

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Tempe**

Tempe merupakan salah satu produk fermentasi yang umumnya berbahan baku kacang kedelai yang difermentasi dan mempunyai nilai gizi yang baik bagi kesehatan. Fermentasi pada pembuatan tempe terjadi karena adanya aktivitas dari kapang *Rhizopus oligosporus*. Kapang yang tumbuh pada tempe tersebut mampu menghasilkan beberapa enzim seperti enzim protease yang berfungsi untuk mengurai protein menjadi peptida yang lebih pendek dan asam amino bebas, enzim lipase yang berfungsi untuk mengurai lemak menjadi asam-asam lemak, enzim amilase yang berfungsi untuk mengurai karbohidrat kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Oleh karena itu tempe baik dikonsumsi oleh manusia dari berbagai usia, mulai dari anak kecil hingga orang dewasa. Proses fermentasi pada tempe mampu untuk menghilangkan bau langu pada kedelai yang disebabkan oleh aktivitas dari enzim lipoksigenase. Melalui proses fermentasi, maka komponen-komponen nutrisi yang kompleks pada kedelai dapat dicerna oleh kapang dengan reaksi enzimatik dan akan dihasilkan senyawa-senyawa yang lebih sederhana.

Fermentasi kedelai dalam proses pembuatan tempe akan menyebabkan perubahan kimia maupun fisik pada biji kedelai, sehingga menjadikan tempe lebih mudah dicerna oleh tubuh dibandingkan dengan kedelai secara langsung. Tempe juga memiliki berbagai sifat unggul diantaranya yaitu mengandung lemak jenuh rendah, kadar vitamin B<sub>12</sub> tinggi, mengandung antibiotik, dan berpengaruh baik pada pertumbuhan badan. Selain itu asam-asam amino pada tempe lebih mudah

dicerna oleh tubuh jika dibandingkan dengan kacang kedelai. Vitamin B<sub>12</sub> yang terdapat pada tempe diproduksi oleh sejenis bakteri *Klasiella peumoniae*. Tempe bukan saja sebagai sumber protein, tetapi juga sebagai sumber mineral makro dan mikro dalam jumlah yang cukup. Dalam kedelai terdapat antioksidan faktor II (6,7,4 trihidroksi isoflavon) yang mempunyai sifat antioksidan paling kuat dibandingkan isoflavon lainnya dalam kedelai.

Proses pembuatan tempe terdiri atas beberapa tahapan yaitu pemilihan bahan baku, sortasi, pembersihan atau pencucian bahan baku, perebusan I, perendaman, pengupasan, perebusan II, pencampuran laru dan pembungkusan. Lama perendaman bervariasi, biasanya berkisar antara 8-12 jam, bahkan ada yang sampai 2-3 hari. Selama proses fermentasi asam oleh bakteri, pH turun hingga 5,3-4,5. Hal ini memberikan kondisi yang baik untuk pertumbuhan kapang tempe terutama *Rhizopus oligosporus* dan dapat mencegah perkembangan bakteri lain yang dapat membusukan kedelai (Steinkraus, 1983).

Pembungkusan tempe dapat dilakukan dengan menggunakan plastik. Plastik tersebut diatur dan diletakan di atas tampah yang kering. Pembungkusan dengan plastik diusahakan jangan terlalu rapat agar bagian dalam substrat cukup memperoleh udara. Karena kapang tempe membutuhkan banyak oksigen untuk pertumbuhannya. Bahan yang telah dibungkus kemudian difermentasi pada suhu kamar 30-37°C di tempat yang agak gelap. Suhu ruangan sebaiknya dijaga jangan sampai lebih dari 40°C. Sebab suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pertumbuhan kapang tumbuh kurang sempurna. Proses pemeraman merupakan bagian terpenting dari proses fermentasi. Kondisi lingkungan akan menentukan spora kapang tumbuh normal atau tidak. Kondisi pemeraman yang sesuai akan

menyebabkan miselium kapang tumbuh dan mengeluarkan enzim protease, lipase, dan amilase ke lingkungan sekitarnya. Enzim-enzim tersebut yang nantinya akan menguraikan protein, lemak, dan karbohidrat yang terdapat dalam kepingan-kepingan bahan menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti asam amino, asam lemak, dan glukosa (Sarwono, 2002).

Proses pemeraman dilakukan selama 40-48 jam, sehingga akan terbentuk tempe segar sesuai dengan apa yang diharapkan. Setelah pemeraman berlangsung semalam kemudian keesokan harinya plastik di tusuk-tusuk menggunakan lidi agar udara segar dapat masuk ke dalam bahan tempe. Waktu fermentasi yang terlalu lama dapat menyebabkan warna tempe akan menjadi hitam karena permukaannya dipenuhi spora kapang. Daya simpan tempe tidak lama hanya sekitar lima jam dan cepat membusuk dalam suhu ruang karena jamur tempe masih hidup. Tempe siap dikonsumsi setelah proses fermentasi selama tiga hari. Kesegaran tempe berlangsung antara pukul 06.00-11.00 di tempat terbuka atau suhu ruangan. Lewat waktu itu kondisi dan rasanya sudah mulai berubah. Rasa gurihnya akan menurun. Penampilannya tampak lebih kering jika tempe dijual dalam keadaan terbuka sehingga kurang menarik lagi bagi konsumen (Sarwono, 2002).

