

**TEKNOLOGI PENGOLAHAN KEDELAI
(TEORI DAN PRAKTEK)**

Oleh :

Ir. Sutrisno Koswara, MSi

Produksi :

EbookPangan.com

2009

Menurut para ahli botani, kedelai merupakan tanaman yang berasal dari Manchuria dan sebagian Cina, di mana terdapat banyak jenis kedelai liar. Kemudian menyebar ke daerah-daerah tropika dan subtropika. Setelah dilakukan pemuliaan, dihasilkan jenis-jenis kedelai unggul yang dibudidayakan. Umur panen tanaman kedelai berbeda-beda tergantung varietasnya tetapi umumnya berkisar antara 75 dan 105 hari.

Dilihat dari segi pangan dan gizi, kedelai merupakan sumber protein yang paling murah di dunia, disamping menghasilkan minyak dengan mutu yang baik. Varietas-varietas kedelai yang ada di Indonesia antara lain Otau, Ringgit, Sumbing, Merapi, Shakti, Davros, Taiching, TK-5, Orba, Galunggung, Lokon, Guntur dan lain-lain, mempunyai kadar protein 30,53 sampai 44 persen, sedangkan kadar lemaknya 7,5 sampai 20,9 persen.

A. HASIL OLAHAN KEDELAI

Baik kedelai utuh, maupun protein dan minyaknya dapat diolah menjadi berbagai macam produk pangan, pakan ternak dan produk-produk untuk keperluan industri. Kedelai dapat dimakan langsung maupun dalam bentuk olahannya. Kedelai yang dimakan langsung dipersiapkan dengan perebusan, penyangraian atau penggorengan. Kedelai rebus biasa disajikan dalam bentuk kedelai muda yang direbus dengan polongnya. Produk hasil olahan merupakan produk kedelai yang dihasilkan melalui proses pengolahan terlebih dahulu, baik secara tradisional maupun modern. Dilihat dari persentase penggunaan kedelai dunia, diperkirakan sekitar 40 persen dari total produksi digunakan sebagai bahan makanan manusia khususnya di Asia Timur dan Asia Tenggara, 55 persen sebagai pakan ternak dan hanya 5 persen sebagai bahan baku industri khususnya di negara - negara maju.

Produk olahan kedelai dapat digolongkan menjadi dua kelompok, yaitu makanan non fermentasi dan terfermentasi. Makanan non fermentasi dapat berupa hasil pengolahan tradisional dan modern. Produk fermentasi hasil industri tradisional yang populer adalah tempe, kecap dan tauco, sedangkan produk non fermentasi hasil industri tradisional adalah tahu dan kembang tahu.

Produk-produk hasil olahan industri moderen sebagian besar terdiri atas produk non fermentasi. Misalnya minyak kedelai dan hasil olahannya, tepung kedelai, serta konsentrat dan isolat protein kedelai. Protein kedelai juga dapat diolah menjadi daging tiruan atau daging sintetik (*TVP/Texturized Vegetable Protein*). Umumnya produk-produk tersebut bukan merupakan produk jadi siap dimasak atau dikonsumsi, tetapi digunakan sebagai bahan dasar atau industri lainnya. Misalnya digunakan sebagai bahan penolong dalam formulasi suatu bentuk makanan seperti roti, kue kering, cake, sup, sosis, hamburger, *meat loaves*, donat, margarin, *shortening*, minyak salad, bumbu - bumbu dan sebagainya. Sedangkan produk fermentasi hasil pengolahan industri modern diantaranya adalah yoghurt kedelai (*soyghurt*) dan keju kedelai (*soy cheese*).

Di negara -negara maju seperti Jepang, Amerika Serikat, dan negara - negara Eropa, konsentrat dan isolat protein kedelai serta TVP bukan merupakan barang baru lagi. Diperkirakan Amerika Serikat saja memproduksi ketiga produk tersebut masing-masing sebanyak 45,5; dan 59,0 ribu ton. Kemungkinan besar permintaan produk-produk semacam ini akan terus meningkat sesuai dengan meningkatnya perkembangan industri pangan

B. KANDUNGAN GIZI KEDELAI

Biji kedelai terdiri dari 7,3 persen kulit, 90,3 persen kotiledon (isi atau "daging" kedelai) dan 2,4 persen hipokotil. Kedelai mengandung protein rata-rata 35 persen, bahkan dalam varietas unggul kandungan proteinnya dapat mencapai 40 - 44 persen. Protein kedelai sebagian besar (85 - 95 persen) terdiri dari globulin dan dibandingkan dengan kacang-kacangan lain, susunan asam amino pada kedelai lebih lengkap dan seimbang.

Kedelai mengandung sekitar 18 - 20 persen lemak dan 25 persen dari jumlah tersebut terdiri dari asam-asam lemak tak jenuh yang bebas kolesterol. Disamping itu di dalam lemak kedelai terkandung beberapa posfolipida penting yaitu lesitin, sepalin dan lipositol.

Kedelai mengandung karbohidrat sekitar 35 persen, dari kandungan karbohidrat tersebut hanya 12 - 14 persen saja yang dapat digunakan tubuh secara biologis. Karbohidrat pada kedelai terdiri atas golongan oligosakarida dan golongan polisakarida. Golongan oligosakarida terdiri dari sukrosa, stakiosa, dan raffinosa yang larut dalam air. Sedangkan golongan polisakarida terdiri dari erabinogalaktan dan bahan-bahan selulosa yang tidak larut dalam air dan alkohol.

Secara umum kedelai merupakan sumber vitamin B, karena kandungan vitamin B₁, B₂, niasin, piridoksin dan golongan vitamin B lainnya banyak terdapat di dalamnya. Vitamin lain yang terkandung dalam jumlah cukup banyak ialah vitamin E dan K.

Kedelai banyak mengandung kalsium dan fosfor, sedangkan besi terdapat dalam jumlah relatif sedikit. Mineral-mineral lain terdapat dalam jumlah yang sangat sedikit (kurang dari 0,003 persen) yaitu boron, magnesium, berilium dan seng.

Kulit kedelai mengandung 87 serat makanan (*dietary fiber*), 40 - 53 persen selulosa kasar, 14 - 33 persen hemiselulosa kasar dan 1 - 3 persen serat kasar. Serat kedelai adalah bukan kulit atau sekam kedelai, tetapi produk kedelai yang tidak berbau, tawar dan bentuknya dapat disesuaikan dengan tujuan penggunaannya, yang terutama sebagai sumber serat makanan. Efek fisiologis dan manfaat klinis serat kedelai pada manusia telah banyak diteliti. Hasilnya dapat disimpulkan sebagai berikut : (1). Menurunkan kolesterol pada penderita hiperkolesterolemia, (2). Memperbaiki toleransi terhadap glukosa dan respon insulin pada penderita hiperlipidemia dan diabetes, (3). Meningkatkan volume tinja, sehingga mempercepat waktu transit makanan (waktu yang diperlukan sejak dimakan sampai dikeluarkan berupa tinja), dan (4). Tidak berakibat negatif terhadap retensi mineral (penyerapan mineral).

C. SENYAWA PENGHAMBAT DALAM KEDELAI

Disamping mengandung senyawa-senyawa yang berguna di atas, ternyata pada kedelai juga terdapat senyawa-senyawa anti gizi dan senyawa penyebab *off - flavor* (penyimpanan cita rasa dan aroma pada produk pengolahan kedelai). Diantara senyawa anti gizi yang sangat mempengaruhi mutu produk olahan kedelai ialah antitripsin,

hemagglutinin, asam fitat, oligosakarida penyebab flatulensi (timbulnya gas dalam perut sehingga perut menjadi kembung). Sedangkan senyawa penyebab "off flavor" pada kedelai ialah glukosida, saponin, estrogen dan senyawa - senyawa penyebab alergi. Dalam pengolahan, senyawa-senyawa tersebut harus dihilangkan, atau dinaktifkan, sehingga akan dihasilkan produk olahan kedelai dengan mutu terbaik dan aman untuk dikonsumsi manusia. Untuknya proses penghilangan senyawa-senyawa pengganggu ini tidak sulit.

Antitripsin adalah suatu jenis protein yang menghambat kerja enzim tripsin di dalam tubuh. Senyawa ini secara alami banyak terdapat dalam kacang-kacangan terutama kacang kedelai. Faktor anti gizi ini menyebabkan pertumbuhan tidak normal pada tikus percobaan yang diberi ransum kedelai mentah dan juga mengalami hipertrofi (pembengkakan) pankreas. Aktivitas anti tripsin dalam kedelai dapat dihilangkan dengan cara perendaman yang diikuti pemanasan. Pemanasan dapat dilakukan dengan perebusan, pengukusan atau dengan menggunakan otoklaf.

Hemagglutinin atau disebut juga lektin banyak terdapat dalam kacang-kacangan atau tanaman lain, dan jika diberikan kepada hewan percobaan dapat menyebabkan penggumpalan sel darah merah. Penggumpalan ini biasanya terjadi dalam usus halus, sehingga penyerapan zat-zat gizi terganggu yang menyebabkan pertumbuhan terhambat. Tepung kedelai mentah mengandung sekitar 3 % hemagglutinin.

Daya racun hemagglutinin (menggumpalkan sel darah merah) dapat dihilangkan dengan pemanasan kacang kedelai, baik dengan pengukusan, perebusan dan otoklaf. Pengukusan 100°C selama 15-20 menit dapat menghancurkan daya racun hemagglutinin, sedangkan jika digunakan otoklaf pada suhu 121°C (15 psi) hanya membutuhkan waktu 5 menit. Pengaruh perebusan terhadap aktivitas hemagglutinin belum banyak diteliti, tetapi dapat diduga dapat menghilangkan aktivitas tersebut pada pemasakan di rumah tangga.

