupakan kacang yang mengandung protein tinggi ketiga setelah kacang kedelai dan kacang tanah. Kacang tolo ini yang memiliki kandungan bioaktif zat gizi yaitu asam fitat sebanyak 2,68 gram per 100 kacang tolo dan kandungan zat gizi seng (Zn) 5,9 mg per 100 gram kacang tolo. Kandungan seng pada kacang tolo lebih tinggi dibandingkan kacang kedelai, kacang merah, kacang tanah, dan kacang hijau (TKPI, 2017).

Tanaman ini sering dikonsumsi oleh masyarakat sebagai campuran dalam masakan sayuran seperti sayur bening, bahkan biji kacang tunggak juga dapat diolah melalui proses penepungan, pembekuan bahkan pengalengan. Kacang tolo merupakan jenis tanaman yang mudah dibudidayakan sehingga mudah didapatkan diberbagai daerah (Amoah *et al.*, 2021). Kacang tolo ini juga memiliki asam amino esensial dan rendah kandungan lemak meskipun mengandung asam lemak tak jenuh ganda. Proteinnya memiliki sifat fungsional yang tinggi, terutama kelarutan dan

kapasitas emulsi. Biji kacang tunggak juga mengandung mineral dan vitamin penting (Martin Alain, 2023).

Tabel 1. Jenis Kacang Per 100 g dan Kandungan Gizi

Jenis kacang	Kandungan Gizi						
	Air	Energi	Protein	Karbohidrat	Kalsium	Besi	Seng
Kacang tolo	13.5	331	24.4	56.6	481	13.9	5.9
Kacang Kedelai	12.7	381	40.4	24.9	222	10.0	3.9

Sumber : Kemenkes, 2017

Dengan demikian kacang tolo berpotensi sebagai sumber protein nabati selain kacang kedelai sehingga diperlukan teknik pengolahan yang tepat, misalnya fermentasi menjadi tempe. Tempe kacang tolo diharapkan menjadi alternatif pengganti tempe kacang kedelai sehingga dapat menjadi sumber protein nabati yang murah dan mudah didapat terutama bagi masyarakat pedesaan (Martin Alain, 2023).

B. Tempe

1. Defenisi Tempe

Tempe adalah makanan yang populer di kalangan masyarakat kita. Meskipun merupakan makanan yang sederhana, tetapi tempe mempunyai atau mengandung sumber protein nabati yang cukup tinggi (Kristiadi & Lunggani, 2022). Tempe yang dibuat dari fermentasi terhadap biji kedelai atau beberapa bahan lain yang menggunakan beberapa jenis kapang *Rhizopus*, seperti *Rhizopus oligosporus*, *Rh. oryzae*, *Rh. stolonifer* (kapang roti), atau *Rh. arrhizus*, sehingga membentuk padatan kompak berwarna putih, warna putih pada tempe disebabkan adanya miselia jamur yang tumbuh pada permukaan biji kedelai (Rizal *et al.*, 2021).

Tekstur kapang juga disebabkan oleh miselia jamur yang menghubungkan biji-biji kedelai tersebut. Jamur yang tumbuh pada kedelai tersebut menghasilkan enzim-enzim yang mampu merombak senyawa organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga terjadi proses fermentasi kedelai oleh ragi tersebut (Novrini *et al.*, 2023).

Kapang tempe memiliki kemampuan untuk menghasilkan enzim protease, yang menguraikan protein menjadi peptida dan asam amino

bebas. Enzim amilase juga dapat menguraikan karbohidrat menjadi gula sederhana, dan enzim lipase dapat menguraikan lemak menjadi lipid dan asam lemak (Triandita & Putri, 2019).

Keunggulan tempe dibandingkan kedelai adalah memiliki daya cerna protein, karbohidrat dan lemak yang lebih baik, kandungan beberapa vitamin yang lebih tinggi, ketersediaan mineral yang baik serta adanya berbagai komponen bioaktif yang hanya ditemukan pada tempe, tidak terdapat pada kedelai (Kristiadi & Lunggani, 2022).

Di dalam tempe terdapat enzim superoksida dismutase yang memiliki kemampuan untuk mencegah kerusakan sel dan penuaan dalam tempe. Dalam sepotong tempe, ada banyak kandungan zat gizinya, seperti protein, lemak, hidrat arang, serat, vitamin, enzim, dan daidzein dan genestein. Selain itu, ada bahan antibakteri dan antioksidan yang berguna untuk pengobatan, seperti daidzein, fitosterol, asam fitat, asam fenolat, lesitin, dan inhibitor protease (Asbur & Khairunnisyah, 2021).

Makanan fermentasi ini dapat berfungsi sebagai makanan fungsional, seperti meningkatkan kadar hemoglobin pada penderita anemia atau sebagai makanan antidiabetes. Rumah Tempe Indonesia menggunakan laru produksi LIPI sebanyak 0,1 hingga 0,2% dari berat kedelai kering (Kristiadi & Lunggani, 2022).

Menurut Standar Nasional Indonesia 3144: 2015, tempe kedelai adalah produk makanan yang dihasilkan dari fermentasi biji kedelai oleh kapang tertentu, berbentuk padatan kompak, berbau khas, dan berwarna putih atau sedikit keabu-abuan (Putra Surbakti *et al.*, 2022).

Tabel 2. Kandungan Gizi Tempe Per 100 g

No	Kandungan gizi	Kacang Kedelai
1.	Kadar air	55.3
2	Energi	201
3	Protein	20.8
3	Lemak	8.8
4	Karbohidrat	13.5
5	Kalsium	155
6	Besi (mg)	4.0

Sumber : (Hasdiana, 2020).