Tempe yang sudah mulai berubah warna (agak kehitaman) pertanda bahwa tempe sudah terlalu matang. Tempe tersebut sebaiknya langsung dimasak atau disimpan dalam ruang pendingin dengan suhu di bawah 5°C, kecuali jika ingin dijadikan tempe busuk. Daya simpan dalam lemari pendingin bisa diperpanjang maksimum tiga hari pada suhu yang rendah sekali atau bisa dibekukan, hanya saja pembekuan akan menurunkan kualitas tekstur dan citarasa tempe tersebut.

Tempe berpotensi digunakan untuk melawan radikal bebas, sehingga dapat menghambat proses penuaan dan mencegah penyakit degeneratif (jantung koroner, diabetes, kanker dan lain-lain). Selain itu tempe juga mengandung zat antibakteri penyebab diare, penurun kolesterol darah, pencegah penyakit jantung, hipertensi, dan lain-lain. Tempe kaya akan serat pangan, kalsium, vitamin B dan zat besi. Berbagai macam kandungan yang terdapat dalam tempe mempunyai nilai obat dan antibiotika untuk menyembuhkan infeksi. Tempe juga mengandung *superoksida desmutase* yang mampu menghambat kerusakan sel dan proses penuaan. Dalam sepotong tempe, terkandung berbagai unsur yang bermanfaat, seperti protein, lemak, hidrat arang, serat dan vitamin, enzim, serta komponen antibakteri dan zat antioksidan yang berkhasiat sebagai obat, diantaranya fitosterol, asam fitat, asam fenolat, lesitin dan inhibitor protease (Cahyadi, 2006).

Tempe juga mengandung serat yang sangat tinggi, serat ini dibutuhkan untuk kesehatan saluran pencernaan sekaligus mencegah aneka penyakit kronis. Tempe sangat rendah garam, sehingga aman dikonsumsi oleh orang yang harus mengurangi garam. Jamur *Rhizopus* memproduksi zat antibiotika alami untuk melawan sejumlah organisme merugikan. Zat antibiotika alami dalam tempe ini dapat dijadikan obat untuk disentri bila dikonsumsi setiap hari. Selain itu protein dalam tempe bagus untuk pasien diabetes yang sering bermasalah dengan sumber protein hewani, protein dan serat dalam tempe juga mampu mencegah kenaikan gula darah dan menjaga kadar gula darah tetap terkontrol.

## **2.2 Faktor-Faktor Penentu Keberhasilan Pembuatan Tempe**

### **Faktor Bahan Baku (Kedelai, Air Proses dan Ragi Tempe).**

Kedelai adalah bahan baku utama dalam proses pembuatan tempe, untuk kualitas rasa yang enak dibutuhkan beberapa persyaratan bahan baku kedelai. Beberapa parameter kedelai yang mempunyai pengaruh besar terhadap bahan baku kedelai antara lain ketersediaan kedelai, kualitas kedelai, pengiriman, dan kedelai import. Kedelai lokal mempunyai peranan yang kecil bila dibandingkan dengan peran kedelai import, ini disebabkan karena ketersediaan kedelai lokal yang tidak cukup memadai untuk kelangsungan usaha. Selain itu, beberapa kendala lain seperti kesulitan untuk mendapatkan akses kedelai lokal. Hal ini juga dapat disebabkan karena belum adanya pedagang besar dan perusahaan yang secara khusus bergerak di bidang budidaya kedelai di Indonesia.

Air yang digunakan untuk mencuci kedelai biasanya berasal dari air sumur dengan pertimbangan jumlah air yang banyak dan warna airnya dapat diterima oleh masyarakat, air PDAM menjadi pilihan kedua sebagai bahan baku pada pembuatan tempe. Para pengrajin tempe menghindari penggunaan air sungai karena resiko peluang tempe rusak semakin besar. Untuk ragi yang digunakan, para pengrajin tempe banyak menggunakan ragi siap pakai yang biasa mereka beli dipasar untuk proses pembuatan tempe. Beberapa alasan mengapa pengrajin tempe lebih memilih menggunakan ragi tempe siap pakai yaitu karena alasan kemudahan serta praktis dan selalu tersedia di pasar. Selain beberapa alasan diatas, ragi siap pakai yang dijual di pasar juga memiliki kualitas yang cukup baik. Terbukti dengan hasil tempe yang diproduksi menggunakan ragi instan ini.

## **Faktor Proses Pengolahan**

Teknik pembuatan tempe secara umum dapat dibedakan menjadi beberapa tahap antara lain, tahap perebusan pertama, perendaman, pengupasan kulit ari, perebusan kedua, penirisan air, proses inokulasi, pembungkusan dan fermentasi. Beberapa faktor dalam proses pengolahan diperkirakan mempunyai pengaruh yang sangat nyata terhadap kualitas tempe, faktor-faktor tersebut antara lain perebusan, ruang fermentasi, kadar air kedelai, kelembaban ruang fermentasi, suhu fermentasi, lama fermentasi, rak fermentasi dan jenis bahan pembungkus.

