

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Tempe

Tempe merupakan salah satu makanan tradisional Indonesia yang sudah dikenal secara global. Beberapa Negara seperti Amerika, Jepang, dan Mesir telah memproduksi dan mengonsumsi tempe sebagai bahan makanan. Tempe terbuat dari berbagai varietas dan warna kacang kedelai yang mengalami fermentasi oleh jamur. Makanan ini banyak diminati oleh masyarakat sebagai lauk-pauk atau cemilan. Rasanya khas dan lezat, dan menjadi sumber protein dalam makanan harian (Nurrahman, 2015).

Fermentasi adalah perubahan kimia dalam bahan makanan yang disebabkan oleh enzim dari kedelai yang mengandung enzim lipoksidase. Bahan pangan umumnya merupakan medium yang baik untuk pertumbuhan berbagai jenis mikroorganisme (Buckle, *et al.*, 2007). Proses fermentasi pembuatan tempe memakan waktu 36 – 48 jam. Hal ini ditandai dengan pertumbuhan kapang yang hampir tetap dan tekstur yang lebih kompak. Jika proses fermentasi terlalu lama, menyebabkan terjadinya kenaikan jumlah bakteri, jumlah asam lemak bebas, pertumbuhan jamur juga menurun dan menyebabkan degradasi protein lanjut sehingga terbentuk amoniak. Akibatnya, tempe yang dihasilkan mengalami proses pembusukan dan aromanya menjadi tidak enak. Hal ini terjadi karena senyawa yang dipecah dalam proses fermentasi adalah karbohidrat (Winarno, 2004).

Pada tempe terdapat enzim-enzim pencernaan yang dihasilkan oleh kapang tempe, sehingga protein, lemak dan karbohidrat menjadi lebih mudah dicerna. Kapang yang tumbuh pada tempe mampu menghasilkan enzim protease untuk menguraikan protein jadi peptida dan asam amino bebas (Astawan, 2008). Tempe kedelai sebagai salah satu alternatif olahan pangan berbahan baku kacang kedelai kuning.

Kedelai kuning impor banyak digunakan sebagai bahan baku tempe. Sebenarnya varietas kedelai unggul yang ditanam di Indonesia juga dapat digunakan untuk pembuatan tempe, tetapi masyarakat lebih banyak

menggunakannya untuk pembuatan tahu. Pada kedelai hitam dapat dilihat dari potensi zat gizi dan produksi tidak jauh dari kedelai kuning. Tempe memiliki nilai gizi yang tinggi. Tempe dapat diperhitungkan sebagai sumber makanan yang baik gizinya karena memiliki kandungan protein, karbohidrat, asam lemak esensial, vitamin, dan mineral. Nutrisi utama yang akan dimanfaatkan dari tempe adalah kandungan protein (Anggraini, 2007).

Proses fermentasi yang terjadi dua kali pada pembuatan tempe. Proses fermentasi awal terjadi pada saat perendaman kedelai dalam air. Pada proses ini tumbuh bakteri pembentuk asam-asam organik seperti asam laktat dan asam asetat, antara lain bakteri dari kelompok *Enterobacillus*, sehingga terjadi pengasaman hingga pH mencapai 4,5-5,3. Kondisi ini memungkinkan terjadinya proses fermentasi utama yang dilakukan oleh jamur *Rhizopus sp*, terutama oleh jamur *Rhizopus oligosporus* (Pawiroharsono, 1996).

Bentuk dari tempe berupa padatan yang tersusun oleh kacang kedelai yang dibungkus oleh miselia berwarna putih yang merupakan hifa dari jamur spesies *Rhizopus*. Aktivitas fisiologis pada jamur pada proses fermentasi tempe dimulai sejak diinokulasikannya inokulum pada kedelai yang telah siap difermentasi. Spora jamur tersebut mulai tumbuh dengan membentuk benang-benang hifa yang tumbuh makin memanjang, membalut dan menembus biji kotiledon kedelai. Benang-benang tersebut semakin padat, membentuk tempe yang kompak, putih dan dengan aroma khas tempe. Jamur berperan penting dengan menghasilkan enzim-enzim yang menghidrolisis komponen kedelai dan berkontribusi membentuk tekstur, aroma dan falvor yang dikehendaki (Nurrahman, *et al.*, 2012).