2. Manfaat Tempe

Tempe memiliki manfaat untuk Kesehatan manusia yaitu meningkatkan kekebalan tubuh dan kinerja otak

- a. Mengobati diare dan mencegah penyakit pencernaan
- b. Menurunkan kadar kolestrol dan berat badan
- c. Menjaga kesehatan jantung
- d. Menghambat proses penuaan
- e. Mengurangi resiko kanker, anemia, asma, diabetes melitus, dan osteoporosis (Redi Aryanta, 2020).

3. Karakteristik Mutu Tempe

Tempe bermutu fisik ialah yang dihasilkan memiliki warna putih warna putih pada tempe disebabkan oleh miselia jamur yang tumbuh pada permukaan selama proses fermentasi Tempe yang dibungkus plastik memiliki warna putih secara merata pada setiap bagian. Sedangkan tempe yang dibungkus daun pisang memiliki warna putih, namun terdapat sedikit garis-garis hitam di beberapa bagian permukaan tempe, tepatnya disela-sela bagian yang terkena lipatan dan sambungan daun pisang. Garis hitam tersebut merupakan spora dari kapang *Rhizopus* yang diduga timbul akibat adanya perbedaan suplai oksigen yang masuk dalam kemasan daun pisang selama proses fermentasi berlangsung hitam tersebut merupakan spora dari kapang *Rhizopus* yang diduga timbul akibat adanya perbedaan suplai oksigen yang masuk dalam kemasan daun pisang selama proses fermentasi berlangsung (Redi Aryanta, 2020).

Selama inkubasi terjadi proses fermentasi yang menyebabkan perubahan komponen-komponen dalam biji kacang dengan syarat tempat yang dipergunakan untuk inkubasi kedelai adalah kelembaban, kebutuhan oksigen dan suhu yang sesuai dengan pertumbuhan jamur. Proses fermentasi yang dilakukan oleh jamur *Rhizopus sp* menghasilkan energi. Energi tersebut sebagian ada yang dilepaskan oleh jamur *Rhizopus sp* sebagai energi panas. Energi panas itulah yang menyebabkan perubahan suhu selama proses inkubasi tempe. Selain terjadi perubahan suhu, selama proses inkubasi tempe juga terjadi perubahan warna, dan munculnya titik-

titik air yang dapat diamati pada permukaan dalam plastik pembungkus tempe (Muhammad, 2022).

Perubahan warna ini menunjukkan adanya reaksi kimia pada proses inkubasi. Jamur *Rhizopus sp* tergolong makhluk hidup. Oleh karena itu ia juga melakukan respirasi. Respirasi merupakan reaksi kimia atau perubahan kimia. Salah satu zat yang dilepaskan dari peristiwa respirasi adalah gas karbondioksida dan uap air. Uap air itulah yang menyebabkan permukaan dalam plastik pembungkus tempe basah oleh titiktitik air. Sebuah reaksi kimia tidak selalu menunjukkan seluruh ciri reaksi tersebut. Banyak hal yang perlu dikaji dan dilakukan untuk inovasi teknologi pangan terkait produk tempe. Permasalahan yang utama tempe hanya dapat bertahan segar maksimal 48 jam, selebihnya tempe menuju over fermented. Beberapa bakteri yang tumbuh pada tempe akan bertambah dan menjadi penyebab cepatnya menuju over fermented (Muhammad, 2022).

Tabel 3. Standar Mutu Tempe

No.	Kriteria uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
1.1	Tekstur	-	kompak, jika diiris tetap utuh(tidak mudah rontok)
1.2	Warna	-	putih merata pada seluruh permukaan
1.3	Bau	-	bau khas tempe tanpa adanya bau amoniak
2	Kadar air	fraksi massa, %	maks. 65
3	Kadar lemak	fraksi massa, %	min. 7
4	Kadar protein (N x 5,71)	fraksi massa, %	min. 15
5	Kadar serat kasar	fraksi massa, %	maks. 2,5
6	Cemaran logam		
6.1	Kadmium (Cd)	mg/kg	maks. 0,2
6.2	Timbal (Pb)	mg/kg	maks. 0,25
6.3	Timah (Sn)	mg/kg	maks. 40
6.4	Merkuri (Hg)	mg/kg	maks. 0,03
7	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	maks. 0,25
8	Cemaran mikroba		
8.1	<i>Coliform</i>	APM/g	maks. 10
8.2	<i>Salmonella sp.</i>	-	negatif/25 g

Sumber : ([BSN], 2015)

4. Ragi pada Tempe

Pembuatan tempe melalui proses fermentasi membutuhkan ragi atau inokulum tempe. Ragi tempe merupakan kumpulan spora kapang yang berperan utama dalam pembuatan tempe karena dapat mempengaruhi mutu yang dihasilkan. Ragi tempe yang sering digunakan oleh masyarakat adalah yang berbentuk bubuk yaitu laru atau usar (biakan pada daun waru) atau berupa ragi instan, dan proses pembuatan tempe masih dilakukan secara tradisional (Mujiyanto, 2019).

Mikroba yang sering dijumpai pada laru tempe adalah kapang jenis *Rhizopus oligosporus*, atau kapang dari jenis *Rhizopus oryzae*. Sedangkan pada laru murni campuran selain kapang *Rhizopus oligosporus*,

dapat dijumpai pula *Klebsiella*, *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp., *Pediococcus* sp., *Streptococcus* sp., dan beberapa genus bakteri yang memproduksi vitamin B12 (Novrini *et al.*, 2023).

5. Perubahan Senyawa Antigizi

Makanan nabati juga mengandung beberapa senyawa nutrisi alami yang terbentuk sebagai produk samping metabolisme senyawa, atau disebut metabolit sekunder. Senyawa anti nutrisi ini dapat menurunkan nilai gizi produk. Hal ini juga dapat menghambat pencernaan dan penyerapan nutrisi penting seperti protein dan berbagai vitamin dan mineral dalam tubuh.