## **Faktor Tenaga Kerja**

Dalam proses produksi, tenaga kerja mempunyai peranan yang sangat dominan bila dibandingkan dengan faktor-faktor produksi yang lain. Faktor tenaga kerja menjadi dominan karena tidak adanya substitusi sumber daya yang lain, karena tidak semua pengrajin tempe menggunakan mesin pengupas kulit.

### **2.2.1. Bahan Baku Tempe**

#### **a. Kedelai**

Kedelai (*Glycine max*) sudah dibudidayakan sejak 1500 tahun SM dan baru masuk Indonesia, terutama di pulau Jawa sekitar tahun 1750. Kedelai mempunyai tinggi batang yang dapat mencapai 75 cm. Daunnya berbentuk bulat telur dengan kedua ujungnya membentuk sudut lancip dan bersusun tiga menyebar (kanan-kiri-depan) dalam satu ranting. Kedelai berbuah polong yang berisi biji. Bau langu pada kedelai disebabkan oleh kerja enzim liposigenase yang telah bercampur dengan lemak kedelai. Reaksi ini akan menghasilkan sekitar 8 senyawa volatil. Dari hasil penelitian, senyawa venilketon lah yang paling banyak menghasilkan bau langu. Liposigenase memiliki sifat labil terhadap pemanasan, perlakuan

perendaman pada suhu 80°C selama 10-15 menit dapat mengaktivasi enzim ini (Winarno, 1993).

Kedelai yang baik digunakan sebagai bahan baku tempe adalah sebagai berikut :

1. Jenis kedelai yang digunakan berasal dari jenis/varietas yang unggul
2. Dipilih kedelai yang sudah berumur tua dan baru (tidak terlalu lama digudang, karena jika terlalu lama digudang akan berbau tengik atau berjamur).
3. Dilakukan sortasi dan pemilihan kedelai berdasarkan standartisasi kedelai, antara lain yaitu kedelai yang masih muda dan cacat dibuang.
4. Benda asing dibuang, seperti serangga, kerikil, kayu dan juga biji-bijian atau leguminosa asing lainnya seperti beras, jagung dan lain-lain.

Untuk memproduksi tempe dapat digunakan beberapa jenis kedelai yang terdiri atas 4 macam yaitu kedelai kuning, kedelai hitam, kedelai coklat, dan kedelai hijau. Para pengrajin tempe biasanya memakai kedelai kuning sebagai bahan baku utama pembuatan tempe. Syarat mutu kedelai untuk memproduksi tempe dengan kualitas pertama menurut Koswara (1992) adalah sebagai berikut : bebas dari sisa tanaman (potongan batang atau ranting, batu, kerikil, tanah, biji-bijian), biji kedelai tidak luka atau bebas serangan hama dan penyakit, biji kedelai tidak memar dan kulit biji kedelai tidak keriput.

#### **b. Kacang Hijau**

Kacang hijau merupakan salah satu tanaman budidaya yang dikenal luas di daerah tropikal. Tumbuhan kacang hijau termasuk dalam suku polong-polongan (*Fabaceae*) dan memiliki banyak manfaat dalam kehidupan sehari-hari sebagai sumber bahan pangan berprotein nabati tinggi. Ketersediaan kacang hijau ini

melimpah di Indonesia, kacang hijau menduduki urutan ketiga dalam tanaman kacang-kacangan setelah kedelai dan kacang tanah (Susilowati,2007). Permintaan terhadap komoditi kacang hijau termasuk stabil, karena penggunaannya terus menerus setiap hari dan sepanjang tahun. Jenis olahan kacang hijau antara lain kecambah kacang hijau, bubur kacang hijau, makanan bayi, kue, makanan tradisional, minuman kacang hijau, tahu, tepung hunkue dan sayuran. Penggunaan jenis kacang yang berbeda sebagai bahan dasar pembuatan tempe diharapkan akan menghasilkan karakteristik fisiokimia dan sensori tempe yang berbeda. Hal ini disebabkan oleh perbedaan komposisi gizi terutama pada kandungan protein, karbohidrat, lemak yang ada pada bahan dasar pembuatan tempe.

Sehingga tempe yang terbuat dari berbagai macam jenis kacang-kacangan akan berbeda pula komponen gizi yang dimilikinya. Kacang hijau memiliki manfaat yang sangat penting untuk kesehatan, karena memiliki kandungan gizi yang cukup. Menurut Kakati (2010) dan Kamariah (2013) pemanfaatan kacang hijau sebagai tempe kacang hijau akan dapat menghasilkan suatu produk makanan baru yang kaya akan protein dan juga kaya akan antioksidan yang disebabkan adanya senyawa tersebut dalam bahan dasarnya. Akibatnya tempe kacang hijau ini merupakan pangan fungsional, suatu masakan yang apabila dimakan tidak hanya mengenyangkan tetapi juga akan berdampak positif pada tubuh manusia karena dapat meredam radikal bebas.