Syarat mutu tempe yang digunakan yaitu syarat mutu yang berlaku secara umum di Indonesia berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 3144-2015), seperti tercantum pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Syarat mutu tempe menurut SNI 3144-2015

Parameter	Syarat Mutu
Bau, warna, rasa	Normal (Khas Tempe)
Kadar air, b/b	Maks. 6,5%
Kadar abu, b/b	Maks. 1,5%
Kadar protein (N x 6,25), b/b	Min. 16%
Kadar lemak, b/b	Min. 10%
Serat kasar, b/b	Maks. 2,5%
Cemaran mikroba :	
Escherichia Coli	Maksimum 10%
Salmonella	Maks. Negatif (Per 25 g)
Cemaran Logam :	
Cadmium	Maks. 0,2 mg/kg
Timbal (Pb)	Maks. 2 mg/kg
Timah (Sn)	Maks. 40 mg/kg
Merkuri (Hg)	Maks. 0,30 mg/kg
Cemaran Arsen	Maks. 0,25 mg/kg

Sumber : Badan Standarisasi Nasional (2015).

Tabel 2. Komposisi kimia dalam 100 gr Tempe Kedelai

Komposisi	Jumlah
Kalori (Kal)	201
Air (gr)	55,3
Protein Kasar (gr)	20,8
Lemak (gr)	8,8
Vitamin A (SI)	50
Karbohidrat (gr)	12,7
Kalsium (mg)	155
Fosfor (mg)	326
Vitamin B1 (mg)	0,17
Besi (mg)	4,0

Sumber : Tabel komposisi pangan indonesia (2017)

B. Tempe dan Kesehatan

Tempe adalah salah satu produk pangan Indonesia yang proses pembuatannya dengan cara memfermentasi kacang kedelai oleh kapang *Rhizopus Oligosporus*. Dimana pada proses fermentasi akan terjadi hidrolisis senyawa-senyawa kompleks sederhana, sehingga baik untuk dicerna. Tempe merupakan makanan yang kaya akan serat pangan, kalsium, vitamin B, dan zat besi (Cahyadi, 2007). Tempe selain sebagai alternatifife untuk mencukupi kebutuhan protein, juga memiliki sifat fungsional seperti antibiotika untuk menyembuhkan infeksi, antioksidan untuk menangkap radikal bebas.

Adanya kandungan vitamin B12 pada tempe, dipandang sebagai sesuatu yang unik oleh para ahli. Sampai saat ini penyebab atau asal vitamin itu belum diketahui dengan pasti. Ada yang menduga vitamin B12 itu berasal dari kapang yang tumbuh pada tempe, tetapi ada pula yang mengatakan berasal dari unsur lain. Vitamin B12 sangat berguna untuk membentuk sel-sel darah merah dalam tubuh sehingga dapat mencegah terjadinya penyakit anemia (kurang darah). Selain itu, tempe juga banyak mengandung mineral, kalsium dan fosfor (Supriyono, 2003).

Tempe juga mengandung superoksida desmutase yang dapat menghambat kerusakan sel dan proses penuaan. Dalam sepotong tempe, terkandung berbagai unsur yang bermanfaat, seperti protein, lemak, hidrat arang, serat, vitamin, enzim, daidzein, genestein serta komponen antibakteri dan zat antioksidan (Cahyadi, 2006).

C. Olah Tempe

Tempe adalah makanan yang berasal dari biji kedelai. Tempe merupakan sumber protein nabati yang mengandung serat pangan, kalsium, vitamin B dan zat besi. Untuk mendapatkan manfaat yang maksimal dari tempe sebaiknya tidak dikonsumsi dengan digoreng, melainkan dengan direbus atau dimasukkan kedalam sayuran sebagai campuran. Produk fermentasi seperti tempe mempunyai masa simpan yang lebih pendek daripada produk fermentasi sereal karena sifat tempe yang lembab dan agak basa sehingga akan lebih mudah busuk apabila tidak disimpan pada suhu rendah atau dikeringkan. Tempe merupakan makanan hasil olah setengah jadi dan dapat dimasak lebih lanjut di dapur rumah tangga sebelum siap untuk dikonsumsi. Tempe dapat digoreng atau dijadikan masakan lain seperti oseng-oseng, sambal goreng kering, tempe dibacem, keripik tempe, nagget tempe, kering tempe dan banyak lagi jenis masakan lain. (Nurwahyu *et al.*, 2013).