Pengolahan tempe kedelai meliputi pengolahan khususnya fermentasi yang membantu menurunkan senyawa antinutrien tersebut. Senyawa anti nutrisi dalam jumlah kecil ternyata dapat memberikan efek positif bagi kesehatan, seperti mencegah kanker dan menurunkan kadar gula darah (Jayanti, 2019).

a. Antitripsin

Antitripsin atau inhibitor trypsin merupakan senyawa protein dengan berat molekul relatif rendah yang dapat menghambat aktivitas proteolitik atau degradasi protein oleh enzim trypsin. Oleh karena itu, antitripsin tergolong senyawa antinutrisi karena dapat menghambat pencernaan dan metabolisme protein.

Antitripsin dalam kedelai menghambat kerja trypsin, yang menghidrolisis protein kedelai menjadi asam amino, dan dapat menghambat pertumbuhan. Penurunan antitripsin terjadi karena denaturasi protein selama pemasakan dan perebusan, sehingga antitripsin menjadi tidak aktif. Antitripsin dapat membantu mengurangi risiko kanker dalam dosis kecil, karena dapat menghambat invasi dan metastasis sel kanker (Astawan, 2020).

b. Fitat

Kandungan fitat pada kedelai mentah sangat tinggi yaitu 615 mg/100 gram. Merendam dan memasak kedelai mengurangi kandungan fitat menjadi sekitar 450 mg/100 gram. Fitat dalam jumlah kecil dapat

menurunkan kadar gula darah dalam tubuh (Astawan, 2020).

c. Oksalat

Beberapa oksalat tidak dapat dilarutkan, seperti: B. Kalsium oksalat. Selain mengganggu penyerapan mineral dalam tubuh, kalsium oksalat yang dihasilkan lama kelamaan dapat mengendap dalam jumlah yang semakin banyak dan membentuk kristal yang dapat berkontribusi pada pembentukan batu ginjal. Kadar oksalat yang rendah berperan dalam pencegahan kanker (Astawan, 2020).

d. Tanin

Tanin merupakan senyawa polifenol yang dapat menghasilkan rasa pahit dan dianggap sebagai senyawa antigizi. Tanin dapat mengikat beberapa mineral terutama zat besi sehingga penyerapannya dalam tubuh menjadi tidak optimal. Selain itu dapat mengikat protein membentuk kompleks tannin protein yang tidak dapat larut sehingga pencernaan protein tidak optimal.

Pada kedelai, tanin paling banyak terdapat pada bagian kulit maka pengupasan kulit kedelai untuk menghilangkan sebagian besar tanin. Tanin dalam jumlah yang rendah bermanfaat bagi kesehatan diantaranya untuk menurunkan kadar glukosa darah dan kadar trigliserida, memperbaiki hormone insulin, serta menurunkan risiko kanker (Astawan, 2020).

e. Oligosakarida

Adalah senyawa karbohidrat rantai pendek karena hanya disusun oleh 3-9 monosakarida. Senyawa oligosakarida terdiri dari rafinosa, stakiosa dan verbaskosa. Oligosakarida merupakan senyawa alami yang banyak ditemukan pada kacang-kacangan termasuk kedelai.

Namun rafinosa dan stakiosa termasuk *Raffinose Family of Oligosaccharides* (RFOs) yang dapat dikategorikan sebagai zat antigizi. (RFOs) menghasilkan berbagai gas seperti metana dan hidrogen di dalam tubuh. Hal ini yang menyebabkan flatulensi atau penumpukan gas di lambung.

Jumlah oligosakarida pada kedelai mentah cukup tinggi dibandingkan dengan kacang lainnya yaitu stakiosa 3,41% hingga 4,13% dan rafinosa

0,75% hingga 1,22%. Penurunan kadar oligosakarida disebabkan oleh fermentasi kedelai yang mampu memecah oligosakarida. Hasilnya berupa senyawa monosakarida seperti galaktosa, glukosa, dan fruktosa. Perendaman dapat menurunkan kadar oligosakarida baik rafinosa dan stakiosa sekitar 20% (Astawan, 2020).

f. Lektin dan Hemaglutinin

Hemaglutinin digolongkan sebagai antigizi karena dapat mengaglutinasi atau menggumpalkan sel sel darah merah sehingga tidak mampu mengikat oksigen. Beberapa produk kedelai kering non fermentasi masih mengandung sejumlah lektin yang aktif atau toksik yang dapat menimbulkan alergi pada tubuh manusia.

Proses pemasakan dan fermentasi kedelai dapat menginaktivasi hemaglutinin dan menurunkan kadar lektin sampai tersisa sedikit sehingga berguna untuk menjaga imunitas tubuh (Astawan, 2020).

6. Pertumbuhan kapang

Kapang adalah fungi multiseluler yang mempunyai filamen dan dapat dilihat pertumbuhannya pada substrat karena tampilannya yang berserabut seperti kapas. Pertumbuhan awalnya berwarna putih, tetapi setelah spora muncul, akan muncul berbagai warna, tergantung pada jenis kapang (Putra Surbakti *et al.*, 2022).

Karena umumnya kapang membentuk benang-benang halus, koloni kapang mudah dibedakan dari koloni khamir atau bakteri karena mereka berbentuk bulatan kental dengan permukaan yang biasanya licin, redup, atau kasar. Miselium, yang terdiri dari kumpulan hifa yang bercabang-cabang membentuk suatu jala yang umumnya berwarna putih, adalah bagian tubuh kapang yang menonjol. Hifa berisi protoplasma, dan dinding yang kuat mengelilinginya (Putra Surbakti *et al.*, 2022).