Disamping itu ketergantungan akan kedelai dapat teratasi dengan baik, keadaan ini akan mengakibatkan terjadinya efisiensi produk tempe yang akan meningkat, karena untuk memproduksi tempe tidak semata-mata tergantung dari ketersediaan kedelai sebagai bahan dasarnya. Kondisi inilah yang nantinya akan



mendorong masyarakat dalam pemenuhan kebutuhan gizi serta dihasilkannya bahan makanan tempe yang beraneka ragam dengan nilai tambah berupa pangan fungsional, yang disebabkan adanya komponen antioksidan yang terdapat dalam tempe termodifikasi sehingga nantinya keadaan gizi buruk tidak akan terjadi pada masyarakat Indonesia.

Biji kacang hijau memiliki ukuran lebih kecil dibandingkan dengan biji kacang-kacangan lain, biji kacang hijau terdiri atas tiga bagian utama, yaitu kulit biji, kotiledon dan lembaga. Pada bagian kulit biji kacang hijau mengandung mineral antara lain fosfor, kalsium dan besi. Kotiledon banyak mengandung pati dan serat, sedangkan lembaga merupakan sumber protein dan lemak. Dalam perdagangan di Indonesia hanya dikenal dua macam mutu, yaitu kacang hijau biji besar dan biji kecil. Kacang hijau biji besar digunakan untuk bubur dan tepung, sedangkan yang berbiji kecil biasanya digunakan untuk membuat taoge.

### **Manfaat Kacang Hijau**

Kacang hijau memiliki kandungan protein yang cukup tinggi sebesar 22% dan kacang hijau merupakan sumber mineral yang penting, antara lain kalsium dan fosfor. Sedangkan kandungan lemaknya merupakan asam lemak tak jenuh. Kandungan kalsium dan fosfor pada kacang hijau bermanfaat untuk tulang. Kacang hijau juga mengandung lemak yang rendah sehingga sangat baik bagi mereka yang ingin menghindari mengkonsumsi lemak tinggi. Kadar lemak yang rendah dalam kacang hijau menyebabkan bahan makanan atau minuman yang terbuat dari kacang hijau tidak mudah berbau. Lemak kacang hijau tersusun atas 73% asam lemak tak jenuh dan 27% asam lemak jenuh. Umumnya kacang-

kacangan memang mengandung lemak tak jenuh yang tinggi. Asupan lemak tak jenuh tinggi penting untuk menjaga kesehatan jantung.

### **c. Kacang Merah**

Tempe kacang merah merupakan sumber protein yang dibuat dari biji kacang merah yang sudah tua dengan proses fermentasi menggunakan ragi tempe. Kacang merah tergolong pangan nabati, kacang merah ini mempunyai nama ilmiah yang sama dengan kacang buncis yaitu *Phaseolus vulgaris* L. Biji kacang merah berbentuk bulat agak panjang, berwarna merah atau merah berbintik-bintik putih. Kacang merah banyak ditanam di Indonesia, dan termasuk salah satu kacang-kacangan yang memiliki kandungan gizi dan serat yang tinggi. Kacang merah memiliki kandungan lemak dan natrium yang sangat rendah, hampir bebas lemak jenuh serta bebas kolesterol. Setiap 100 gram kacang merah yang kita konsumsi dapat menghasilkan mineral (Ca, P, Fe) vitamin (A, B1, B2, B6, Niasin) dan 4 gram serat yang terdiri dari serat yang larut dalam air dan yang tidak larut dalam air. Serat yang larut dalam air ini mampu menurunkan kadar kolesterol dan kadar gula darah.

Keuntungan menggunakan kacang merah sebagai bahan baku tempe :

1. Sebagai salah satu alternatif bahan baku pembuatan tempe dan tahu, kacang merah juga memiliki banyak manfaat yang tidak kalah dari kacang kedelai.
2. Produsen tahu dan tempe di Indonesia tidak memerlukan bahan baku kacang kedelai impor dari pasar bebas dunia.
3. Menambah keuntungan bagi petani kacang merah yang ada di Indonesia.

Kacang merah merupakan salah satu jenis polong-polongan yang banyak dikonsumsi masyarakat Indonesia, rasanya nikmat dan juga menyehatkan. Ada beberapa jenis kacang merah diantaranya adalah *red bean*, kacang adzuki (kacang merah kecil). Dan *kidney bean* (kacang merah besar). Dalam dunia ilmiah, kacang merah dikenal dengan nama latin *Phaseolus vulgaris* L. Kacang merah kering merupakan sumber karbohidrat kompleks.