Asam fitat termasuk ke dalam senyawa anti gizi karena dapat mengkelat (mengikat) elemen mineral terutama seng, kalsium, magnesium dan besi sehingga akan mengurangi ketersediaan mineral-mineral tersebut secara biologis. Asam fitat juga dapat bereaksi dengan protein membentuk senyawa kompleks sehingga kecepatan hidrolisis protein oleh enzim-enzim proteolitik dalam sistem pencernaan menjadi terhambat karena

adanya perubahan konfigurasi protein. Karena mampu mengkelat mineral, maka kandungan fitat yang tinggi (1 persen atau lebih) dalam makanan dapat menyebabkan defisiensi (kekurangan) mineral, misalnya kekurangan mineral magnesium pada anak ayam, kekurangan kalsium pada hewan dan manusia, serta gangguan penyerapan besi pada anak laki-laki. Asam fitat dalam kedelai dapat dihilangkan dengan fermentasi (misalnya pada pembuatan kecap, tempe, tauco), perkecambahan dan perendaman dalam air hangat.

Oligosakarida adalah jenis karbohidrat yang merupakan polimer dari dua sampai sepuluh monosakarida. Oligosakarida yang mengandung ikatan alfa-galaktosida berhubungan dengan timbulnya flaktulensi, yaitu menumpuknya gas-gas dalam perut. Jenis oligosakarida penyebab flatulensi tersebut banyak terdapat dalam kacang-kacangan, biji-bijian dan hasil tanaman lain. Pada umumnya terdapat tiga senyawa oligosakarida yang menyebabkan flatulensi, yaitu raffinosa, stakiosa dan verbaskosa.

Ketiga jenis oligosakarida di atas tidak dapat dicerna, karena mukosa usus mamalia (termasuk manusia) tidak mempunyai enzim pencernanya, yaitu alfa-galaktosidase. Dengan demikian oligosakarida tersebut tidak dapat diserap oleh tubuh. Bakteri-bakteri yang terkandung dalam saluran pencernaan akan memfermentasinya, terutama pada bagian usus halus. Fermentasi ini akan menghasilkan sejumlah gas, terutama karbon dioksida, hidrogen dan sedikit metana, yang juga akan menurunkan pH lingkungannya. Adanya gas-gas ini menghasilkan suatu tekanan di dalam perut yang disebut flatulensi.

Banyak usaha yang telah dikerjakan untuk menghilangkan oligosakarida dalam kacang-kacangan yang bisa dikonsumsi. Diantara usaha-usaha tersebut yang paling umum adalah perendaman yang diikuti proses perkecambahan, dan fermentasi (misalnya pembuatan tempe, kecap dan tauco).

Bau dan rasa langu merupakan salah satu masalah dalam pengolahan kedelai. Rasa langu yang tidak disukai ini dihasilkan oleh adanya enzim lipoksidase pada kedelai. Hal ini terjadi karena enzim lipoksidase menghidrolisis atau menguraikan lemak kedelai menjadi senyawa-senyawa penyebab bau langu, yang tergolong pada kelompok heksanal

dan heksanol. Senyawa-senyawa tersebut dalam konsentrasi rendah sudah dapat menyebabkan bau langu.

Disamping rasa langu, faktor penyebab "off-flavor" yang lain dalam kedelai adalah rasa pahit dan rasa kapur yang disebabkan oleh adanya senyawa-senyawa glikosida dalam biji kedelai. Diantara glikosida-glikosida tersebut, soyasaponin dan sapogenol merupakan penyebab rasa pahit yang utama dalam kedelai dan produk-produk non fermentasinya.

Senyawa glikosida lain yang menyebabkan "off-flavor" pada kedelai adalah isoflavon dan gugus aglikonya. Glikosida tersebut menyebabkan timbulnya rasa kapur pada susu kedelai dan produk nonfermentasi lainnya. Senyawa isoflavon dalam kedelai terdiri dari genistin dan daidzin, sedangkan gugus aglikonnya masing-masing disebut genistein dan daidzein.

D. TAHU DAN KEMBANG TAHU

Tahu berasal dari Cina. Metode pembuatan tahu pertama kali ditemukan oleh Liu An pada tahun 164 SM. Liu An adalah seorang filsuf, guru, ahli hukum dan ahli politik yang mempelajari kimia dan meditasi dalam agama Tao. Dia memperkenalkan tahu pada teman-temannya yang tidak menyantap daging, yaitu para pendeta. Pada masa itu kedelai termasuk salah satu bahan makanan utama orang-orang kuil (pendeta). Oleh para pendetalah sambil menyebarkan agama Budha, tahu tersebar ke seluruh dunia.

Untuk membuat tahu diperlukan bahan berupa kedelai, bahan penggumpal dan pewarna (jika perlu). Kedelai yang dipakai harus bermutu tinggi, utuh dan bersih dari segala kotoran. Senyawa penggumpal yang biasa digunakan adalah kalsium sulfat (CaSO_4 , dikenal sebagai batu tahu atau *sioko*), asam cuka, dan biang tahu (cairan bekas perasan tahu yang diinapkan). Sedangkan zat pewarna yang dianjurkan dipakai adalah kunyit. Tahap-tahap dalam pembuatan tahu antara lain merendam kedelai, mengupas, menggiling, menyaring, memasak, menggumpalkan, mencetak dan memotong.

Sebagai sumber protein nabati, tahu mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan sumber protein nabati lainnya. Tahu mengandung air 86 %, protein 8 -

12%, 4,6% lemak dan 1,6 % karbohidrat. Juga mengandung berbagai mineral seperti kalsium, zat besi, fosfat, kalium, natrium; serta vitamin seperti kolin, vitamin B dan vitamin E. Kandungan asam lemak jenuhnya rendah dan bebas kolesterol. Mutu proteinnya cukup tinggi, sehingga cocok untuk makanan diet.

Kadar protein tahu biasa berkisar antara 8 - 12 %, lebih tinggi dibandingkan dengan kadar protein beras (6 - 7%) atau susu segar (3 - 4%). Tahu cina kadar proteinnya lebih tinggi, yaitu sekitar 11 %, bila dikeringbekukan kadar proteinnya bahkan dapat mencapai 53%. Bagi orang Indonesia yang makanan pokoknya beras (nasi) akan sangat menguntungkan jika berlauk pauk tahu. Sebab tahu kaya akan amino lisin tetapi kekurangan asam amino belerang, sedangkan biji-bijian seperti beras, jagung, gandum banyak mengandung asam amino belerang dan kekurangan asam amino lisin. Bila dimakan bersama, asam amino dari kedua jenis bahan tersebut akan saling melengkapi membentuk susunan yang sesuai dengan pola yang dibutuhkan oleh tubuh. Keadaan ini menciptakan pula *protein-sparing effect*, yaitu tubuh akan menggunakan karbohidrat dari biji-bijian sebagai sumber energi sehingga protein tahu secara utuh dapat digunakan sesuai fungsi dasarnya, yaitu untuk pertumbuhan dan pengganti sel yang aus.

Tahu sangat mudah diperoleh di pasaran. Macam dan ukurannya sangat bervariasi. Pada umumnya kita mengenal tahu biasa, tahu cina, tahu pong dengan ukuran 4 x 4 x 2,5 cm untuk tahu goreng dan 5,5 x 5,5 x 2,5 cm untuk tahu sayur. Sedangkan warna untuk tahu ada dua pilihan yaitu putih dan kuning dalam berbagai gradasi warna.

Dengan kemajuan teknologi pangan, kini bisa dijumpai tahu sutera, tahu segar (*fresh tofu*), tahu telur. Tahu sutera, tahu telur dan tahu segar masih merupakan produk impor dari Jepang atau Taiwan. Tahu sutera mempunyai tekstur yang sangat lembut, halus seperti sutera. Hal ini diperoleh dengan menggunakan bahan penggumpal *glukone delta lakton* (GDL). Tahu sutera banyak digunakan sebagai makanan penutup (*dessert*), biasanya disajikan bersama sirop jahe untuk memperlezat cita rasanya.

Hasil olah tahu yang lain adalah tahu tahan lama (*long life tofu*), tau kering beku (*dried frozen tofu*), tahu snack (*snack tofu*), dan produk fermentasi tahu seperti *sufu* (keju kedelai) dan *kap mou tiem* (kulit goreng tiruan). Ada juga yang disebut kembang tahu yang merupakan variasi lain hasil olah kedelai. Wujudnya berupa lembaran kering

berwarna kecoklatan. Kembang tahu diperoleh dari lapisan atas yang diperoleh dari susu kedelai yang direbus. Lapisan atas tersebut diangkat dengan alat khusus, ditiriskan dan dikeringkan.

Kembang tahu atau dikenal juga dengan nama *yuba* dibuat dari susu kedelai yang dipanaskan pada suhu 80-90°C, sehingga membentuk lapisan tipis (film) secara perlahan-lahan pada permukaan susu kedelai. Lapisan ini berwarna kuning kecoklatan, berupa ikatan kompleks antara lemak dan protein susu kedelai. Setelah terbentuk, film lalu diangkat dengan hati-hati, ditiriskan dan dikeringkan. Hasilnya berupa lembaran tipis berwarna kuning kecoklatan yang disebut kembang tahu. Setelah diambil, film baru akan terbentuk lagi. Proses ini kemudian diulangi sekitar 8 kali atau sampai tidak terbentuk lagi lapisan film yang baru. Dari 1 kg kedelai rata-rata dapat dihasilkan 0,40 - 0,55 kg kembang tahu kering. Komposisi kembang tahu kering adalah 9 % air, 55 % protein, 25 % lemak dan 2 % abu.

Kembang tahu dapat digunakan sebagai bahan untuk berbagai sayuran, ditumis, bahan untuk *capcay* dan lain-lain. Sop dan berbagai masakan Cina banyak menggunakan kembang tahu sebagai salah satu bahan yang penting. Di Jepang dan beberapa makanan negara Eropa kembang tahu banyak digunakan sebagai bahan untuk membuat ham tiruan (khususnya vegetarian) dan *chicken roll*. Di Taiwan *yuba* dan gluten merupakan sumber protein utama bagi para vegetarian.