D. Roti Manis

Roti merupakan salah satu makanan yang dapat dijadikan sebagai sumber karbohidrat selain nasi dan mie juga merupakan salah satu makanan pokok yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia (Arlene *et al.*,

2009). Keunggulan dari roti adalah mudah untuk dikonsumsi kapan saja dan dimana saja, bergizi serta dapat diperkaya dengan gizi lainnya sehingga baik untuk anak-anak hingga orang dewasa dan juga tersedia dalam berbagai variasi rasa yaitu tawar maupun manis (Pato *et al.*, 2013). Roti dibedakan menjadi roti tawar dan roti manis atau roti isi. Bahan utama dalam pembuatan roti adalah menggunakan tepung terigu dengan kandungan gluten atau protein gandum yang tinggi (Saepudin *et al.*, 2017). Bahan tambahan lain dalam pembuatan roti yang umumnya ditambahkan adalah air, ragi, susu skim, garam, margarin dan bahan-bahan lain (Rahmah *et al.*, 2017).

Pembuatan roti dilakukan dengan adanya fermentasi yang dilakukan oleh ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) kemudian adanya garam, air dan atau tanpa ditambahkan dengan bahan-bahan lain yang kemudian diakhiri dengan proses pemanggangan (Suryatna, 2015). Proses pembuatan roti dilakukan melalui beberapa tahapan yang dimulai dengan pencampuran bahan, *proofing* (Pengistirahatan adonan setelah fermentasi), penimbangan, pembulatan, *proofing* setelah pembulatan, pengovenan, pendinginan dan diakhiri dengan pengemasan. Pengovenan merupakan proses penting dalam pembuatan roti. Suhu dan waktu yang digunakan juga bervariasi tergantung dengan jenis roti yang akan dibuat (Astuti, 2015).

Mutu roti ditentukan dari sifat bahan penyusun utamanya. Mutu sensoris roti yang baik dapat dilihat dari sifat bagian luar (eksternal) dan bagian dalam (internal) (Wahyudi, 2014). Sifat-sifat eksternal roti yang bermutu baik adalah: bentuk roti simetris, tidak bersudut tajam, kulit permukaan (*crust*) berwarna coklat kemerahan dan mengkilat, kulit atas mengembang dengan baik dan tidak retak dan ukuran volume roti makin besar makin disukai sejauh tidak merusak kenampakan dalamnya (Widodo *et al.*, 2014). Sifat-sifat internal roti yang baik antara lain adalah: warna bagian dalam roti (*crumb*) cerah, tekstur roti lembut, lentur dan tidak mudah hancur, pori-pori seragam dan tersebar merata, roti berbau harum khas roti dan tidak berasa adonan roti yang belum matang (Winarno, 2002).

Syarat mutu roti manis berdasarkan Standar Nasional Indonesia (2015) yang dapat dilihat pada Tabel 3. memiliki kadar air maksimum 40%. Kadar air merupakan salah satu parameter penting dalam menentukan mutu roti karena akan mempengaruhi daya tahan roti terhadap penyimpanan. Kadar air yang tinggi akan mempermudah pertumbuhan mikroba pada roti sehingga roti lebih cepat rusak (Arlene *et al.*, 2009). Bagian dalam roti (*crumb*) juga sebaiknya memiliki struktur atau ukuran yang seragam dengan dinding diantara pori-porinya tipis. Pori-pori tersebut terbentuk karena adanya jaringan gluten pada tepung terigu yang digunakan (Astuti, 2015).

Tabel 3. Syarat Mutu Roti Manis Nomor. 01-3840-2000.