7. Prosedur Standar Resep Pembuatan Tempe Tradisional

- 1) Bersihkan kedelai dari benda asing seperti batu, kemudian cuci dengan air bersih.
- 2) Letakkan dalam panci, tuangkan air mendidih sampai biji kedelai terendam dalam air selama 12 jam.

- 3) Cuci kembali dengan air dingin dan aduk-aduk dengan tangan sampai semua kulit kedelai terkelupas dan bijinya terbelah
- 4) Buang kulit yang terkelupas
- 5) Kedelai yang sudah bersih dikukus selama 30 menit sampai terlihat empuk kemudian tebarkan dalam tampah yang bersih dan kering.
- 6) Tambahkan tepung tapioka 1 sendok makan untuk 1 kg kedelai dan aduk sampai rata
- 7) Kipas sampai suhu kamar sekitar 30°C
- 8) Taburkan ragi tempe sesuai kebutuhan
- 9) Kemudian kemas dengan pembungkus, simpan dan susun posisinya pada permukaan dasar
- 10) Lalu inkubasi pada suhu kamar selama 2 -3 kali 24 jam

Sumber : (Alvina *et al.*, 2019).

8. Prosedur Pembuatan Tempe Andaliman

- 1) Kacang kedelai ditimbang sebanyak 100 gram
- 2) Kemudian disortasi dan dicuci
- 3) Direndam menggunakan air panas selama 24 jam
- 4) Dikupas kulitnya dan cuci kembali selama 24 jam
- 5) Kacang kedelai dimasukkan setelah air mendidih 20 menit
- 6) Ditiriskan dan dinginkan selama 35 menit
- 7) Setelah kedelai dingin dan kering, berikan ragi yang telah diayak sebanyak 0,2 gram
- 8) Kemudian aduk hingga homogen
- 9) Campurkan serbuk andaliman sebanyak 2 gram sebagai pengikat serbuk andaliman
- 10) Masukkan kedalam plastik yang sudah dilubangi dengan pisau
- 11) Kemudian fermentasi selama 36-48 jam dengan suhu ruang.

Sumber : margareth, (2024).

C. Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*)

1. Definisi Andaliman

Sumatera Utara adalah salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki keanekaragaman hayati yang unik dan beberapa tambahan makanan dari beberapa kelompok etnis yang tinggal di sana. Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium*) merupakan salah satu anggota *famili Rutaceae* yang hidup secara liar di Provinsi Sumatera Utara. Tumbuhan semak ini dapat tumbuh setinggi 5 meter. Batangnya berkayu dan bercabang yang keduanya berduri (Ompusunggu & Irawati, 2021). Ini salah satu jenis rempah yang hingga saat ini masih digunakan sebagai komoditas utama. Bentuknya serupa dengan lada (merica) bulat kecil berwarna hijau, tetapi setelah kering, agak kehitaman. Setelah digigit, ada bau minyak atsiri yang wangi dan rasa getir yang khas, yang menyebabkan produksi air liur meningkat (Radiati, 2019).

Hampir semua masyarakat batak seperti Kabupaten Simalungun, Pulau Toba Samosir, Tapanuli Utara, Dairi dan daerah Sumatera Utara tidak hanya mengolah sambal dari cabai atau tomat akan tetapi dari rempah-rempah seperti andaliman. Andaliman memberikan efek sensasi rasa yang sangat gurih dan enak ketika dicampurkan dalam masakan. Selain itu, karena memiliki senyawa trigeminal aktif, memiliki aktivitas antioksidan dan antimikroba yang tinggi (Naibaho et al., 2020).



Gambar 3. Andaliman

2. Keunggulan dan Kandungan Gizi Andaliman

Keanekaragaman Keunggulan andaliman sebagai rempah fungsional yang diketahui rempah dan ekstrak tanaman mengandung satu atau lebih komponen antimikrob memiliki aktivitas antimikroba yang dapat

menghambat mikroba sehingga dapat digunakan sebagai pengawet alami. buah Andaliman mengandung komponen aktif yang berfungsi sebagai senyawa antimikroba, seperti alkaloid, flavonoid, dan terpenoid. Flavonoid dan terpenoid memiliki sifat antibiotik terhadap bakteri gram positif dan negative Jenis bakteri gram positif andaliman yaitu *B.Cereus*, *B.sterothermophillus*, *S.aureus* sedangkan bakteri gram negatif yaitu *S.typhimurium*, *Pseudomonas auruginosa* dan *Vibrio cholera* (Lamria, 2020).

Temuan menunjukkan bahwa flavonoid dalam ekstrak andaliman dapat menghentikan perkembangan bakteri *Staphylococcus aureus*. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa flavonoid bersifat polar, yang membuatnya lebih mudah menembus lapisan peptide glikan mikroba yang juga bersifat polar daripada lapisan lipid nonpolar. Selain itu, dinding sel *Staphylococcus aureus* mengandung polisakarida, juga dikenal sebagai asam terikoat, yang merupakan polimer yang larut dalam air yang berfungsi sebagai transfor ion positif untuk keluar masuk transparansi membran sel dan menghentikan enzim seperti ATPase untuk terikat dan fosfatase (Muzafri, 2019).

Tabel 4. Kandungan Gizi Rempah Andaliman Per 100 g

No	Zat Gizi	Jumlah
1.	Kalori (kkal)	99
2.	Protein (gr)	4,6
3.	Lemak (gr)	1
4.	Karbohidrat (gr)	18
5.	Kalsium (mg)	383
6.	Fosfor (mg)	107
7.	Zat besi (mg)	2,9
8.	Vitamin A	0,1
9.	Vitamin B1 (mg)	3
10.	Vitamin C (mg)	14,7

Sumber : (TKPI, 2017).