Kembang tahu dapat dibuat baik secara tradisional (sederhana) maupun secara modern (dengan mesin dalam pabrik). Di Indonesia umumnya pembuatan kembang tahu masih dilakukan secara tradisional. Proses pembuatan kembang tahu secara modern telah dikembangkan di Taiwan dan Hongkong dan diproduksi secara besar-besaran dengan pabrik yang cukup modern sejak tahun 1973. Pada prinsipnya terdapat tiga metode yang digunakan di pabrik-pabrik tersebut, yaitu metode Na-alginat, metode "drum-drying" dan metode "belt-drying". Yang paling banyak digunakan adalah metode "drum-drying".

Pada pembuatan kembang tahu secara tradisional, mula-mula kedelai direndam satu malam, lalu digiling dengan air secukupnya sehingga menjadi bubur kedelai. Bubur yang didapat kemudian diencerkan sehingga perbandingan air dan kedelai kering secara keseluruhan adalah 8 : 1. Selanjutnya disaring hingga mendapat susu kedelai mentah,

yang kemudian diletakan dalam wadah dangkal dan permukaanya luas (seperti nampan), atau dapat juga dalam panci. Susu kedelai dipanaskan pada suhu 80-90^o C sampai terbentuk lapisan tipis di atas permukaanya. Lapisan film diangkat dengan hati-hati ditiriskan sebentar, lalu dikeringkan. Proses ini dilakukan terus sampai tidak terbentuk lapisan tipis lagi.

1. PRAKTEK PEMBUATAN KEMBANG TAHU/YUBA

Kembang tahu merupakan salah satu bentuk hasil olah kedelai. Wujudnya berupa lembaran kering berwarna kecoklatan. Kembang tahu diperoleh dari lapisan atas yang diperoleh dari susu kedelai yang direbus. Lapisan atas tersebut diangkat dengan alat khusus, ditiriskan dan dikeringkan.

Kembang tahu atau dikenal juga dengan nama *yuba* dibuat dari susu kedelai (lihat bab mengenai pembuatan susu kedelai) yang dipanaskan pada suhu 80-90 °C, sehingga membentuk lapisan tipis (film) secara perlahan-lahan pada permukaan susu kedelai. Lapisan ini berwarna kuning kecoklatan, berupa ikatan kompleks antara lemak dan protein susu kedelai. Setelah terbentuk, film lalu diangkat dengan hati-hati, ditiriskan dan dikeringkan. Hasilnya berupa lembaran tipis berwarna kuning kecoklatan yang disebut kembang tahu. Setelah diambil, film baru akan terbentuk lagi. Proses ini kemudian diulangi sekitar 8 kali atau sampai tidak terbentuk lagi lapisan film yang baru. Dari 1 kg kedelai rata-rata dapat dihasilkan 0,40 - 0,55 kg kembang tahu kering. Komposisi kembang tahu kering adalah 9 % air, 55 % protein, 25 % lemak dan 2 % abu.

Kembang tahu dapat digunakan sebagai bahan untuk berbagai sayuran, ditumis, bahan untuk *capcay* dan lain-lain. Sop dan berbagai masakan Cina banyak menggunakan kembang tahu sebagai salah satu bahan yang penting. Di Jepang dan beberapa makanan negara Eropa kembang tahu banyak digunakan sebagai bahan untuk membuat ham tiruan (khususnya vegetarian) dan *chicken roll*. Di Taiwan yuba dan gluten merupakan sumber protein utama bagi para vegetarian.

Kembang tahu dapat dibuat baik secara tradisional (sederhana) maupun secara modern (dengan mesin dalam pabrik). Di Indonesia umumnya pembuatan kembang tahu masih dilakukan secara tradisional. Proses pembuatan kembang tahu secara modern telah dikembangkan di Taiwan dan Hongkong dan diproduksi secara besar-besaran dengan pabrik

yang cukup modern sejak tahun 1973. Pada prinsipnya terdapat tiga metode yang digunakan di pabrik-pabrik tersebut, yaitu metode Na-alginat, metode "drum-drying" dan metode "belt-drying". Yang paling banyak digunakan adalah metode "drum-drying".

Pada pembuatan kembang tahu secara tradisional, mula-mula kedelai direndam satu malam, lalu digiling dengan air secukupnya sehingga menjadi bubur kedelai. Bubur yang didapat kemudian diencerkan sehingga perbandingan air dan kedelai kering secara keseluruhan adalah 8 : 1. Selanjutnya disaring hingga mendapat susu kedelai mentah, yang kemudian diletakan dalam wadah dangkal dan permukaanya luas (seperti nampan), atau dapat juga dalam panci. Susu kedelai dipanaskan pada suhu 80-90° C sampai terbentuk lapisan tipis di atas permukaanya. Lapisan film diangkat dengan hati-hati ditiriskan sebentar, lalu dikeringkan. Proses ini dilakukan terus sampai tidak terbentuk lapisan tipis lagi.

2. PRODUK OLAHAN TAHU

Tahu Tahan Lama

Tahu tahan lama merupakan pengawetan tahu sutera dengan modifikasi teknologi, yang prosesnya banyak dilakukan di Jepang. Di Jepang dikenal dua jenis tahu (tofu), yaitu tahu biasa disebut *momen* atau *regular tofu* dan tahu sutera atau *kinogushi tahu*. Tahu biasa dibuat dengan dicetak dan ditekan untuk menghilangkan sebagian air, sehingga tahu menjadi keras. Pada pembuatan tahu sutera, air tahu tidak dibuang.

Modernisasi pada pembuatan tahu sutera, menghasilkan produk yang disebut tahu tahan lama (*long life tofu*). Dalam pembuatannya, mula-mula sari atau susu kedelai dipanaskan pada suhu 130°C selama beberapa detik (proses ini dikenal dengan sterilisasi UHT = *Ultra High Temperature*), kemudian didinginkan sampai suhu 10 - 15 °C dan dilakukan penambahan glukonodelta-lakton. Selanjutnya secara aseptik dimasukkan ke dalam wadah plastik dan ditutup rapat. Kemudian wadah plastik tersebut dimasukkan ke dalam air panas (95 °C) selama 30 menit agar terjadi koagulasi atau penggumpalan. Setelah itu didinginkan dengan air mengalir.

Tahu Kering Beku (*Kori Tofu/Freeze Dried Tofu*)

Tahu kering beku (*kori tofu*) merupakan produk awetan tahu dengan menggunakan prinsip pengeringan beku. Tahu akan sulit dikeringkan begitu saja karena teksturnya sangat kompak dan banyak mengandung air. Untuk dapat dikeringkan, tahu harus dibekukan lebih dahulu pada suhu $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, kemudian setelah beku dibiarkan (di *aging*) pada suhu -1 sampai $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 2 – 3 minggu, sehingga akan terbentuk tekstur yang porous (seperti spons) dan akan mudah dikeringkan.

Kristal-kristal yang terbentuk dalam tahu dicairkan dengan cara *dithawing* (dianginkan) pada suhu ruang dan airnya dihilangkan dengan cara pemerasan. Seterusnya dilakukan pengeringan dengan udara panas, misalnya dengan pengering kabinet atau oven. Tahu kori atau *kori tofu* ini dapat berkembang volumenya menjadi 6 kali lipat jika direndam dalam air panas.

Tahu Snack (*Snack Tofu*)

Tahu *snack* (*snack tofu*) merupakan makanan yang populer di Taiwan. Makanan ini mempunyai tekstur yang khas dan rasanya enak juga sangat bergizi. Tetapi produk ini relatif mudah rusak. Dewasa ini berbagai usaha telah dilakukan untuk mencegah kerusakan tersebut, dan berhasil dengan memuaskan.

Di Amerika Serikat, usaha pengawetan makanan semi basah (IMF = *Intermediete Moisture Foods*) termasuk tahu snack dilakukan dengan menggunakan humektan yang diproduksi oleh perusahaan *General Food Co.* Humektan dapat menurunkan aktivitas air bahan pangan, sehingga lebih sulit ditumbuhi jasad renik. Jepang juga tidak ketinggalan, misalnya perusahaan vinegar terbesar di Jepang, yaitu *Nakano Vinegar Company*, menggunakan larutan vinegar konsentrasi tinggi untuk mengawetkan berbagai produk pangan semi basah termasuk tahu snack. Penyerap oksigen merek *Ageless*, yang dihasilkan *Mitsubishi Gas Company* banyak digunakan untuk menyerap oksigen dalam kemasan, sehingga dapat mencegah pertumbuhan mikroba.

Pembuatan Tahu *Snack*

Ada dua metode yang biasa digunakan dalam pembuatan tahu snack. Pertama, menyangkut penggumpalan susu kedelai membentuk tahu, pengepresan, pemotongan,

pemberian bumbu, pemasakan dan pengeringan dengan udara panas, dan pengemasan. Produk yang dihasilkannya disebut tahu *snack* kering (*dried snack tofu*). Sedangkan cara kedua meliputi pemasakan susu kedelai, penggumpalan menjadi tahu, pengepresan, penggorengan dengan sitem terendam (*deep fat frying*), pemberian bumbu, pemasakan dan pengeringan. Produk yang dihasilkannya disebut tahu *snack* berminyak (*oily snack tofu*).

E. SUFU (KEJU KEDELAI)

Sufu adalah produk yang menyerupai keju lunak, terbuat dari *curd* atau gumpalan protein kedelai (tahu) dengan bantuan aktivitas kapang. Proses pembuatan sufu pada mulanya dianggap hanya merupakan peristiwa alam. Tetapi pada tahun 1929, Wai berhasil mengisolasi dan mempelajari bahwa proses fermentasi pada *curd* kedelai disebabkan adanya mikroorganisme dari spesies *Mucor*. Sekarang, proses pembuatan sufu sudah berkembang, yaitu dengan menggunakan kultur atau starter murni untuk proses fermentasinya.

Proses Pembuatan

Proses pembuatan sufu meliputi : persiapan tahu, inokulasi kapang dan pematangan. Kadar air tahu untuk fermentasi berbeda dengan tahu yang biasa dikonsumsi langsung. Secara umum tahu untuk fermentasi mempunyai kandungan air sekitar 83%, dengan kadar protein 10% dan lemak 4%. Sedangkan kadar air tahu biasa adalah sekitar 90%.