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan		
	1.1 Kenampakan	-	Normal tidak berjamur
	1.2 Bau	-	Normal
	1.3 Rasa	-	Normal
2.	Air	% b/b	Normal
3.	Abu (tidak termasuk garam) dihitung atas dasar bahan kering	% b/b	Maks. 40
4.	Abu yang tidak larut dalam asam	% b/b	Maks. 3,0
5.	NaCl	% b/b	Maks. 2,5
6.	Jumlah Gula	% b/b	Maks. 8,0
7.	Lemak	% b/b	Maks. 3,0
8.	Serangga/Belatung	-	Tidak boleh ada
9.	Bahan Tambahan Makanan (BTM)		
	9.1 Pengawet		
	9.2 Pewarna		Sesuai SNI 01-0222-1995
	9.3 Pemanis Buatan		
	9.3 Sakarin Siklamat		Negatif
10.	Cemaran Logam		
	10.1 Raksa (Hg)	Mg/kg	Maks. 0,05
	10.2 Timbal (Pb)	Mg/kg	Maks. 1,0
	10.3 Tembaga (Cu)	Mg/kg	Maks. 10,0
	10.4 Seng (Zn)	Mg/kg	Maks. 40,0
11.	Cemaran Arsen (As)	Mg/kg	Maks. 0,4
12.	Cemaran Mikroba		
	12.1 Angka Lempeng Total	Koloni/g	Maks. 104
	12.2 E. Coli	APM/G	<3

Sumber : Standar Nasional Indonesia (2000).

1. Bahan Baku Roti Manis

a. Tepung Terigu

Tepung terigu merupakan bahan utama dalam pembuatan produk pangan seperti roti, *cake*, biskuit dan mie (Wirastyo, 2009).

Tepung terigu diperoleh dari biji gandum yang telah digiling dan

memiliki sifat mudah tercurah, kering, tidak menggumpal, berwarna putih, tidak berbau asing, bebas dari kotoran dan kontaminasi lain. Kandungan protein pada tepung terigu yang berperan penting dalam pembuatan kue adalah gluten. Gluten pada tepung terigu harus dalam jumlah cukup tinggi supaya roti yang dihasilkan empuk (Subarna, 1992).

Roti umumnya dibuat menggunakan tepung terigu *hard wheat* (terigu protein tinggi). Tepung terigu *hard wheat* mampu menyerap air dalam jumlah yang besar sehingga adonan memiliki elastisitas yang baik serta mampu menghasilkan roti dengan remah yang halus, tekstur lembut dan volume yang besar. Tepung terigu *hard wheat* mengandung protein sebanyak 12% - 13%. Gluten pada terigu diperlukan untuk menahan gas hasil fermentasi ragi pada pembuatan roti sehingga roti dapat mengembang (Arif, 2019). Gluten berfungsi sebagai pembentuk struktur kerangka roti. Gluten terdiri atas komponen gliadin dan glutenin yang menghasilkan sifat elastis sehingga adonan dapat dibuat lembaran, digiling maupun dibuat mengembang. Gliadin akan menyebabkan gluten bersifat elastis sedangkan glutenin menyebabkan adonan menjadi kuat untuk menahan gas dan menentukan struktur pada produk yang akan dipanggang (Ratnawati, 2003).

b. *Emulsifier*

Penurunan kualitas fisik pada roti dapat dihindari sehingga mutu roti dapat diperbaiki, salah satunya adalah dengan menggunakan bahan tambahan pangan pengemulsi atau biasa disebut *emulsifier* yang dapat memperbaiki kualitas fisik roti dan menghambat terjadinya proses *staling* (Rossel *et al.*, 2001). *Emulsifier* adalah zat yang berfungsi untuk menstabilkan emulsi, yaitu campuran 2 zat yang tidak mudah untuk saling bercampur seperti air dan minyak. Bahan emulsi yang ditambahkan yaitu *bread improver* yang berfungsi untuk mengembangkan adonan karena mempunyai kemampuan untuk menahan gas lebih kecil. *Emulsifier* juga dapat mengurangi waktu *proofing*, melembutkan dan

membentuk tekstur roti serta dapat memperpanjang umur simpan (Syarbini, 2016).