#### **d.Kacang Tanah**

Kacang tanah merupakan tanaman pangan berupa semak yang berasal dari Amerika Selatan tepatnya berasal dari Brazilia, penanamannya pertama kali dilakukan oleh orang Indian (suku asli bangsa Amerika). Di Benua Amerika penanaman kacang tanah mulai berkembang, penanaman ini dilakukan oleh pendatang dari Eropa. Kacang Tanah ini pertama kali masuk ke Indonesia pada awal abad ke-17, dibawa oleh pedagang Cina dan Portugis. Nama lain dari kacang tanah adalah kacang una, suuk, kacang jebrol, kacang bandung, kacang tuban, kacang kole, kacang banggala.

Varietas-varietas kacang tanah unggul yang dibudidayakan para petani biasanya bertipe tegak dan berumur pendek (genjah). Varietas unggul kacang tanah ditandai dengan karakteristik sebagai berikut :

1. Daya hasil tinggi
2. Umur pendek (genjah) antara 80-90 hari
3. Hasilnya stabil
4. Tahan terhadap penyakit utama (karat dan bercak daun)
5. Toleran terhadap kekeringan atau tanah becek

Varietas kacang tanah di Indonesia yang terkenal, yaitu :

1. Kacang Brul, berumur pendek (3-4bulan)
2. Kacang Cina, berumur panjang (6-8bulan)

### **Manfaat Kacang Tanah**

Di bidang industri, kacang tanah digunakan sebagai bahan untuk membuat keju, mentega dan minyak goreng. Hasil sampingan dari pembuatan minyak yaitu bungkil (ampas kacang yang sudah diambil minyaknya) dapat dibuat oncom melalui fermentasi jamur. Sebagai bahan pangan yang bergizi tinggi kacang tanah mengandung lemak (40,50%), protein (27%), karbohidrat serta vitamin (A, B, C, D, E dan K). Juga mengandung mineral antara lain Calcium, Magnesium, Ferro, Kalium, Ferro dan Sulphur.

#### **2.2.2. Proses Pembuatan Tempe**

Tahapan Proses Pembuatan Tempe adalah sebagai berikut (Koswara,1995) :

- a. Penghilangan kotoran, sortasi, dan penghilangan kulit

Biji kedelai harus bersih, bebas daricampuran batu kerikil, atau bijian lain, tidak rusak dan diusakan memiliki bentuk yang seragam. Kulit biji kedelai harus dihilangkan untuk memudahkan pertumbuhan jamur. Proses penghilangan kulit kedelai dilakukan secara manual dengan cara biji kedelai yang telah dicuci bersih kemudian dikuliti menggunakan tangan, yaitu dengan memisahkan kulit kedelai dengan biji kedelainya.

- b. Tahap Pencucian

Pencucian bertujuan untuk menghilangkan kotoran yang menempel maupun tercampur di antara biji kedelai. Diperlukan air yang cukup dalam proses produksi tempe baik untuk sanitasi, medium penghantar panas, maupun proses pengolahan.

Air yang digunakan dalam pengolahan harus terbebas dari mikroba patogen maupun mikroba penyebab kebusukan makanan.

#### c. Tahap Perebusan I

Perebusan bertujuan untuk melunakkan biji kedelai dan memudahkan saat pengupasan kulit serta bertujuan untuk menonaktifkan tripsin inhibitor yang ada dalam biji kedelai. Selain itu perebusan I bertujuan untuk mengurangi bau langu kedelai dan dengan proses perebusan dapat membunuh bakteri kontaminan yang kemungkinan tumbuh. Perebusan dilakukan selama 30 menit atau ditandai dengan mudah terkelupasnya kulit kedelai jika ditekan dengan jari tangan.

#### d. Tahap Perendaman

Perendaman bertujuan untuk melunakkan biji dan mencegah pertumbuhan bakteri pembusuk selama proses fermentasi. Saat proses perendaman, pada kulit biji kedelai telah berlangsung proses fermentasi oleh bakteri yang terdapat di air terutama oleh bakteri asam laktat. Perendaman juga bertujuan untuk memberikan kesempatan kepada keping-keping kedelai untuk menyerap air sehingga mengakibatkan pertumbuhan kapang menjadi optimum. Perendaman dilakukan selama  $\pm 24$  jam agar air dapat berdifusi ke dalam biji kedelai.

Selama proses perendaman, biji akan mengalami proses hidrasi, sehingga kadar air biji akan naik kira-kira dua kali kadar air semula, yaitu mencapai 62-65%. Proses perendaman memberi kesempatan pertumbuhan bakteri-bakteri asam laktat sehinggajadi penurunan pH dalam biji menjadi sekitar 4-5. Bakteri yang berkembangpada kondisi tersebut antara lain *Lactobacillus casei*, *Streptococcus faecium*, dan *Streptococcus epidermidis*. Kondisi ini memungkinkan dapat

menyebabkan terhambatnya pertumbuhan bakteri yang bersifat patogen dan pembusuk yang tidak tahan terhadap asam.