Dalam tahap persiapan fermentasi, terlebih dahulu tahu tersebut direndam dalam larutan yang mengandung 6 persen NaCl dan 2,5 persen asam sitrat selama 1 jam, kemudian disterilisasi pada suhu 100 °C selama 15 menit. Perlakuan ini bertujuan untuk mencegah pertumbuhan bakteri-bakteri pencemar, tetapi tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan jamur yang dibutuhkan untuk pembuatan sufu.

Untuk memperoleh produk fermentasi yang baik dibutuhkan persyaratan sebagai berikut :

- a. Jamur yang digunakan untuk fermentasi harus bermutu baik.

- b. Dalam proses fermentasi, kemungkinan jamur tersebut menggunakan karbon dalam lemak sebagai sumber energi, karena kandungan karbohidrat dalam substrat rendah. Oleh karena itu, jamur tersebut harus mengembangkan sistem enzim yang mempunyai aktivitas lipolitik dan proteolitik yang tinggi karena kapang ditumbuhkan pada media yang kaya lemak dan protein.
- c. Kapang atau jamur harus memiliki miselia berwarna putih atau putih kekuningan untuk menghasilkan penampakan produk akhir yang menarik.
- d. Pertumbuhan kapang tidak menghasilkan bau maupun rasa yang tidak disukai, maupun membentuk racun (mikotoksin).

Mikroba yang berperan dalam pembuatan sufu diisolasi pertamakali oleh Wai (1929) dan dikenal dengan nama *Mucor sufu*. Selanjutnya diketahui pula bahwa *Actinomucor elegans*, *Mucor salvaticus*, *Mucor hiemalis* dan *Mucor subtilissimus* memiliki sifat-sifat yang dibutuhkan untuk menghasilkan sufu dengan mutu yang baik. Tetapi jenis jamur yang paling baik dan paling ekonomis dan komersial adalah *Actinomucor elegans*.

Langkah terakhir dalam pembuatan sufu adalah penggaraman dan pematangan. Potongan tahu yang telah diinokulasi, ditempatkan dalam berbagai konsentrai larutan garam, tergantung rasa yang diinginkan. Konsentrasi yang umum dipergunakan adalah 12 persen NaCl dan ditambah anggur beras yang mengandung 10 persen etil alkohol. Masa pemeraman dan pematangan berkisar antara 40 dan 60 hari.

F. SUSU KEDELAI

Susu kedelai merupakan minuman bergizi tinggi dan sejak abad ke-2 sebelum masehi sudah dibuat di Cina. Dari Cina kemudian berkembang ke Jepang dan setelah Perang Dunia ke-II berkembang ke negara-negara Asean. Perkembangan susu kedelai di Indonesia sampai saat ini masih jauh ketinggalan dibandingkan dengan Singapura, Malaysia dan Phillipina. Di Malaysia dan Phillipina sejak tahun 1952 telah dikembangkan susu kedelai dengan nama dagang "Vitabean". yang telah diperkaya dengan vitamin dan mineral. Di Phillipina juga dikenal susu kedelai dengan nama "Philsoy".

Susu kedelai adalah produk seperti susu sapi, tetapi dibuat dari ekstrak kedelai. Susu kedelai diperoleh dengan cara penggilingan biji kedelai yang telah direndam dalam air. Hasil penggilingan kemudian disaring untuk memperoleh filtrat atau cairan susu kedelai, yang kemudian dididihkan dan diberi bumbu, biasanya berupa gula dan esen untuk meningkatkan rasanya.

Protein susu kedelai dapat digunakan sebagai pengganti susu sapi bagi mereka yang alergi terhadap laktosa (*lactose intolerance*) atau bagi mereka yang tidak menyukai susu sapi. Untuk memperoleh susu kedelai yang baik dan layak dikonsumsi manusia, diperlukan persyaratan sebagai berikut : bebas dari bau dan rasa langu kedelai, bebas antitripsin, dan mempunyai stabilitas koloid yang mantap.

Bau dan rasa langu kedelai dapat dihilangkan dengan cara menginaktifkan enzim lipoksigenase menggunakan pemanasan. Cara yang dapat dilakukan antara lain : (1) menggunakan air panas (suhu 80-100°C) pada saat penggilingan kedelai, atau (2) merendam kedelai dalam air panas selama 10 - 15 menit, sebelum kedelai digiling. Sedangkan agar bebas antitripsin, kedelai direndam dalam air atau larutan NaHCO₃ 0,5 % selama semalam (8-12 jam) yang diikuti dengan perendaman dalam air mendidih selama 30 menit.

Stabilitas koloid yang mantap dapat diperoleh dengan salah satu cara berikut : (1) menambahkan senyawa penstabil misalnya CMC dan Tween 80, (2) menggiling dilakukan dengan air panas dan penyimpanan sebaiknya pada suhu dingin (refrigerator), (3) melakukan homogenisasi, yaitu suatu proses untuk mendapatkan ukuran butir-butir lemak yang seragam menggunakan alat yang disebut *homogenizer*, dan (4) mengatur kadar protein susu kedelai cair sampai kurang dari 7 % (jika lebih dari 7 % protein mudah menggumpal saat susu kedelai dipanaskan), yang dilakukan dengan cara menambahkan air pada bubur kedelai hasil penggilingan sampai perbandingan air dan kedelai 10 : 1. Kadar protein dalam susu kedelai yang diperoleh dengan rasio ini adalah 3 - 4 persen.

Susu kedelai cair dapat dibuat dengan menggunakan teknologi dan peralatan sederhana, maupun dengan teknologi moderen dalam pabrik. Susu kedelai dapat disajikan dalam bentuk murni, artinya tanpa penambahan gula dan cita rasa baru. Dapat juga ditambah gula atau flavor (esen/cita rasa) seperti moca, pandan, panili, coklat, strawberi

dan lain-lain. Jumlah gula yang ditambahkan biasanya sekitar 5 - 7 persen dari berat susu. Untuk meningkatkan selera anak-anak, kandungan gula dapat ditingkatkan menjadi 5 - 15 persen. Tetapi kadar gula yang dianjurkan adalah 7 persen. Kadar gula 11 persen atau lebih menyebabkan cepat kenyang.

Persyaratan mutu untuk susu yang terpenting adalah sebagai berikut : kadar protein minimal 3 persen, kadar lemak 3 persen, kandungan total padatan 10 persen dan kandungan bakteri maksimum 300 koloni per gram, serta tidak mengandung bakteri *coli*.

Cara Pembuatan Susu Kedelai

Susu kedelai cair dapat dibuat dengan menggunakan teknologi dan peralatan sederhana yang tidak memerlukan ketrampilan tinggi, maupun dengan teknologi moderen dalam pabrik. Dewasa ini banyak cara yang dapat digunakan untuk membuat susu kedelai cair dengan hasil yang baik. Berikut ini disajikan pembuatan susu kedelai cara sederhana, bersifat tepat guna dengan peralatan sederhana, sehingga cocok bagi skala rumah tangga dan industri kecil. Tahapan dalam pembuatannya adalah sebagai berikut :

1. Kedelai yang telah disortasi (dipisahkan dari pengotor dan biji rusak) direndam dalam larutan NaHCO_3 atau soda kue 0,25 - 0,5 persen selama 30 menit.
2. Kedelai ditiriskan, ditambah air baru, lalu dididihkan selama 30 menit. Kulit kedelai dipisahkan dengan cara diremas-remas dan dicuci dengan air beberapa kali (kulit akan mudah dipisahkan)
3. Kedelai digiling dengan penggiling logam, penggiling batu (yang biasa dipakai pada pembuatan tahu) atau blender.
4. Bubur yang diperoleh ditambah air mendidih sehingga jumlah air secara keseluruhan mencapai 10 kali bobot kedelai kering.
5. Bubur encer disaring dengan kain kasa dan filtratnya merupakan susu kedelai mentah.
6. Untuk meningkatkan rasa dan penerimaan, ke dalam susu kedelai mentah ditambahkan gula pasir sebanyak 7 - 15 persen dan essen (dapat dibeli di toko kue, swalayan atau toko bahan kimia) seperti coklat, moka, pandan atau strawberi secukupnya, kemudian dipanaskan sampai mendidih.
7. Setelah mendidih, api dikecilkan dan dibiarkan dalam api kecil selama 20 menit.

8. Jika akan dibotolkan, ke dalam susu kedelai dapat ditambahkan CMC sebanyak 100 ppm (100 mg CMC ditambahkan ke dalam 1 liter susu kedelai). Susu kedelai sebaiknya dalam suhu dingin sekitar 5 °C (suhu lemari es).

G. YOGHURT KEDELAI (SOYGHURT)

Bahan utama yoghurt yang sekarang banyak dikonsumsi masyarakat, adalah susu sapi. Yoghurt ternyata dapat juga dibuat dari bahan yang lebih sederhana dan murah yaitu dari susu kacang kedelai. Hasilnya bukan yoghurt, tetapi soyghurt. Proses pembuatan soyghurt dan kultur (biakan murni) starter yang digunakan sama pada pembuatan yoghurt.

Yoghurt merupakan hasil akhir dari proses fermentasi dengan menggunakan kultur starter bakteri *streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*. Proses fermentasi dapat terjadi karena pada susu sapi terdapat protein susu (kasein) dan gula susu (laktosa). Laktosa digunakan oleh kedua starter bakteri di atas sebagai sumber karbon dan energi utama untuk pertumbuhannya. Proses fermentasi tersebut menyebabkan laktosa berubah menjadi asam piruvat, yang selanjutnya dirubah menjadi asam laktat.

Asam laktat menyebabkan penurunan pH susu, atau meningkatkan keasaman. Akibatnya kasein menjadi tidak stabil dan terkoagulasi (menggumpal), membentuk gel yoghurt, berbentuk setengah padat (semi solid), dan menentukan tekstur yoghurt. Selain itu asam laktat juga berfungsi memberi memberikan ketajaman rasa asam, dan menimbulkan aroma khas pada yoghurt.