Emulsifier dibedakan menjadi 2 berdasarkan sumbernya yaitu *emulsifier* alami dan buatan. *Emulsifier* alami yang biasa digunakan dalam pembuatan roti adalah kuning telur. Kuning telur banyak digunakan karena mengandung fosfolipid, lesitin dan fostatidil etanolamina yang dapat digunakan sebagai agen emulsifier. Selain itu, contoh *emulsifier* buatan yang sering digunakan adalah lesitin, GMS dan DATEM (Winarno, 2002). Lesitin sering digunakan sebagai *emulsifier* pada adonan, namun penggunaannya masih dilakukan dengan konsentrasi yang tinggi apabila dibandingkan dengan *emulsifier* buatan lainnya sehingga dinilai kurang efektif untuk menekan biaya produksi (Setyawan, 2018).

c. Bahan Pendukung

Air merupakan bahan yang berperan penting dalam pembuatan roti karena berfungsi untuk pembentukan struktur gluten. Air sangat menentukan konsistensi dan karakteristik adonan. Air juga sebagai pelarut bahan seperti garam, gula, susu bubuk dan mineral sehingga bahan tersebut tercampur secara merata dalam adonan (Subarna, 1992).

Shortening adalah lemak yang ditambahkan atau dicampurkan bersama adonan pada roti (Christiana, 2014). *Shortening* juga mampu untuk meningkatkan penyimpanan gas pada adonan sehingga dapat meningkatkan volume roti dan kelembutan (Rahyuni *et al.*, 2014). Pencampuran *shortening* dengan bahan lain dalam proses mixing harus benar-benar merata. Pencampuran yang tidak sempurna akan menyebabkan tekstur roti menjadi kasar dan menghasilkan tekstur roti yang tidak baik (Suciptawati dan Dhanuantari, 2011).

Garam diperlukan pada pembuatan roti tawar untuk membentuk flavor roti dan juga berperan dalam menguatkan gluten. Adonan yang kekurangan garam akan bersifat lengket dan akan dihasilkan roti yang tidak mengembang (Sultan, 1987). Gula dalam suatu produk pangan memiliki fungsi antara lain untuk memberikan aroma dan rasa manis,

sebagai pengawet dan memperbaiki tekstur (Mudjajanto dan Yulianti, 2004). Gula pada produk roti biasa dipakai oleh *yeast* untuk proses fermentasi. Gula yang biasa digunakan pada pembuatan roti adalah gula pasir dalam bentuk kristal halus atau kasar (Sulistyo, 1992).

Asam askorbat biasa terdapat pada bread improver yang akan meningkatkan kemampuan adonan untuk menahan gas dengan cara menguatkan jaringan gluten sehingga akan meningkatkan pengembangan selama roti dipanggang dan akan menghasilkan roti dengan ukuran pori-pori yang seragam serta remah roti yang lembut (Calvin and Young, 2000). Penambahan asam askorbat pada adonan roti dapat mempertahankan dan meningkatkan jumlah ikatan disulfida sehingga menyebabkan struktur gluten yang dihasilkan menjadi lebih kuat. Asam askorbat sebagai vitamin C akan bertemu dengan oksigen dan kemudian terjadi reaksi oksidasi yang kemudian menyebabkan asam askorbat memiliki sifat sebagai agen oksidan. Penambahan agen oksidan ini merupakan salah satu upaya untuk memperkuat jaringan gluten sehingga memperbaiki volume pengembangan roti (Kiswanto, 2017).

2. Proses Pembuatan Roti Manis

Berdasarkan urutannya proses pembuatan roti dibedakan menjadi beberapa tahapan yaitu tahap pengadukan (*mixing*), tahap fermentasi pertama (*first fermentation*), tahap potong timbang, tahap pembulatan, tahap pengembangan lanjutan (*intermediate proofing*), tahap pembuangan gas, tahap pembentukan, tahap memasukkan dalam cetakan, tahap pengembangan terakhir (*final proofing*), tahap pemanggangan (*baking*), tahap pengeluaran dari loyang, tahap pendinginan dan tahap pembungkusan (Fitria, 2013).