Kandungan alkaloid, flavonoid, terpenoid, tannin, dan saponin dalam ekstrak buah andaliman dapat menghambat pertumbuhan jamur. Sebagai antijamur, flavonoid, tanin, dan saponin dapat membentuk kompleks dengan protein dan merusak membran sel, dengan cara mendenaturasi ikatan protein pada membran sel, menyebabkan membran sel menjadi lisis dan senyawa tersebut menembus kedalam inti sel, menghentikan

perkembangan jamur Tanin memiliki aktivitas antijamur yaitu dengan menghentikan sintesis kitin, yang bertanggung jawab untuk membentuk dinding sel jamur, dan merusak membrane sel. Akibatnya, sintesis kitin menjadi terhambat, sehingga pertumbuhan jamur juga terhambat (Wijaya & Napitupulu, 2020).

3. *Blanching* pada Andaliman

Blanching adalah proses pemanasan dengan waktu yang singkat. Suatu proses pemanasan yang diberikan terhadap suatu bahan yang bertujuan untuk menginaktivasi enzim, melunakkan jaringan dan mengurangi kontaminasi mikroorganisme yang merugikan. Namun pada proses blanching dapat menaikkan atau menurunkan aktivitas antioksidan dalam suatu sayuran atau bahan lainnya (Oktaviani *et al.*, 2023).

Proses *blanching* akan menghasilkan warna yang tajam dan juga dapat menghilangkan bau yang tidak diinginkan dan membantu memperpanjang umur penyimpanan bahan pangan dalam wadah tertutup, mempertahankan nutrisi, dan mempertahankan kualitas yang ada dalam bahan. Pemanasan pada suhu tertentu seperti blansir menjadi alternatif untuk mengurangi nutrisi, sifat fisik, dan sifat sensori produk kering. Pemanasan yang dapat digunakan untuk blansir adalah dengan suhu 60-75°C dalam waktu kurang dari 10 menit. Sebelum dikeringkan, dibekukan, atau dikalengkan, bahan pangan sering diblansir (Zendy Violita Rukmana & Ida Agustini Saidi, 2021). Waktu blansir dilakukan selama 3 menit (Triharto *et al.*, 2024)

Metode *blanching* yang sering digunakan antara lain adalah *Hot water* air panas dengan cara di rebus, *steam blanching* atau uap dengan cara di kukus, perbedaan utama antara kedua metode ini terletak pada media panas yang bersentuhan langsung dengan bahan pangan (Yorkuran, 2020).

Dalam metode ini, bahan bersentuhan langsung dengan air panas, sehingga bahan kehilangan banyak zat yang larut dalam air. Suhu yang digunakan adalah sekitar 75 - 100 °C menggunakan air panas karena kehilangan zat yang bersifat larut dalam air lebih sedikit. Tekanan uap yang digunakan pada tekanan yang lebih rendah. Proses blanching yang lama

akan menyebabkan produk menjadi matang, kehilangan flavor, warna dan nutrisi penting yang terkandung di dalamnya ini sebagai membantu mempertahankan nutrisi dengan prinsip pemanasan (Mandliya *et al.*, 2023).

4. Pengeringan Andaliman

Andaliman disortir terlebih dahulu untuk mendapatkan yang masih segar atau matang, dan yang terlalu tua atau busuk dibuang. Andaliman ini juga harus dipecah menjadi bagian kecil. Cabang kecil yang digunakan sebagai pengikat harus dilepas. Kadar air awal andaliman adalah sekitar 70%, dan berat bersih yang diperoleh adalah sekitar 60%. Pengering yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Cabinet dryer* (Simanjuntak & Widyawati, 2020).

Udara panas yang digunakan untuk mengeringkan andaliman pada suhu 40, 45, dan 50°C, dengan massa sampel 100 gram setiap percobaan. Udara kering akan menguapkan kandungan air dalam buah andaliman. Pada percobaan, *cabinet dryer* dihidupkan terlebih dahulu. Sampel dituangkan ke dalam wadah setelah aliran udarastabil Untuk mempercepat pengeringan, suhu awal proses tidak boleh melebihi 40°C. Setelah bahan agak kering, suhu berangsur-angsur dinaikkan sampai mencapai suhu ideal antara 70°C dan 80°C (Simanjuntak & Widyawati, 2020).

5. Prosedur Pembuatan Tepung Andaliman

- 1) Cuci andaliman menggunakan air mengalir
- 2) Andaliman dikeringkan sampai kadar air 12%
- 3) Di blender sampai berbentuk tepung
- 4) Kemudian diayak menggunakan ayakan 60 mesh
- 5) Jadilah tepung andaliman (sumbernya mana) (Tampubolon, 2022).

D. Mutu Fisik

Pengamatan uji mutu fisik dilakukan dengan uji organoleptik yaitu uji yang didasarkan pada proses penginderaan. Penginderaan diartikan sebagai suatu proses fisiopsikologis, yaitu kesadaran atau pengenalan alat indra akan sifat-sifat benda karena adanya rangsangan yang diterima alat indra yang berasal dari benda tersebut. Panelis dimintakan tanggapan pribadinya

tentang kesukaan atau sebaliknya (ketidak sukaan). Tingkat kesukaan ini disebut skala hedonik seperti: amat sangat suka, sangat suka, suka, kurang suka dan tidak suka.

Sifat fisik tempe kedelai dilakukan dengan menggunakan panca indera. Adapun syarat mutu fisik tempe menurut SNI 3144:2015 yaitu

1. Warna

Warna putih pada tempe seluruh permukaan harus merata. Warna putih pada tempe disebabkan oleh *Miselium R.Oligosporus* jamur yang tumbuh pada permukaan biji kedelai selama proses fermentasi. Miselium tersusun atas hifa yang mempunyai dinding sel yang tersusun oleh lapisan ganda fosfolipid, glikoprotein, senyawa melanin dan kitin sehingga komposisi susunan dinding sel hifa mengakibatkan timbulnya warna putih pada tempe.