Proses fermentasi pada pembuatan soyghurt terdapat kesulitan. Hal ini karena jenis karbohidrat yang terdapat dalam susu kedelai sangat berbeda jauh dengan karbohidrat dari susu sapi. Karbohidrat pada susu kedelai terdiri dari golongan oligosakarida yang tidak dapat digunakan sebagai sumber energi maupun sebagai sumber karbon oleh kultur starter. Hasil penelitian menunjukkan bila susu kedelai langsung dinokulasi (ditambah) dengan starter dan diinkubasi selama empat jam pada suhu 45° C, ternyata tidak menghasilkan perubahan, baik pH maupun kekentalan pada susu kedelai. Dengan kata lain tidak terbentuk yoghurt kedelai (soyghurt).

Maka supaya proses fermentasinya berhasil, susu kedelai terlebih dahulu ditambah sumber gula, sebelum diinokulasi. Hasil penelitian dan pengembangan menunjukkan, soyghurt dapat dibuat dengan hasil baik, bila kadar protein susu kedelai berada antara 3,6 sampai 4,5 persen, dan dengan penambahan sumber gula sebanyak 4 sampai 5 persen. Sumber gula yang dapat ditambah diantaranya, sukrosa (gula pasir), glukosa, laktosa, fruktosa, atau susu bubuk skim.

Yang pertama kali harus disiapkan dalam pembuatan soyghurt, adalah bibit bakteri *L. bulgaricus* dan *S. thermophilus*, serta susu kedelai yang baru. Ada dua cara mendapatkan starter soyghurt, yaitu dari yoghurt yang belum dipasteurisasi dan dari bibit (biakan) murni. Perlu diketahui, ada dua macam yoghurt dijual di pasar, yoghurt dengan mikroba masih hidup, dan yang sudah dipasteurisasi atau mikroba yang sudah dimatikan. Ukuran satu setengah sendok teh yoghurt cukup untuk fermentasi tiga gelas susu.

Susu kedelai yang merupakan bahan baku soyghurt, dapat dibuat dengan cara yang mudah. Caranya kedelai direndam dalam air selama kurang lebih 8 jam, kemudian direbus dan dihilangkan kulitnya. Selanjutnya kedelai dicampur air panas, dengan perbandingan untuk 1 bagian kedelai dan 8 bagian air, dilakukan penggilingan, misalnya dengan blender. Selanjutnya disaring dan diperoleh susu kedelai mentah.

Setelah bahan-bahan yang dibutuhkan siap, pembuatan soyghurt dapatlah dilakukan. Mula-mula susu kedelai dipasteurisasi, dengan merebusnya pada suhu antara 80 dan 90^o C selama 30 menit. Kemudian pada susu kedelai ditambahkan gula sebanyak 4 sampai 5 persen. Gelatin juga sering ditambahkan (tidak mutlak) sebanyak 0,5 sampai 1,5 persen untuk menjaga agar soyghurt yang dihasilkan stabil dan baik teksturnya. Untuk menambah aroma, dapat pula ditambahkan flavor seperti vanili, orange, strawberi, atau lemon.

Hasil campuran ini didinginkan sampai 43^o C, baru diinokulasikan (ditambahkan) starter campuran dengan perbandingan yang sama antara *L. bulgaricus* dengan *S. thermophilus*, sebanyak 5 persen dari volume susu kedelai. Lalu diinkubasi suhu 45^o C, selama 3 jam, atau pada suhu ruang selama 12 jam, yang hasil akhirnya merupakan

soyghurt. Untuk bisa bertahan lama soyghurt disimpan pada suhu dingin atau dipanaskan pada suhu 65° C.

H. TEPUNG, KONSENTRAT DAN ISOLAT PROTEIN KEDELAI

Dari pembuatan minyak kedelai dihasilkan bungkil kedelai tanpa kulit dengan kadar protein 40 - 50 persen. Bungkil ini dapat dibuat tepung, isolat dan konsentrat protein kedelai. Karena sifat fungsional yang baik, produk-produk tersebut banyak digunakan dalam industri sebagai bahan formulasi berbagai makanan. Disamping dari bungkil, tepung kedelai dapat juga dibuat dari biji kedelai utuh. Berdasarkan kandungan lemaknya, tepung kedelai terdiri atas dua macam, yaitu tepung kedelai berlemak penuh dan tepung kedelai berlemak rendah. Yang paling banyak diperdagangkan adalah tepung kedelai berlemak rendah, dibuat dari bungkil kedelai.

Dalam pembuatan tepung kedelai, proses pemanasan (perebusan, pengukusan atau penyangraian) merupakan tahap yang penting. Pemanasan ini berakibat antitripsin dan enzim lipoksigenase menjadi tidak aktif, hingga tepungnya bergizi tinggi dan tidak berbau langu.

Jika bungkil kedelai hasil samping ekstraksi minyak kedelai digunakan sebagai bahan baku untuk membuat tepung kedelai, hasilnya merupakan tepung kedelai berlemak rendah (*low fat soy flour*). Bungkil kedelai tersebut masih mengandung heksana (pelarut yang digunakan untuk mengekstrak minyak kedelai), senyawa volatil penyebab bau langu dan antitripsin yang masih aktif. Penghilangan sisa pelarut dilakukan dengan pemanasan 71 - 82 °C sehingga heksana menguap. Bau yang tidak dikehendaki dihilangkan dengan uap panas yang dilewatkan pada bungkil dan disedot secara vakum, sehingga zat-zat volatil akan terisap dan keluar bersama-sama uap. Kemudian dilakukan proses pemanasan (dengan pengukusan, otoklaf atau penyangraian) untuk mematikan antitripsin dan enzim lipoksigenase. Setelah itu, dilakukan penggilingan dan penyaringan sehingga diperoleh tepung kedelai.

Tepung kedelai berlemak penuh (*full fat soy flour*) dibuat dengan menggunakan bahan baku kedelai utuh. Mula-mula kedelai disortasi untuk memilih kedelai yang baik,

membuang benda asing dan kedelai yang rusak atau pecah. Kemudian kedelai direndam selama 8 - 16 jam, dan direbus 30 menit. Setelah itu, kedelai ditiriskan dan dipisahkan kulitnya. Lalu dikeringkan dengan dijemur atau menggunakan oven dengan suhu 50 - 60°C dan digiling halus sehingga diperoleh tepung kedelai.

Konsentrat dan isolat protein kedelai adalah produk dari protein kedelai bebas lemak atau berlemak rendah (untuk isolat dapat juga dari kedelai utuh) yang diolah sedemikian rupa sehingga kandungan proteinnya tinggi. Menurut definisinya, kandungan protein pada konsentrat adalah minimum 70 %, sedangkan isolat minimum 95 %. Kedua produk ini sangat dibutuhkan oleh industri pangan, karena banyak sekali digunakan untuk formulasi berbagai jenis makanan. Yang diinginkan dari konsentrat dan isolat protein kedelai adalah sifat fungsional proteinnya. Sifat ini menentukan pemakaian atau fungsi produk tersebut dalam berbagai produk makanan.

Konsentrat protein kedelai adalah produk lanjutan dari tepung kedelai, yang pada prinsipnya dibuat dengan membuang setengah dari karbohidratnya dan sebagian mineralnya, sehingga fraksi proteinnya meningkat. Produk ini disyaratkan mengandung protein minimal 70 % berat kering. Komponen non protein dalam tepung kedelai dapat dipisahkan dengan tiga cara. Pertama digunakan larutan alkohol untuk mengekstrak komponen-komponen seperti gula (sukrosa, raffinosa dan stakiosa), mineral, pigmen dan komponen-komponen kecil lainnya. Komponen yang tertinggal (terutama protein dan polisakarida) dikeringkan dengan pengering beku atau oven pada suhu 50 - 55°C. Konsentrat protein kedelai yang dibuat dengan cara ini biasanya digunakan dalam pembuatan roti, daging tiruan, susu imitasi dan lain-lain karena mempunyai daya serap air dan lemak yang baik.

Pada cara kedua, tepung kedelai direndam dan diaduk selama 1 - 2 jam dalam larutan HCl dengan pH 4,5. Campuran kemudian disentrifusi (pemusingan) sehingga terbentuk endapan dan cairan. Endapan tersebut sebagian besar berupa protein dan komponen non protein terlarut dalam bagian cairan. Endapan diambil, dan dilarutkan kembali dengan netralisasi menggunakan NaOH encer sampai Ph-nya mencapai 6 - 8, kemudian dikeringkan dengan pengering semprot. Konsentrat protein yang diolah dengan

cara ini biasanya digunakan untuk fortifikasi minuman, karena kelarutannya yang lebih baik.

Pada proses ketiga, mula-mula tepung kedelai dipanaskan dengan uap sampai proteinnya hampir terdenaturasi sempurna, kemudian komponen-komponen lainnya diekstrak dengan air. Bagian berprotein kemudian dikeringkan.

Isolat protein kedelai merupakan bentuk protein kedelai yang paling murni, karena kadar proteinnya minimum 95 % dalam berat kering. Produk ini hampir bebas dari karbohidrat, serat dan lemak sehingga sifat fungsionalnya jauh lebih baik dibandingkan dengan konsentrat dan tepung kedelai.

Isolat protein kedelai dapat dibuat dari tepung kedelai bebas lemak maupun dari biji kedelai utuh. Proses pembuatannya hampir sama, hanya cara ekstraksi proteinnya saja yang berbeda. Jika dibuat dari tepung kedelai, maka mula-mula tepung kedelai dicampur dengan air dengan perbandingan tepung : air = 1 : 8. pH-nya kemudian diatur sampai 8,5 - 8,7 dengan penambahan NaOH 2 N, dan diaduk selama 30 menit pada suhu 50 - 55 °C, sehingga protein terekstrak. Ekstraksi protein dari biji kedelai utuh dilakukan dengan perendaman biji kedelai 5 - 8 jam, diikuti pembuatan bubur kedelai (kedelai kupas kulit dihancurkan seperti pada pembuatan susu kedelai), lalu diencerkan hingga perbandingan kedelai kering ; air = 1 : 8. Setelah itu dilakukan pengaturan pH hingga 8,5 - 8,7 dan diaduk selama 30 menit pada suhu 50 - 55 °C.