Menurut Koswara (2009), secara garis besar prinsip pembuatan roti terdiri dari pencampuran (*make up*), peragian, pembentukan dan pemanggangan :

1. Pencampuran

Secara tradisional ada dua cara pencampuran adonan roti, yaitu *sponge and dough method* atau metode babon dan *straight dough method* atau cara langsung. Metode lainnya, yaitu *no time dough* dan metode babon cair yang disebut juga *brewatau broth*. Dalam metode babon, sebagian besar tepung dan air, semua ragi roti dan garam mineral serta zat pengemulsi dicampur menjadi babon. Babon difermentasi selama 3-6 jam, kemudian dicampur dengan bahan lainnya. Pada pembuatan babon cair, 25 % tepung dibuat babon cair sebelum pencampuran adonan. Proses *straight dough* lebih sederhana tetapi kurang fleksibel, karena tidak mudah dimodifikasi jika terjadi kesalahan dalam proses fermentasi atau tahap sebelumnya. Dalam proses ini seluruh bahan dicampur sekaligus menjadi adonan sebelum difermentasi.

Demikian pula pada metode cepat, seluruh bahan dicampur sekaligus. Bedanya dengan *no time dough* adonan langsung dibentuk atau masuk ke dalam alat pencampur tanpa fermentasi. Tujuan pencampuran ialah membuat dan mengembangkan sifat daya rekat, gluten tidak ada dalam tepung. Tepung mengandung protein dan sebagian besar protein akan mengambil bentuk yang disebut glutenbila protein itu dibasahi, diaduk-aduk, ditarik, dan diremas-remas.

2. Peragian

Tujuan fermentasi (peragian) adonan ialah untuk pematangan adonan sehingga mudah ditangani dan menghasilkan produk bermutu baik. Selain itu fermentasi berperan dalam pembentukan cita rasa roti. Selama fermentasi enzim-enzim ragi bereaksi dengan pati dan gula untuk menghasilkan gas karbondioksida. Perkembangan gas ini menyebabkan adonan mengembang dan menyebabkan adonan menjadi lebih ringan dan lebih besar. Jika ingin memperoleh hasil yang seragam, suhuan kelembaban dalam ruang fermentasi perlu diatur. Suhu formal untuk fermentasi ialah kurang lebih 26°C dan kelembabannya 70-75 %.

3. Pembentukan

Pada tahap ini secara berurutan adonan dibagi dan dibulatkan, diistirahatkan, dipulung, dimasukkan dalam loyang dan fermentasi akhir sebelum dipanggang dan dikemas. Pembagian adonan dapat dilakukan dengan menggunakan pemotong adonan. Proses berikutnya adalah *intermediate proofing*, yaitu mendinginkan adonan dalam ruang yang suhunya dipertahankan hangat selama 3-25 menit. Di sini adonan difermentasi dan dikembangkan lagi sehingga bertambah elastis dan dapat mengembang setelah banyak kehilangan gas, teregang dan terkoyak pada proses pembagian.

Setelah didiamkan adonan siap dengan pemulungan. Proses pemulungan terdiri dari proses pemipihan (*sheating*), *curling*, dan *rolling* atau penggulungan serta penutupan atau *sealing*. Setelah pemulungan adonan dimasukkan ke dalam loyang yang telah dioles dengan lemak, agar roti tidak lengket pada loyang. Selanjutnya dilakukan fermentasi akhir, yang bertujuan agar adonan mencapai volume dan struktur remah yang optimum. Agar proses pengembangan cepat fermentasi akhir ini biasanya dilakukan pada suhu sekitar 38°C dengan kelembaban nisbi 75-85%. Dalam proses ini ragi roti menguraikan gula dalam adonan dan menghasilkan gas karbondioksida.

4. Pemanggangan

Beberapa menit pertama setelah adonan masuk oven, terjadi peningkatan volume adonan cepat. Pada saat ini enzim amilase menjadi lebih aktif dan terjadi perubahan pati menjadi dekstrin adonan menjadi lebih cair sedangkan produksi gas karbondioksida meningkat. Pada suhu sekitar 50-60°C, aktivitas metabolisme khamir meningkat, sampai terjadi perusakan khamir karena panas berlebihan. Pada saat suhu mencapai sekitar 76°C, alkohol dibebaskan serta menyebabkan peningkatan tekanan dalam gelembung udara. Sejalan dengan terjadinya gelatinisasi pati, struktur gluten mengalami kerusakan karena penarikan air oleh pati. Di atas suhu 76°C terjadi penggumpalan gluten yang memberikan struktur *crumb*. Pada akhir pembakaran, terjadi

pembentukan *crust* serta aroma. Pembentukan *crust* terjadi sebagai hasil reaksi maillard dan karamelisasi gula.