2. Tekstur

Tekstur pada tempe harus kompak, jika diiris tetap utuh (tidak mudah rontok). Tekstur tempe juga mempunyai nilai tekstur lebih rendah atau lebih lunak karena perubahan mikrostruktur matrik pada tempe. Proses terjadinya pelunakan tempe disebabkan oleh hilangnya kemampuan miselium kapang dalam membentuk matriks tempe akibat tekanan CO_2 .

3. Aroma

Identifikasi senyawa aroma menunjukkan bahwa terdapat senyawa aroma yang terekstraksi dan terdapat senyawa aroma bentkan bau oleh perlakuan CO_2 tekanan tinggi. Senyawa bentukan baru dihasilkan dari degradasi protein, lemak, dan karbohidrat tempe oleh CO_2 tekanan tinggi menghasilkan asam amino bebas, asam lemak bebas, dan asam karboksilat yang menghasilkan aroma., Aroma pada tempe bau khas tempe tanpa adanya bau amoniak (Kustyawati *et al.*, 2014).

4. Rasa

Rasa adalah faktor yang cukup penting dari suatu produk makanan. Perbedaan penilaian panelis terhadap rasa dapat diartikan sebagai penerimaan terhadap flavour atau cita rasa yang dihasilkan oleh kombinasi bahan yang digunakan.

E. Analisis Zat Gizi

1. Kadar air

Kadar air adalah salah satu metode uji laboratorium kimia yang sangat penting dalam industri pangan untuk menentukan kualitas dan ketahanan pangan terhadap kerusakan yang mungkin terjadi. Oleh karena itu, analisis kadar air dari suatu makanan itu sangat penting. Berikut inilah cara menganalisis kadungan kadar air (Salim, 2017) yaitu :

- a) Cawan porselen dan tutupnya dikeringkan dalam oven selama 20 menit, kemudian didinginkan dalam desikator selama 10 menit kemudian ditimbang.
- b) Timbang 2 gram sampel dalam cawan tersebut. (W1)
- c) Tempatkan cawan beserta isi dan tutupnya didalam oven selama 6 jam
- d) Angkat cawan beserta isi dan didinginkan dalam desikator kemudian timbang. (W2)
- e) Keringkan kembali dalam oven sampai diperoleh bobot tepat
- f) Setelah itu hitung dengan menggunakan persamaan :

$$\% \text{ Kadar air} = \frac{W2}{W1} \times 100\%$$

Dimana :

W1 : Bobot sebelum dikeringkan, dalam g

W2 : Kehilangan bobok setelah dikeringkan, dalam g

2. Protein

Analisis protein menggunakan metode titrimetric (Dhanti *et al.*, n.d.) :

- a) Timbang porsi uji kedalam kertas minyak atau perahu timbang untuk sampel air dan limah pipet sebanyak 25ml
- b) Lakukan destruksi
- c) Pasang tabung kjeldahl 300 ml yang berisi sample hasil destruksi pada alat *distillation unit*
- d) Tambahkan akuades dan larutan NaOH secara berlebihan (penambahan menggunakan alat *distillation unit*)
- e) Pasang erlenmeyer 250 ml yang berisi larutan H₃BO₃ sebagai tampungan pada alat *distillation unit*
- f) Destilasi hingga volume destilat mencapai minimal 3x volume

penampungan awal

- g) Titrasi destilasi dengan HCl terstandar hingga titik akhir tercapai
- h) Lakukan pengerjaan blangko
- i) Hitung interpretasi hasil kadar protein :

$$Kadar\ Protein = \frac{(V_p - V_b) \times N \times 1.4007 \times Fk}{W_{spl}\ \text{atau}\ V_{spl}}$$

Dimana :

V_p : Volume HCL yang diperlakukan untuk titrasi sampel (ml)

V_b : Volume HCL yang diperlakukan untuk titrasi

N : Normalitas larutan HCL (N)

Fk : Faktor konversi protein

W_{spl} : Bobot penimbangan porsi uji (g)

V_{spl} : Volume pemipetan porsi uji (ml)

3. Lemak

Analisis kadar lemak menggunakan metode gravimetri sebagai berikut menurut (Dhanti *et al.*, n.d.) yaitu :

- a) Timbang seksama 2 g sample, masukkan ke dalam selongsong (tabung) kertas yang dialasi dengan kapas
- b) Sumbat selongsong kertas berisi kapas, kapas keringkan dalam oven pada suhu tidak lebih dari 80 °C selama lebih kurang satu jam, kemudian masukkan ke dalam alat soxhlet yang telah dengan labu lemak berisi batu didih yang telah dikeringkan dan telah diketahui bobotnya
- c) Ekstrak dengan heksana selama lebih kurang 6 jam
- d) Sulingkan heksana dan keringkan ekstrak lemak dalam oven pengering pada suhu 105 °C
- e) Dinginkan dan timbang
- f) Kemudia hhitung dengan menggunakan rumus :

$$\% \text{ Lemak} = \frac{W - W_1}{W_2} \times 100\%$$

Dengan :

W : Bobot berat awal sampel, dalam g;

W₁ : Bobot lemak sebelum ekstraksi, dalam g;

W₂ : Bobot lemak sesudah ekstraksi, dalam g

4. Kalsium

Analisis kadar kalsium menggunakan dengan metode 18-13-1/MU (ICP-OES) Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy sebagai berikut inilah prosedur menurut (Fadila, 2019). Prosedur preparasi sampel yaitu :