Setelah protein terekstrak, maka residu non protein harus dipisahkan dengan sentrifusa atau pemusingan. Tahap ini penting, karena menentukan kemurnian isolat protein kedelai yang dihasilkan. Pada umumnya sentrifusi dilakukan dengan kecepatan 1500 x g selama 30 menit.

Filtrat atau cairan yang diperoleh dari tahap pemisahan (yang berisi protein yang terlarut), kemudian diturunkan pH-nya sampai 4,5 sehingga protein akan mengendap. Penurunan pH ini dapat dilakukan dengan penambahan larutan HCl 2 N. Endapan protein yang diperoleh, kemudian dipisahkan dengan sentrifusa. Selanjutnya endapan tersebut dicuci (dicampur air dan disentrifusi lagi) dan dikeringkan menggunakan pengering beku. Dapat juga endapan ditambar air (air : endapan = 2 : 1), lalu dikeringkan

dengan pengering semprot. Hasilnya merupakan isolat protein kedelai. Jika setelah pencucian dilakukan netralisasi dengan penambahan NaOH 2 N sampai pH 6- 8, lalu dikeringkan, maka produknya disebut isolat proteinat kedelai. Yang paling banyak dijual adalah isolat proteinat kedelai, karena lebih awet.

Isolat protein kedelai biasanya digunakan sebagai bahan campuran dalam makanan olahan daging dan susu. Prospeknya sangat luas, bukan hanya sebagai campuran tetapi juga bahan utama dalam industri makanan. Isolat protein kedelai baik sekali digunakan dalam formulasi berbagai produk makanan, juga sebagai bahan pengikat dan pengemulsi dalam produk-produk daging. Di AS dan Eropah, isolat protein kedelai banyak digunakan untuk memproduksi analog-analog daging seperti *meatless ham*, *meatless bacon* dan *meatless hot dog*, terutama untuk para vegetarian.

H. DAGING TIRUAN

Daging tiruan merupakan produk yang dibuat dari protein kedelai, bisa dari tepung, konsentrat maupun isolat protein kedelai. Produk ini dibuat pertama kali pada tahun 1972 oleh Husden dan Hoer. Untuk membuat daging tiruan, tepung, konsentrat atau isolat protein kedelai terlebih dahulu diproses menjadi protein pekar (*Texturized Vegetable Protein* atau TVP) dan protein pintal (*Spun Vegetable Protein* atau SPV). Protein pekar dan pintal merupakan daging tiruan dalam bentuk kering.

Ada dua macam daging tiruan, yaitu *meat extender* (daging tiruan campuran) dan *meat analog* (daging tiruan murni). Daging tiruan campuran merupakan campuran antara protein pekar atau protein pintal dengan daging asli. Protein pekar atau protein pintal yang digunakan berkisar antara 10 - 50 persen berdasarkan berat. Untuk memperoleh produk *meat extender* yang sukar dibedakan dari daging asli dapat digunakan campuran daging asli 50 - 60 persen dan protein pekar atau pintal 40 - 50 persen. Dengan substitusi ini, harganya dapat ditekan hingga konsumsinya menjadi lebih luas. Biasanya protein pekar yang digunakan tidak diberi rasa. Bumbu dan zat warna dapat ditambahkan sewaktu proses pencampuran, sehingga menghasilkan warna lebih cerah, rupa lebih indah dengan tekstur yang lebih baik dari daging asli.

Meat analog merupakan daging tiruan yang sesungguhnya. Daging tiruan ini dibuat dari bahan bukan daging, tetapi sesuai atau mirip benar dengan sifat-sifat daging asli. *Meat analog* mempunyai beberapa keistimewaan, antara lain nilai gizinya lebih baik, lebih homogen dan lebih awet disimpan, dapat diatur hingga tidak mengandung lemak hewani dan harganya lebih murah.

Dibandingkan dengan daging asli, daging tiruan mempunyai beberapa keistimewaan, antara lain : dapat dibuat atau diformulasi sedemikian rupa sehingga nilai gizinya lebih tinggi dari daging asli; lebih homogen; lebih tahan lama disimpan (dalam bentuk keringnya); dapat dibuat tidak mengandung lemak hewani atau kolesterol, sebaliknya tinggi kandungan asam lemak tidak jenuhnya sehingga baik untuk kesehatan; harganya lebih murah (30 - 50 persen harga daging asli); teksturnya dapat dirasakan oleh mulut sebagai butiran atau serabut daging asli; kekerasan atau keempukannya dapat diatur menurut kehendak konsumen dengan mengatur penambahan air; dapat menyerap sari daging (yang biasanya keluar jika daging asli dimasak) jika dicampur dengan daging asli dan dimasak; serta dapat diolah menjadi berbagai produk olahan daging seperti sosis, sarung sosis (*cassing*), hamburger, daging rendang, *meat loaf*, *meat ball*, *beef steak*, bakso, opor dan produk-produk lainnya.

Untuk membuat protein pekar, mula-mula konsentrat protein kedelai dibuat adonan dengan penambahan air. Isolat protein kedelai jarang dibuat protein pekar (TVP) karena tidak ekonomis. Ke dalam adonan tersebut dapat pula ditambahkan bahan pengikat, stabilizer (pemantap), cita rasa (flavor) dan warna. Kemudian pH adonan diatur menjadi 7,3 - 7,8 dengan penambahan natrium bikarbonat. Dengan pemberian tekanan, adonan dipaksa melalui suatu *heat exchange zone* (sejenis ekstruder bertekanan tinggi) dan keluar melalui lubang-lubang dengan diameter 1 mm sehingga terbentuk serabut-serabut protein kedelai yang kemudian diikuti dengan pendinginan. Selanjutnya dilakukan pengeringan sampai kadar air 5 - 7 persen, lalu dibuat butiran atau tepung, dikemas dan disimpan. Protein pekar mempunyai kadar air 5 - 7 persen sehingga stabil dalam penyimpanan dan pengangkutan. Tetapi bila telah dibasahkan atau direhidrasi akan mekar dan harus ditangani seperti daging asli karena mudah rusak.

Protein pintal umumnya dibuat dari isolat protein kedelai. Salah satu sifat yang sangat menarik dari isolat protein kedelai ialah kemampuannya untuk membentuk serat-serat atau benang-benang jika dipintal dalam larutan asam. Proses inilah yang kemudian berkembang menjadi proses yang sangat penting dalam industri daging tiruan.

Untuk membuatnya, mula-mula isolat protein kedelai dilarutkan dalam larutan natrium bikarbonat encer atau basa lain sehingga membentuk larutan kental. Kemudian cairan protein kental ini dipompa dan dilewatkan pada plat platina yang mempunyai beribu-ribu lubang dengan diameter 1 mm. Benang-benang protein yang terbentuk kemudian dilewatkan ke dalam larutan asam klorida encer sehingga membentuk benang-benang halus, ditarik dan dipintal (dalam alat pemintal khusus). Suhu air pencuci dapat diatur sesuai dengan tekstur daging tiruan yang diinginkan. Protein kedelai yang sudah bertekstur seperti daging ini, dengan mudah diberi rasa, warna serta vitamin sehingga menyerupai daging asli, kemudian dibentuk, dikeringkan dan dikemas.

Sebenarnya TVP dan SVP sudah merupakan daging tiruan, hanya dalam bentuk kering sehingga awet disimpan. Untuk menjadi daging tiruan basah, kedua produk tersebut dapat ditambah air (direhidrasi) sehingga menyerap air sebanyak 2 -3 kali beratnya. Biasanya air yang ditambahkan dalam bentuk emulsi dengan minyak hewani atau nabati yang dapat dibuat dengan menggunakan emulsifier. Daging tiruan murni yang basah ini, harus ditangani seperti daging asli karena mudah rusa. Daging tiruan campuran dibuat dengan mencampurkan butiran-butiran protein pekar yang telah direhidrasi dengan cacahan daging asli pada perbandingan tertentu. Setelah diberi bumbu dan zat warna, hasil campuran ini dapat digunakan membuat produk-produk olahan daging.

I. TAUCO

Tauco merupakan salah satu jenis makanan hasil fermentasi kedelai di Indonesia, khususnya di Jawa Barat. Tauco berbentuk pasta (semi padat) dengan warna mulai dari kuning sampai kecoklatan, dibuat dari kedelai kuning dan umumnya digunakan sebagai bumbu atau penyedap masakan.

Komposisi tauco secara umum adalah sebagai berikut : protein 10,4 %, lemak 4,9 %, karbohidrat 24,1 %, kadar air 56-65 %, kadar garam 17,8 %, kadar abu 7,4 %, total gula 9,2 %, pH 4,9 dan keasaman sebagai asam laktat 0,9 %. Dalam tauco terdapat 17 jenis asam amino bebas, dengan asam glutamat sebagai asam amino terbanyak. Asam-asam amino tersebut adalah arginin, prolin, leusin, asam glutamat, asam aspartat, lisin, sistein, histidin, metionin, glisin, isoleusin, fenilalanin, serin, treonin, triptofan, tirosin dan valin. Sedangkan jenis asam organik yang terdapat dalam tauco adalah asam laktat (terbanyak), asam suksinat, asam asetat dan asam fosfat.