E. Aktivitas Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa-senyawa yang mampu menghilangkan, membersihkan, menahan pembentukan ataupun memadukan efek spesies oksigen reaktif. Fungsi utama antioksidan digunakan sebagai upaya untuk memperkecil terjadinya proses oksidasi dari lemak dan minyak, memperkecil terjadinya proses kerusakan dalam makanan, memperpanjang masa pemakaian dalam industri makanan, meningkatkan stabilitas lemak yang terkandung dalam makanan serta mencegah hilangnya kualitas sensori dan nutrisi. Lipid peroksidasi merupakan salah satu faktor yang cukup berperan dalam kerusakan selama dalam penyimpanan dan pengolahan makanan. Adanya antioksidan alami maupun sintetis dapat menghambat oksidasi lipid, mencegah kerusakan, perubahan dan degradasi komponen organik dalam bahan makanan sehingga dapat memperpanjang umur simpan (Rohdiana, 2001).

Antioksidan yang terdapat dalam tempe berupa isoflavon dalam bentuk aglikon dan glukosida. Seperti halnya vitamin C, E, dan karotenoid, isoflavon merupakan antioksidan yang dibutuhkan tubuh untuk menghentikan reaksi pembentukan radikal bebas. Dalam kedelai terdapat tiga jenis isoflavon, yaitu daidzein, glisitein, Senyawa aglikon di antaranya adalah genistein, daidzein, dan glisitein (Nakajima, *et al.*, 2005), serta isoflavon faktor 2 (6,7,4 -trihidroksi isoflavon) yang mempunyai sifat antioksidan paling kuat dibandingkan dengan isoflavon dalam kedelai. Antioksidan ini disintesis pada saat terjadinya proses fermentasi kedelai menjadi tempe oleh bakteri *Micrococcus luteus* dan *Cereyne bacterium*. (Pokorny, 2001). Telur memiliki senyawa yang berfungsi sebagai antioksidan diantaranya tokoferol, riboflavin, karotenoid, dan albumin. Tokoferol dan tokotrienol adalah suatu antioksidan yang sangat efektif, yang dengan mudah menyumbangkan atom hidrogen pada gugus hidroksil (OH) dari struktur cincin ke radikal bebas sehingga radikal bebas menjadi tidak reaktif (Mutschler, 2010).

Antioksidan dari produk roti manis diduga disebabkan oleh kandungan karotenoid, beta karoten, dan vitamin E yang terdapat pada margarin. Hasil penelitian Kritchevaky (2000), menunjukkan bahwa margarin mengandung total karoten 550 mcg/g, beta karoten 375 mcg/g. Senyawa tersebut termasuk dalam senyawa yang memiliki peran sebagai antioksidan (Sayuti dan Yensrina, 2015). Sebagai senyawa antioksidan betakaroten dapat meningkatkan daya tahan tubuh, mengurangi terjadinya *stroke* (Agarwal *et al.*, 2012). Mentega yang diberikan antioksidan BHA dan BHT. BHA dan BHT ini dimaksudkan untuk mencegah reaksi oksidasi lipida yang dapat menyebabkan mentega maupun produk pangan tinggi lemak lainnya mudah tengik. Bahan lain yang digunakan untuk menghasilkan produk tersebut adalah, tepung terigu, margarin, susu, garam dan gula.

F. Protein

Tepung terigu yang digunakan pada pembuatan roti manis adalah tepung terigu tinggi protein yang mengandung kadar protein 12-14%. Tepung terigu tersebut termasuk golongan *hard flour* merupakan tepung terigu dengan protein tertinggi. Manfaat tepung terigu berfungsi membentuk struktur roti dan sumber protein. Gluten sebagai kandungan protein utama yang berperan pada tepung terigu dalam pembuatan roti yang dibentuk dari gliadin dan glutenin. Protein tepung terigu dalam pembuatan roti harus dalam jumlah yang cukup karena dapat menyebabkan adonan roti menjadi elastis (Koswara, 2009). Kadar protein dalam roti akan mempengaruhi daya kembang dari adonan. Hal ini karena protein akan mengalami denaturasi sehingga mengurangi daya kembang roti (Visita, 2014).