e. Tahap Pengupasan Kulit

Tahap pengupasan kulit dapat dilakukan dengan dua cara yaitu cara kering dan cara basah. Pengupasan cara kering yaitu dengan mengeringkan kedelai terlebih dahulu pada suhu 104°C selama 10 menit atau dengan pengeringan sinar matahari selama 1-2 jam. Selanjutnya penghilangan kulit dilakukan dengan alat Burr Mill. Pengupasan secara basah dapat dilakukan setelah biji mengalami hidrasi yaitu setelah perebusan atau perendaman. Biji yang telah mengalami hidrasi lebih mudah dipisahkan dari bagian kulitnya, biasanya dengan meremas-remas biji kedelai hingga kulitnya terkelupas dan terpisah antara kulit dan bijinya.

f. Tahap Perebusan II

Tahap perebusan II bertujuan untuk membunuh bakteri-bakteri kontaminan, mengaktifkan senyawa tripsin inhibitor, membantu untuk membebaskan senyawa-senyawa dalam biji yang diperlukan untuk pertumbuhan jamur. Pada perebusan II ini biji kedelai direbus pada suhu 100°C selama  $\pm 1$  jam supaya menjadi lunak sehingga dapat ditembus oleh miselia jamur yang menyatukan biji dan tempe menjadi kompak.

g. Tahap Penirisan dan Pendinginan

Tahapan ini bertujuan untuk mengurangi kandungan air yang ada dalam biji, mengeringkan permukaan biji dan menurunkan suhu biji sehingga sesuai dengan kondisi pertumbuhan jamur, air yang berlebihan dalam biji dapat menyebabkan penghambatan pertumbuhan jamur dan menstimulasi pertumbuhan bakteri-bakteri kontaminan, yang dapat menyebabkan pembusukan. Pendinginan dapat dilakukan

dengan cara membiarkan kedelai hingga dingin atau cukup mencapai suhu  $\pm 30^{\circ}\text{C}$  dan kemudian dilanjutkan dengan proses berikutnya.

#### h. Tahap Inokulasi atau Peragian

Inokulasi dilakukan dengan penambahan inokulum, yaitu ragi tempe atau laru. Inokulasi dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu penebaran inokulum pada permukaan kacang kedelai yang sudah dingin, lalu dicampur merata sebelum dilakukan pembungkusan atau dengan cara inokulum dicampurkan langsung pada saat tahap perendaman, lalu dibiarkan beberapa lama, kemudian dikeringkan. Atau kita dapat menggunakan inokulum yang telah tersedia dipasaran.

#### i. Tahap Pengemasan

Berbagai bahan pembungkus dapat digunakan untuk pengemasan tempe (misalnya daun pisang, daun waru, daun jati, dan plastik), asalkan memungkinkan masuknya udara karena pada umumnya kapang tempe membutuhkan oksigen untuk dapat tumbuh. Bahan pembungkus dari daun atau plastik biasanya diberi lubang-lubang dengan cara ditusuk-tusuk menggunakan lidi. Tahap pengemasan akan berperan sangat penting dalam mempertahankan bahan tersebut dalam keadaan bersih dan higienis.

#### j. Tahap Inkubasi atau Fermentasi

Inkubasi dilakukan pada suhu  $27^{\circ}\text{C}$ - $37^{\circ}\text{C}$  selama 40-48 jam. Pada proses ini kapang tumbuh pada permukaan dan menembus biji-biji kedelai, menyatukannya sehingga menjadi tempe. Persyaratan tempat yang dipergunakan untuk fermentasi kedelai adalah kelembaban, kebutuhan oksigen dan suhu yang sesuai dengan pertumbuhan jamur. Oksigen diperlukan dalam pertumbuhan jamur, tetapi apabila jumlahnya berlebihan dan tak seimbang dengan pembuangnya maka panas yang

ditimbulkan menjadi lebih besar dari pada panas yang dibuang atau keluar dari bungkusnya. Jika hal ini terjadi maka suhu kedelai yang sedang difermentasi menjadi meningkat dan mengakibatkan kapangnya mati. Untuk pertumbuhannya jamur tempe memerlukan suhu antara 25 °C -30°C (suhu kamar). Oleh karena itu suhu ruang fermentasi harus diperhatikan dan memiliki ventilasi yang cukup. Derajat keasaman (pH) juga mempengaruhi keberhasilan fermentasi. Kondisi pH optimum selain berfungsi sebagai syarat jamur untuk tumbuh, juga diperlukan untuk mencegah tumbuhnya mikroba lain selama fermentasi. Oleh karena itu kestabilan udara (oksigen), suhu dan pH dalam ruang fermentasi menentukan keberhasilan saat proses fermentasi tempe.

### **2.2.3. Ragi / Fermentasi Tempe**

Ragi tempe merupakan bahan yang mempunyai peranan sangat penting dalam proses pembuatan tempe, ragi tempe dengan daya tumbuh yang rendah akan mengakibatkan kegagalan dalam proses pembuatan tempe, karena itu para pengrajin tempe tidak berspekulasi dalam memilih jenis ragi tempe. Ragi dikenal dengan stater yang mengandung mikroorganisme yang mempunyai peran penting dalam fermentasi tempe, mikroorganisme tersebut berasal dari jenis kapang *Rhizopus* diantaranya *Rhizopus oligosporus*, *Rhizopus oryzae*, dan *Rhizopus stolonifer*. Beberapa sifat spesifik dari ordo *Rhizopus* ini antara lain menggunakan *sucrose*, *stachyose*, atau *raffinose* dalam metabolisme memerlukan mycelia pada suhu 30°C-42°C bersifat proteolytic dan lipolytic serta menggunakan asam lemak yang merupakan turunan dari lipid sebagai sumber energi.