Proses pembuatan tauco dilakukan dengan dua tahap fermentasi, yaitu fermentasi kapang dan fermentasi dalam larutan garam. Fermentasi kapang dapat dilakukan baik secara spontan atau dengan menambahkan laru tempe. Kedelai dicuci bersih dan direbus selama 1 - 2 jam, kemudian dikupas kulitnya. Kedelai tanpa kulit tersebut selanjutnya dicuci dan direndam selama 24 jam. Lalu kedelai direbus atau dikukus kembali selama 1 - 2 jam (sampai lunak), didinginkan dan ditiriskan. Kemudian dilakukan fermentasi kapang (dengan spontan atau penambahan laru tempe 2 - 5%), selama 2 - 5 hari pada suhu kamar. Kedelai hasil fermentasi kemudian dihancurkan kasar (menjadi 2 - 4 bagian per biji kedelai) dan direndam dalam larutan garam 25 - 50 %, kemudian diinkubasi selama 10 - 20 hari dalam wadah terbuka dibawah sinar matahari dan dilakukan pengadukan tiap hari.

Setelah fermentasi garam selesai, ditambah sejumlah air dan direbus, diberi bumbu-bumbu, kemudian dibotolkan. Hasilnya disebut tauco basah. Jika kemudian dikeringkan (dijemur) maka hasilnya disebut tauco kering.

J. TEMPE

Tempe merupakan makanan tradisional Indonesia yang merupakan hasil fermentasi kedelai. Fermentasi tempe terjadi karena aktivitas kapang *Rhizopus* sp. pada kedelai sehingga membentuk massa yang kompak dan padat. Diperkirakan tempe telah populer sejak berkembangnya kerajaan Hindu dan Budha di Indonesia, khususnya di Jawa Tengah, Yogyakarta dan Jawa Timur.

Kandungan tempe rata-rata adalah air 64 %, protein 18,3 %, lemak 4 %, karbohidrat 12,7 %, kalsium 129 mg/100g, fosfor 154 mg/100 g dan zat besi 10 mg/100 g. Selama proses fermentasi dalam pembuatan tempe, banyak bahan dalam kedelai menjadi bersifat lebih larut dan lebih mudah dicerna. Setengah dari kandungan protein awal dipecah menjadi produk yang lebih kecil dan larut dalam air, misalnya asam amino dan peptida. Demikian pula dengan lemak dalam kedelai. Fermentasi kedelai selama 48 jam akan meningkatkan jumlah asam lemak bebas dari 1 persen pada kedelai menjadi 30 persen. Asam lemak terbesar yang diproduksi adalah asam linolenat, yang merupakan asam lemak tidak jenuh esensial.

Lemak yang terkandung dalam tempe tidak mengandung kolesterol. Disamping itu, lemak dalam tempe juga tahan terhadap ketengikan, yang disebabkan oleh produksi antioksidan alami oleh kapang tempe. Antioksidan tersebut telah diidentifikasi dan dikenal dengan nama genestein, daidzein dan 6.7.4'-trihidroksiisoflavon.

Selama proses pembuatan tempe terjadi penurunan kadar karbohidrat penyebab flatulensi, yaitu stakiosa dan rafinosa. Sehingga daya cerna tempe meningkat dan bebas dari masalah flatulensi. Fermentasi kedelai menjadi tempe juga akan meningkatkan kandungan fosfor. Hal ini disebabkan hasil kerja enzim fitase yang diproduksi kapang tempe, yang mampu menghidrolisa asam fitat menjadi inositol dan fosfat yang bebas.

Tempe di Indonesia ternyata mengandung vitamin B₁₂ yang tinggi. Bahan nabati umumnya kurang atau tidak mengandung vitamin B₁₂. Kekurangan vitamin ini dapat menghambat pembentukan sel darah merah dan menyebabkan anemia pernisiiosa. Vitamin B₁₂ dalam tempe ternyata berasal dari bakteri *Klasiella pneumoniceae* yang merupakan mikroba kontaminan.

Kapang yang terlibat dalam fermentasi tempe tidak memproduksi toksin (racun), bahkan sebaliknya mampu melindungi tempe terhadap aflatoksin dan kapang yang memproduksinya. Disamping itu, telah banyak dilaporkan bahwa tempe mengandung senyawa antibakteri (antibiotik), yang diproduksi oleh kapang tempe selama fermentasi.

Pembuatan tempe dimulai dengan membersihkan kedelai dari kotoran yang tak diinginkan, kemudian kedelai dicuci dan direbus selama 30 menit. Kedelai rebus ini

selanjutnya dihilangkan kulitnya, lalu dicuci dan direndam dalam air pada suhu kamar selama 22 - 24 jam. Tujuan ini adalah untuk membiarkan terjadinya pertumbuhan bakteri asam laktat, sehingga kedelai menjadi asam. Kemudian kedelai direbus kembali selama 1 jam menggunakan air perendamnya, lalu ditiriskan. Setelah dingin, kedelai diinokulasi dengan laru tempe dengan perbandingan 1 gram laru untuk 1 kg kedelai matang. Kedelai yang sudah diinokulasi dibungkus dengan daun pisang atau plastik berlubang-lubang dan diinkubasi pada suhu kamar selama 40 - 48 jam, sehingga menjadi tempe yang kita kenal sehari-hari.

Tempe termasuk bahan pangan yang mudah rusak. Daya tahannya hanya 2 - 3 hari, lebih dari itu tempe akan rusak atau tidak layak dimakan. Tempe dapat diawetkan dengan cara dikeringkan, dibekukan atau dikalengkan. Untuk membuat tempe kering, mula-mula tempe diiris setelah 2,5 cm dan dikukus selama 10 menit. Kemudian tempe dikeringkan dengan oven pada suhu 70°C selama 6 - 10 jam. Hasil akhirnya merupakan tempe kering dengan kadar air 4 - 8 persen, sehingga awet disimpan (beberapa minggu dalam suhu ruang, dengan dibungkus plastik). Jika akan dipakai, tempe kering ini direndam lebih dulu dengan air panas selama 5 - 10 menit, baru diolah seperti tempe segar.

Tempe beku dibuat dengan cara mengiris tempe setebal 2 - 3 cm, lalu direndam dalam air mendidih selama 5 menit sehingga kapang dan enzim-enzimnya menjadi mati. Selanjutnya dibungkus dengan plastik selofan dan dibekukan pada suhu -24 sampai -40 °C. setelah beku, tempe dapat disimpan pada suhu beku selama sekitar 3 bulan tanpa banyak mengalami perubahan. Tempe dapat dikalengkan dalam larutan garam 2 persen, dalam wadah kaleng maupun gelas jar. proses pengalengannya sama dengan pengalengan makanan yang lain, misalnya pengalengan ikan atau pengalengan buah.

HASIL OLAHAN TEMPE

Pengeringan Tempe

Pengeringan adalah suatu proses menghilangkan sebagian air dari suatu bahan. Tujuan utama pengeringan adalah menurunkan aktivitas air (a) sampai pada tingkat

tertentu, sehingga aktivitas mikroorganisma dan reaksi kimia serta biokimia yang terjadi ditekan seminimal mungkin sampai produk menjadi lebih awet.

Tempe dapat diawetkan dengan cara pengeringan menggunakan alat pengering (oven). Tempe yang akan dikeringkan mula-mula diiris-iris setebal 2,5 cm, kemudian dikukus pada suhu 100⁰C selama 10 menit. Pengukusan ini penting, karena menurut hasil penelitian Hermana et al. (1972) produk tempe kering yang dihasilkan tanpa perlakuan pengukusan ternyata mempunyai rasa pahit. Kemudian tempe dikeringkan dengan oven pada suhu 70⁰C selama 6 – 10 jam. Hasil akhir merupakan tempe kering yang mempunyai kadar air 4 – 8 persen. Tingkat kadar air yang rendah ini memungkinkan tempe dapat disimpan pada suhu kamar (dengan cara dibungkus plastik) selama berbulan-bulan tanpa terjadi perubahan warna dan citarasa (*flavor*).

Jika akan dipakai, tempe kering tersebut harus direkonstitusi dengan cara perendaman menggunakan air panas (90 – 100⁰C) selama 5 – 10 menit.

Pembekuan Tempe

Mula-mula tempe diiris-iris setebal 2 – 3 cm dan *diblancing* dengan merendam dalam air mendidih selama 5 menit untuk menginaktifkan kapang, enzim proteolitik dan enzim lipolitik. Kemudian tempe dibungkus dengan plastik selofan dan dibekukan pada suhu -24 sampai -40⁰C. Setelah beku tempe dapat disimpan pada suhu beku selama 100 hari tanpa mengalami perubahan sifat-sifat organoleptik (penampakan, warna, bau dan rasa).

Pengalengan Tempe

Pengalengan makanan adalah suatu prose pengawetan makanan dengan mengepak bahan makanan tersebut di dalam wadah gelas atau kaleng yang dapat ditutup secara hermetis sehingga kedap udara, dipanaskan sampai suhu yang cukup untuk menghancurkan mikroorganisme pembusuk dan patogen di dalam bahan, kemudian didinginkan dengan cepat untuk mencegah terjadinya *over cooking* dari bahan makanan serta menghindari aktifnya kembali bakteri tahan panas (thermofilik). Selama proses pengalengan diusahakan agar pemanasan yang diberikan tidak mengakibatkan kerusakan nilai gizi pangan yang dikalengkan.

Persiapan Bahan

Mula-mula tempe diiris-iris setebal 2 – 3 cm dengan panjang sebesar $\frac{2}{3}$ panjang kaleng/gelas jar dan diblancing dengan cara merendamkannya dalam air mendidih selama 5 menit untuk menginaktifkan kapang enzim kapang enzim proteolitik dan enzim lipolitik.

Pengisian (*filling*)

1. Masukkan potongan-potongan tempe ke dalam kaleng atau gelas jar sampai batas 0,25 inci dari permukaan kaleng atau 0,5 inci jika digunakan gelas jar.
2. Tambahkan larutan garam 2 persen dalam keadaan panas sampai batas 0,25 inci dari permukaan baik kaleng maupun gelas jar. Larutan garam yang digunakan harus bersih yang dapat dilakukan dengan cara penyaringan.