- a) ambil sampel tempe mentah 5 g. Buang daun pembungkus, homogenkan dengan blender.
- b) Timbang $\pm 0,85$ g basah, Masukkan sampel ke vessel. destruksi dalam *microwave digester* Tambahkan 7 mL HNO_3 + 1 mL H_2O_2 . Jalankan program: ramp ke 180 °C (10–12 min) → tahan 10–15 min.
- c) Dinginkan (< 50 °C), buka di fume hood. Pindahkan larutan ke labu ukur 50 mL, bilas vessel 2–3× dengan DI water, gabungkan, dan encer ke tanda batas ($V_{\text{final}} = 50,00$ mL).
- d) Siapkan standar Ca (0,1–10 mg/L) dalam 2% HNO_3 . Jalankan kurva kalibrasi ($R^2 \geq 0,998$).
- e) Analisis sampel, blanko, duplikat, spike/CRM. Baca 3 kali per sampel, ambil rata-rata.

$$Ca = \frac{C(\text{mg}) \times F(\text{L})}{W(\text{g})} \times 1000$$

Ket:

C = hasil ICP (mg/L, setelah koreksi blanko)

V = volume akhir digestat (L), mis. 0,05000 L

W = berat sampel basah yang ditimbang (g)

5. Zat besi

Analisis zat besi menggunakan metode Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy (ICP-OES) menurut (Fadila, 2019) yaitu :

- a) Buat deret standar campuran mineral minimal 6 titik konsentrasi
- b) Timbang porsi uji ke dalam vessel
- c) Tambahkan ammonium tiosianat (NH_4SCN) diamkan selama 15 menit
- d) Tutup vessel, destruksi dalam *microwave digester*
- e) Pindahkan hasil destruksi kedalam labu ukur 50 ml

- f) Tambahkan larutan internal standar yttrium
- g) Encerkan dengan akuabides sampai tanda tera, homogenkan kemudian saring larutan
- h) Ukur intensitas larutan uji dalam sistem ICP-OES dengan panjang gelombang tertentu
- i) Interpretasi hasil dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Kadar Mineral} = \frac{\frac{A_{\text{spl}} - a}{b} \times V \times f_p}{W_{\text{spl}} \text{ atau } V_{\text{spl}}}$$

Dengan :

Aspl : Intensitas sampel

a : Intercept dari kurva kalibrasi standar

b : Slope dari kurva kalibrasi standar

f_p : Faktor pengenceran

V : Volume akhir larutan uji (ml)

W_{spl} : Bobot penimbangan porsi uji (g)

V_{spl} : Volume pemipetan porsi uji

F. Jenis-Jenis Panelis

Menurut (Safitry et al., 2021) panelis merupakan anggota panel atau orang yang terlibat dalam penilaian organoleptik dari berbagai kesan subjektif produk yang disajikan. Panelis yang digunakan dalam kegiatan ini yaitu panelis tidak terlatih, dengan banyak panelis yaitu 15 orang. Panelis merupakan instrument atau alat untuk menilai mutu dan analisa sifat-sifat sensorik suatu produk.

Dalam pengujian organoleptik dikenal beberapa macam panel. Penggunaan panel-panel ini berbeda tergantung dari tujuan pengujian tersebut. Ada 6 jenis panel yang biasa digunakan, yaitu :

1. Panel perseorang

Panel perseorangan adalah orang yang sangat ahli dengan kepekaan spesifik yang sangat tinggi yang diperoleh karena bakat atau Latihan-latihan yang sangat intensif. Panel perseorangan sangat mengenal sifat, peranan

dan cara pengolahan bahan yang akan dinilai dan menguasai metode-metode analisis organoleptik dengan sangat baik. Keuntungan menggunakan panelis ini adalah kepekaan tinggi, bias dapat dihindari, penilaian efisien dan tidak cepat fatik. Panel perseorangan biasanya digunakan untuk mendeteksi jangan yang tidak terlalu banyak dan mengenali penyebabnya. Keputusan sepenuhnya ada pada seorang.

2. Panel terbatas

Panel terbatas terdiri dari 3 – 5 orang yang mempunyai kepekaan tinggi sehingga bias lebih dihindari. Panelis ini mengenal dengan baik faktor-faktor dalam penilaian organoleptik dan mengetahui cara pengolahan dan pengaruh bahan baku terhadap hasil akhir. Keputusan diambil diantara anggota-anggotanya.

3. Panel terlatih

Panel terlatih terdiri dari 15 – 25 orang yang mempunyai kepekaan cukup baik. Untuk menjadi terlatih perlu didahului dengan seleksi dan Latihan-latihan. Panelis ini dapat menilai beberapa ransangan sehingga tidak terlampaui spesifik. Keputusan diambil setelah data dianalisis secara bersama.

4. Panel agak terlatih

Panel agak terlatih terdiri dari 15 – 25 orang yang sebelumnya dilatih untuk mengetahui sifat-sifat tertentu. Panel agak terlatih dapat dipilih dari kalangan terbatas dengan menguji datanya terlebih dahulu. Sedangkan data yang sangat menyimpang boleh tidak digunakan dalam keputusannya.