Usar (inokulum tempe yang dibuat secara tradisional) telah lama dikenal dan digunakan oleh masyarakat, selain itu masyarakat juga mengenal jenis



inokulum yang lain yaitu inokulum buatan LIPI (Sukardi, dkk., 2008). Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, kini para pengrajin tempe banyak menggunakan inokulum buatan LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia) sebagai pengganti usar. Pemakaian inokulum atau ragi dari LIPI sangat mudah dibandingkan dengan usar.

Ragi tempe dengan kualitas yang baik akan menghasilkan tempe yang berkualitas antara lain berbentuk padatan kompak, berwarna putih sedikit keabuan dan berbau khas tempe. Fermentasi adalah suatu proses kimiawi yang kompleks sebagai akibat pertumbuhan maupun metabolisme mikroba yang merubah bahan-bahan mentah menjadi produk yang bernilai ekonomi tinggi. Proses kimiawi yang terjadi disebabkan oleh enzim dan enzim yang berperan dihasilkan oleh mikroorganisme atau yang telah ada di dalam bahan pangan.

Fermentasi bahan makanan dapat menyebabkan perubahan fisik dan kimia yang menguntungkan seperti flavor, aroma, tekstur, daya cerna dan daya simpan (Rachman, 1989). Fermentasi dapat terjadi karena adanya aktivitas mikroba penyebab fermentasi pada substrat organik yang sesuai. Terjadinya fermentasi ini dapat menyebabkan perubahan sifat pangan akibat pemecahan kandungan-kandungan bahan pangan tersebut. Hasil-hasil fermentasi tersebut terutama tergantung pada jenis bahan pangan (substrat), macam mikrobial dan kondisi lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan dan metabolisme tersebut (Winarno, 1980).

Makanan-makanan yang sudah mengalami proses fermentasi biasanya memiliki nilai gizi yang lebih tinggi dari bahan asalnya. Hal ini tidak hanya disebabkan karena mikrobial bersifat katabolik atau memecah komponen-

komponen yang kompleks menjadi zat-zat yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dicerna, tetapi juga dapat mensintesa beberapa vitamin yang kompleks dan faktor-faktor pertumbuhan lainnya. Misalnya, produksi dari beberapa vitamin seperti riboflavin, vitamin B<sub>12</sub> dan provitamin A (Winarno, 1980). Proses fermentasi pembuatan tempe memakan waktu 40-48 jam. Hal ini ditandai dengan pertumbuhan jamur yang hampir merata atau menutupi semua bagian kacang dan tekstur yang lebih kompak. Jika fermentasi terlalu lama, akan menyebabkan terjadinya kenaikan jumlah bakteri, jumlah asam lemak bebas, pertumbuhan jamur juga akan menurun dan menyebabkan degradasi protein lanjut sehingga akan 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.

Pada proses fermentasi tempe mampu menghilangkan zat-zat yang tidak diinginkan yang terdapat pada kedelai (Nur Hidayat, dkk., 2006). Fermentasi ternyata dapat menurunkan kadar asam fitat dalam biji kedelai. Asam fitat adalah senyawa fosfor yang dapat mengikat mineral (kalsium, besi, fosfor, magnesium, seng) sehingga tidak dapat diserap tubuh. Dengan terurainya asam fitat karena proses perebusan dan oleh enzim fitase yang akan dihasilkan oleh jamur *Rhizopus oligosporus*, fosfornya dapat dimanfaatkan tubuh dan penyerapan mineral tidak akan terganggu.

Fermentasi kedelai menjadi tempe akan meningkatkan kandungan fosfor. Hal ini disebabkan oleh enzim fitase yang dihasilkan kapang *Rhizopus oligosporus* yang mampu menghidrolisis asam fitat menjadi inositol dan fosfor bebas (Koswara, 1992). Setelah fermentasi berakhir, kapang pada tempe terus

tumbuh sehingga akan menimbulkan perubahan-perubahan. Spora akan matang dan berwarna hitam. Enzim-enzim yang dihasilkan jamur akan mengurai protein, menyebabkan perubahan pada aroma tempe hingga timbul bau ammonia. Pada akhirnya kapang akan mati, keping-keping biji akan tampak dan tempe menjadi basah. Dalam keadaan yang demikian, tempe disebut tempe bosok (busuk) (Sadikin Somaatmadja, dkk., 1985).