Menurut Sumarjo (2009) sumber protein nabati yang baik dan mudah didapat berasal dari kacang-kacangan dan sereal. Kedelai merupakan sumber protein yang tinggi tetapi tidak sebaik protein susu sapi dan telur ayam, terutama dalam hal kadar asam amino metionin dan sistein (Cahyono, 2007). Kurniawati *et al.*, (2012) menyebutkan bahwa pada pembuatan roti manis tepung terigu substitusi dengan tepung tempe

berpotensi untuk dijadikan sebagai program makanan anak sekolah yang merupakan salah satu langkah untuk mengatasi kekurangan gizi.

Tempe kedelai juga memiliki kandungan protein yang tinggi dibandingkan kedelai. Proses fermentasi menyebabkan tempe memiliki beberapa keunggulan dibandingkan kedelai, yang dapat dilihat dari komposisi zat gizi secara umum, daya cerna protein dan kandungan asam amino esensial yang lebih tinggi, zat antigizi yaitu antitrypsin dan asam fitat yang jauh lebih rendah dibandingkan kedelai.

G. Sifat Sensori

Pengujian sifat sensori dimaksudkan untuk mengetahui respon panelis terhadap suatu produk. Ada beberapa penilaian pada uji sensorik meliputi warna, aroma, tekstur dan rasa.

Menurut Winarno (2002) waktu pemanggangan berpengaruh pada warna roti, makin lama pemanggangan produk yang dihasilkan makin coklat karena terjadi reaksi pencoklatan non enzimatis, yaitu karamelisasi. Pemanggangan pada suhu tinggi dan waktu terlalu lama akan menyebabkan kelembaban roti menjadi rendah dan warna terlalu gelap. Menurut Kusnandar (2010) reaksi karamelisasi adalah reaksi yang melibatkan gula sederhana yang dapat menghasilkan pembentukan warna coklat karamel dan komponen *flavor*.

Warna membuat produk pangan menjadi lebih menarik. Pengukuran warna secara objektif penting dilakukan karena warna merupakan daya Tarik utama sebelum konsumen mengenal dan menyukai sifat-sifat lainnya. Aroma pada produk pangan dapat dipengaruhi oleh bahan-bahan yang digunakan dan proses pengolahannya. Menurut SNI 3840.2015 aroma pada roti tidak boleh tercium bau asing atau aroma tidak normal. Aroma roti manis dengan penambahan isian tempe dipengaruhi oleh adanya enzim lipoksigenasi pada kedelai sehingga dapat mempengaruhi tingkat kesukaan panelis (Merviana *et al.*, 2012). Aroma yang timbul disebabkan karena pada saat proses pemanggangan senyawa volatile yang terdapat pada bahan protein dan karbohidrat (Subandoro *et al.*, 2013).

Tekstur makanan ditentukan oleh kadar air dan kandungan lemak dan jumlah karbohidrat (selulosa, pati dan dekstrin) serta proteinnya. Menurut Manley (2000) tekstur pada roti tergantung pada bahan dan penambahan ragi. Perubahan tekstur dapat disebabkan oleh menurunnya kadar air dan lemak, pecahnya emulsi, hidrolisis karbohidrat dan hidrolisis protein pada proses pemanggangan. Makin tingginya kandungan protein pada adonan roti akan menyebabkan terbentuknya agregat akibat peningkatan jumlah gugus hidrofil pada protein yang berikatan dengan pati sehingga menghalangi ikatan dengan air. Akibatnya, tekstur roti akan makin keras seiring peningkatan penambahan tempe yang digunakan sebagai isian (Sarabhai *et al.*, 2015).

Rasa roti manis dipengaruhi dari bahan yang digunakan (Dewi, 2006). Rasa ditentukan dengan cecapan, dan rangsangan mulut. Tekstur dan konsistensi suatu bahan akan mempengaruhi cita rasa yang ditimbulkan oleh bahan yang digunakan pada roti manis (Winarno, 2002). Beberapa faktor yang mempengaruhi rasa roti manis yaitu senyawa kimia, suhu, konsentrasi dan interaksi dengan komponen rasa yang lain. Pada proses pembuatan kering tempe ditambahkan dengan penyedap rasa yang lain sehingga menghasilkan rasa yang gurih dan manis.