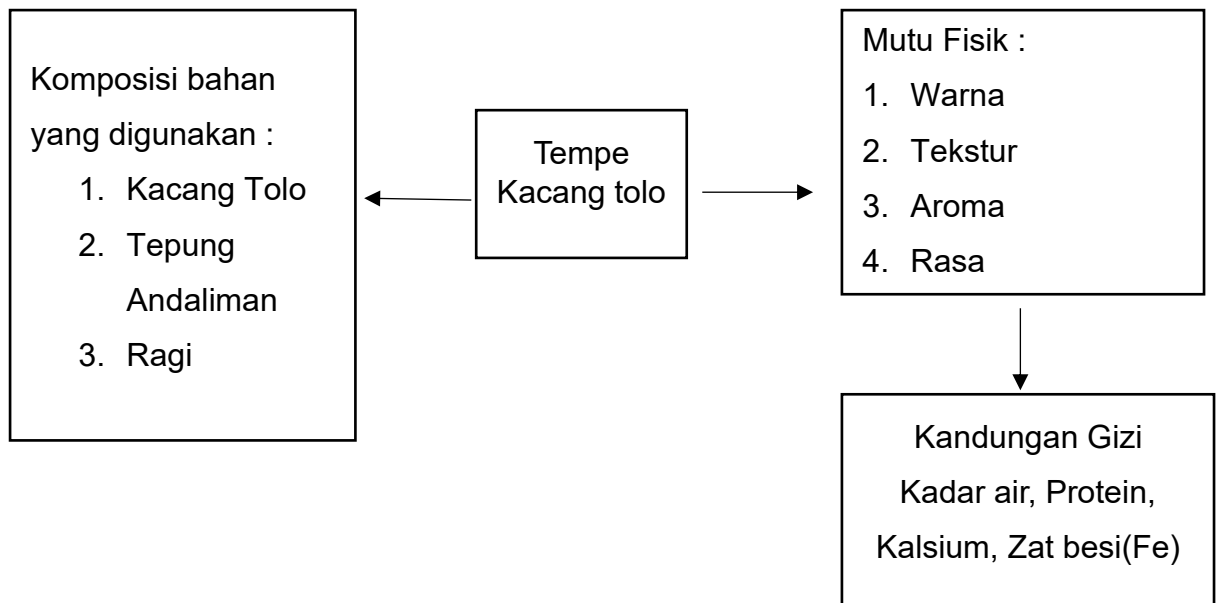
5. Panel tidak terlatih

Panel tidak terlatih dalam pemilihan anggotanya lebih mengutamakan segi sosial, misalnya latar belakang Pendidikan, asal daerah, dan kelas ekonomi dalam masyarakat. Panel tidak terlatih digunakan untuk menguji kesukaan (*preference test*).

6. Panel konsumen

Panel konsumen terdiri dari 30 – 100 orang yang tergantung pada target pemasaran komoditi. Panel ini mempunyai sifat yang sangat umum dan dapat ditentukan berdasarkan perorangan atau kelompok tertentu.

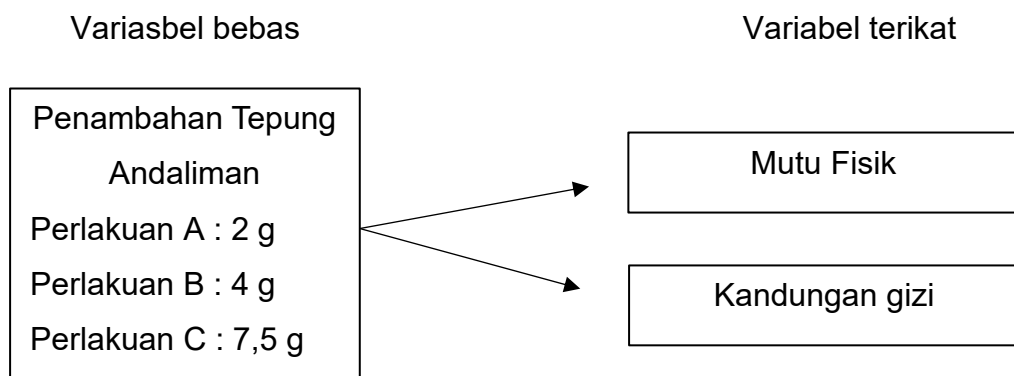
G. Kerangka Teori



Gambar 4. Kerangka Teori

Sumber : (Modifikasi dari Redi Aryanta, 2020)

H. Kerangka Konsep



Gambar 5. Kerangka Konsep

I. Defenisi Operasional

Tabel 5. Defenisi Operasional

No	Variabel	Definisi	Skala
1	Variasi penambahan tepung andaliman	Jumlah tepung andaliman yang digunakan dalam pembuatan tempe kacang tolo andaliman yaitu : a. Penambahan tepung andaliman 2 gr dan kacang tolo 100 gr b. Penambahan tepung andaliman 4 gr dan kacang tolo 100 gr c. Penambahan tepung kacang tolo 7,5 gr dan kacang tolo 100 gr	Ordinal
2	Mutu fisik tempe kacang tolo	Nilai yang ditentukan berdasarkan kriteria fisik tempe. Tampilan fisik tempe ditentukan dengan mengamati ciri-ciri tempe 1. Warna : putih merata pada seluruh permukaan 2. Tekstur : kompak, jika diiris tetap utuh (tidak mudah rontok) 3. Aroma : bau khas tempe tanpa adanya bau amoniak Tingkat kesukaan panelis terhadap tempe andaliman meliputi (warna, tekstur, rasa, aroma) yang ditentukan dengan uji organoleptik berdasarkan 5 skala, yaitu : 1. Tidak suka 2. Kurang suka 3. Suka 4. Sangat suka 5. Amat suka	Ordinal
3	Kandungan gizi	Ukuran atau nilai nutrisi yang diperoleh dari pangan atau makanan untuk mengukur kandungan gizi pada tempe kacang tolo andaliman menggunakan ordinal seperti mengukur : 1. Kadar air 2. Protein 3. Lemak 4. Kalsium 5. Zat besi (Fe)	Rasio

J. Hipotesis

Ho : Tidak ada pengaruh variasi penambahan tepung andaliman terhadap mutu fisik dan kandungan gizi tempe kacang tolo

Ha : Ada pengaruh variasi penambahan tepung andaliman terhadap mutu fisik dan kandungan gizi tempe kacang tolo