Hasil fermentasi diperoleh sebagai akibat metabolisme mikroba-mikroba pada suatu bahan pangan dalam keadaan anaerob. Mikroba yang melakukan fermentasi membutuhkan energi yang umumnya diperoleh dari glukosa. Dalam keadaan aerob, mikroba mengubah glukosa menjadi air, CO<sub>2</sub> dan energi (ATP). Beberapa mikroba hanya dapat melangsungkan metabolisme dalam keadaan anaerob dan hasilnya adalah substrat yang setengah terurai. Hasil penguraiannya adalah air, CO<sub>2</sub>, energi dan sejumlah asam organik lainnya, seperti asam laktat, asam asetat, etanol, serta bahan-bahan organik yang mudah menguap.

Tempe segar mempunyai aroma lembut seperti jamur yang berasal dari aroma miselium bercampur dengan aroma lezat dari asam amino bebas dan aroma yang ditimbulkan karena penguraian lemak makin lama fermentasi berlangsung, aroma yang lembut akan berubah menjadi tajam karena terjadi pelepasan ammonia (Astawan, 2004). Selain meningkatkan mutu gizi, fermentasi kedelai menjadi tempe juga mengubah aroma kedelai yang berbau langu menjadi aroma khas tempe. Jamur yang berperan dalam proses fermentasi tersebut adalah *Rhizopus oligosporus*.

### 2.3 Mutu Tempe

Karakteristik dan mutu tempe kedelai selain dipengaruhi oleh teknologi prosesnya juga ditentukan oleh jenis dan mutu kedelai serta mikroba yang akan digunakan. Ketiga faktor tersebut bersama-sama menentukan karakteristik mutu fisik, organoleptik dan kimiawi (komposisi dan nilai gizi). Tempe yang bermutu tinggi masih berwarna putih, belum terbentuk spora kapang yang berwarna abu-abu kehitaman dan aroma amoniak (Syarief et al. 1999). Mutu tempe yang kurang baik sering disebabkan oleh faktor pertumbuhan kapang pada tempe, seperti oksigen, suhu, dan nilai pH (derajat keasaman).

Oksigen memang diperlukan untuk pertumbuhan kapang, tetapi oksigen berlebih dapat menyebabkan metabolisme berlebihan dan peningkatan suhu sehingga kapang menjadi mati. Kapang tempe bersifat mesofilik (tumbuh pada suhu 25°C -30°C). Kondisi yang kurang asam juga menyebabkan pembuatan tempe akan mengalami kegagalan (Syarief et al. 1999). Mutu tempe juga dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya : mutu bahan baku, proses, jenis dan jumlah mikroorganisme yang digunakan serta suhu dan waktu proses fermentasi. Secara konvensional, mutu biasanya menggambarkan karakteristik langsung suatu produk, seperti penampilan, keadaan, dan lain sebagainya. Mutu tempe bergantung pada mutu bahan baku yang digunakan.

Klarifikasi karakteristik mutu bahan pangan terdapat dua kelompok, yaitu :

1. Karakteristik fisik/tampak, meliputi penampilan yaitu warna, ukuran, bentuk, dan cacat fisik, kinestetika yaitu tekstur, kekentalan, konsentrasi, flavor yaitu sensasi dari kombinasi bau dan cicip
2. Karakteristik tersembunyi, yaitu nilai gizi dan keamanan mikrobiologis (Ramdhani, 2007). Adapun sifat mutu merupakan sifat-sifat yang langsung dapat diamati, dianalisis atau diukur dari produk. Sifat-sifat itu dapat berupa sifat fisik obyektif (susunan kimia, kadar air, kadar abu, berat dan ukuran) ataupun sifat organoleptik subyektif (rasa, bau, dan tekstur). Sifat-sifat ini diukur dengan alat fisik maupun secara uji indrawi (Soekarto, 1990).

Kadarisman (2008) menyatakan mutu menurut ISO-9000 sebagai derajat dari serangkaian karakteristik produk atau jasa yang memenuhi kebutuhan dan harapan yang diinginkan.

#### **2.4 Proses Pengolahan Produk Tempe**

Pengolahan bahan pangan merupakan pengubahan bentuk asli kedalam bentuk yang mendekati bentuk untuk dapat segera dimakan. Salah satu proses pengolahan bahan pangan adalah menggunakan pemasakan. Pengolahan pangan dengan menggunakan pemanasan dikenal dengan proses pemasakan yaitu proses pemasakan bahan pangan dengan suhu 100°C atau lebih dengan tujuan utama adalah memperoleh rasa yang lebih enak, aroma yang lebih baik, tekstur yang lebih lunak, untuk membunuh mikrobia dan menginaktifkan semua enzim. Dalam banyak hal, proses pemasakan diperlukan sebelum kita mengkonsumsi suatu masakan. Penggunaan panas dalam proses pemasakan sangat berpengaruh pada nilai gizi bahan pangan tersebut dan akan berpengaruh pada mutu yang dihasilkan

oleh bahan pangan tersebut. Pemasakan dapat dilakukan dengan perebusan dan pengukusan (*boiling and steaming* pada suhu 100°C). Menurut (Wilson et al. 2005) sifat alergenitas suatu bahan pangan dapat dipengaruhi oleh proses pemanasan, fermentasi, hidrolisis enzimatis, konjugasi dengan karbohidrat, rekayasa genetika dan proses ekstruksi.