Exhausting dan Penutupan

Kaleng atau gelas yang telah diisi tersebut di *exhaust* dengan cara memanaskan di dalam *water bath* sampai $\frac{2}{3}$ bagian gelas jar atau kaleng terendam dan dibiarkan sampai mencapai suhu 160°F selama 5 – 10 menit. Kemudian kaleng atau gelas jar cepat-cepat ditutup dengan menggunakan alat *double-seamer*. Jangan membiarkan kaleng atau gelas jar menjadi dingin sebelum *processing*.

Processing

Masukkan kaleng atau gelas jar yang sudah ditutup tersebut ke dalam retort (otoklaf) kemudian disterilisasi pada suhu 240°F selama 30 menit untuk kaleng dan 35 menit untuk gelas jar.

Pendinginan

Dinginkan dengan segera kaleng yang sudah disterilisasi tersebut dalam air mengalir sampai kira-kira mencapai suhu 100°C. Untuk gelas jar, pendinginannya dilakukan dengan membiarkan di udara terbuka. Kemudian kaleng dikeringkan dengan lap bersih dan disimpan.

K. SOSIS TEMPE

Sosis didefinisikan sebagai daging atau campuran beberapa jenis daging yang dicincang atau dilumatkan serta dicampur dengan tumbuhan dan rempah-rempah, lalu dimasukkan ke dalam selongsong atau wadah sosis. Pada umumnya sosis dibuat dari daging sapi, daging ayam, daging babi, daging kelinci dan ikan.

Akhir-akhir ini sosis juga dibuat dari protein kedelai, seperti tepung kedelai dan konsentrat serta isolat protein kedelai, yang terlebih dahulu diproses menjadi protein pekat dan protein pintal. Di Jepang, telah beredar produk sosis analog yang berasal dari tempe. Bentuk serta penampakan tempe sudah hilang sama sekali, tetapi cita rasa tempe masih tetap meskipun sudah ditambah cita rasa daging.

Bahan-bahan Sosis Tempe

Tempe

Tempe merupakan sumber protein dalam pembuatan sosis tempe. Protein kedelai yang merupakan bahan baku tempe, bersifat hidrofolik sehingga mampu menyerap dan menahan air, dapat membantu pembentukan emulsi dan dapat membentuk selaput atau film, membentuk gel, mempunyai daya rekat yang tinggi dan bersifat pengental.

Air Es atau Es

Tujuan penambahan air es atau es dalam pembuatan sosis adalah untuk membentuk adonan yang baik serta menurunkan suhu selama proses pencampuran dan penggilingan. Umumnya air atau es yang ditambahkan pada pembuatan sosis sebesar 20 – 30 pound per 100 pound daging. Menurut *Meat Inspection Division* dari USDA, sosis masak tidak boleh mengandung air melebihi empat kali kandungan protein daging ditambah 10 persen dan tidak boleh melebihi empat kali kandungan protein ditambah 3 persen pada sosis segar. Penambahan air yang terlalu banyak akan menyebabkan sosis lunak, sedangkan penambahan air yang terlalu sedikit menyebabkan tekstur sosis keras.

Minyak atau Lemak

Untuk membentuk adonan sosis yang stabil biasanya ditambahkan lemak, baik lemak nabati maupun hewani. Di samping untuk kestabilan sosis, penambahan lemak dalam pembuatan sosis juga bertujuan untuk memperoleh produk sosis yang kompak, tekstur yang tujuan untuk memperoleh produk sosis yang lebih baik. Jumlah penambahan lemak yang terlalu sedikit akan menghasilkan sosis yang keras dan kering, sedangkan jika terlalu banyak akan menghasilkan sosis yang lunak dan kriptur. Menurut *Meat Inspection Division* dari USDA kandungan lemak dari sosis masak tidak melebihi 30 persen.

Putih Telur

Salah satu sifat fisikokimia putih telur yang penting dalam pembentukan emulsi analog sosis yang kompak yaitu daya koagulasi. Koagulasi adalah penurunan daya larut molekul-molekul protein atau perubahan bentuk dari cairan (sol) menjadi bentuk padat atau semi padat (gel). Koagulasi dapat disebabkan oleh panas, pengocokan, garam, asam, basa dan pereaksi lain seperti urea.

Bahan Pengisi dan Bahan Pengikat

Penambahan bahan pengisi dan bahan pengikat berfungsi untuk meningkatkan stabilitas emulsi, mengurangi pengusutan pemasakan, meningkatkan karakteristik potongan, meningkatkan cita rasa dan mengurangi biaya formulasi. Bahan pengisi dan bahan pengikat yang biasa digunakan adalah tepung kedelai, tepung terigu, tepung beras, tepung jagung, tepung tapioka, tepung ubi jalar, tepung roti, tepung kentang dan susu skim.

Bahan pengikat dan bahan pengisi dibedakan berdasarkan kadar proteinnya, dimana bahan pengikat mengandung protein yang lebih tinggi daripada bahan pengisi. Di samping itu bahan pengisi umumnya hanya terdiri dari karbohidrat (pati) saja. Bahan pengikat juga mampu mengemulsi lemak dan mengikat air, sedangkan bahan pengisi hanya mampu mengikat air saja.

Pemilihan bahan pengikat dan pengisi berdasarkan daya serap air yang baik, warna yang baik, harga yang murah, rasa yang enak serta tidak mengganggu rasa sosis

yang sebenarnya. Menurut *Meat Inspection Division* dari USDA penambahan bahan pengikat dan pengisi tidak melebihi 3,5 persen, dan bila penambahan dilakukan melebihi ketentuan harus dicantumkan pada etiket dengan jelas dan termasuk sosis imitasi.

Bahan-bahan Lain

Penambahan garam dapur ke dalam adonan sosis berfungsi untuk melarutkan protein, memberikan cita rasa dan mengawetkan. Sosis yang difermentasi umumnya mengandung garam 3 – 5 persen, sosis segar 1,5 – 2 persen dan produk sosis masak mengandung 2 – 3 persen.

Bahan pemanis yang sering ditambahkan dalam produk sosis adalah sukrosa, dekstrosa, laktosa dan sorup jagung. Tetapi yang biasa digunakan adalah sukrosa dan dekstrosa. Gula tidak mempunyai pengaruh terhadap peningkatan daya ikat air, tetapi membantu menahan aroma garam pada produk sosis berkadar garam tinggi dan mempengaruhi warna sosis.

Bahan penyedap atau bumbu berfungsi untuk menambah cita rasa sosis. Bumbu terdiri atas bermacam-macam rempah-rempah seperti cengkeh, jahe, pala, lada dan lain-lain. Rempah-rempah tersebut dapat ditambahkan dalam bentuk tepung, minyak atsiri atau oleoresin.

Selongsong

Untuk membungkus sosis digunakan selongsong, baik selongsong alami maupun buatan. Selongsong alam diperoleh dari saluran pencernaan babi, domba dan kambing. Sedangkan selongsong buatan diklasifikasikan dalam empat kelompok, yaitu selongsong selulosa, kolagen *non-edible* (tidak dapat dimakan), kolagen *edible* (dapat dimakan) dan *plastic tube*.

Pembuatan Sosis Tempe

Bahan-bahan yang dipergunakan untuk pembuatan sosis tempe adalah sebagai berikut (Tejoprano, 1988) : tempe 71,38 gram, putih telur 37,5 gram, bahan pengisi 7,5 gram, minyak 28,62 gram, garam 2,50 gram, gula 0,68 gram, bawang putih 0,44 gram,

biji pala 0,19 gram, MSG (vetsin) 0,22 gram, merica 0,13 gram dan air es 7,3 gram. Proses pembuatan sosis tempe dapat dilihat pada gambar 35.

Penggilingan bertujuan untuk membentuk emulsi protein tempe dan lemak yang merata. Pada tahap ini diharapkan butiran lemak yang ditambahkan akan terdistribusi mereka. Pada tahap ini ditambahkan pula air es, garam dapur, bahan pengikat dan bahan tambahan lain sehingga dapat terdistribusi secara merata. Suhu adonan yang terbentuk dipertahankan serendah mungkin yaitu berkisar 10 – 16°C untuk mencegah terdenaturasinya protein sebagai bahan pengemulsi utama.

Pemasukan adonan sosis ke dalam selongsong menggunakan alat khusus dan bertujuan untuk membentuk dan mempertahankan kestabilan sosis serta mengurangi terbentuknya kantong-kantong udara yang akan mempengaruhi mutu sosis.

Pemasakan sosis bertujuan untuk menyatukan komponen-komponen sosis, memantapkan warna dan menonaktifkan mikroba. Pemasakan ini akan meningkatkan atau menurunkan keempukan sosis tergantung pada temperatur, lama pemasakan dan jenis daging. Pemasakan dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti perembusan, pengukusan, pengasapan, pemasakan secara kering dengan menggunakan oven serta kombinasi dari cara-cara tersebut.

Penggunaan asap pada pemasakan terutama bertujuan untuk memberikan cita rasa khas, mengawetkan, menghasilkan produk yang khas dan mencegah oksidasi. Komponen asap yang sangat berperan dalam hal ini adalah senyawa fenolik. Pengasapan sosis yang dimasak harus mempunyai suhu internal antara 66 – 68°C.

Pendinginan sosis setelah pemasakan dengan cara penyemprotan air bertujuan untuk menurunkan temperatur internal sosis, menghilangkan bau, resin, residu asap yang menempel di permukaan selongsong dan mempermudah pengupasan selongsong *non-edible*.

L. KECAP

Kecap merupakan produk yang diduga berasal dari Cina, dan sudah lama dikenal serta dibuat oleh masyarakat Indonesia. Produk ini berbentuk cairan berwarna coklat tua

dengan aroma dan cita rasa khas. Kecap biasanya digunakan sebagai bahan penyedap dalam berbagai masakan.

Kecap dapat dibuat melalui tiga cara, yaitu cara fermentasi, hidrolisis asam dan kombinasi kedua cara tersebut. Dibandingkan dengan kecap yang dibuat secara hidrolisis, kecap yang dibuat dengan cara fermentasi biasanya mempunyai flavor dan aroma yang lebih baik. Hal ini mungkin merupakan alasan mengapa jarang dijumpai pembuatan kecap secara hidrolisis asam, meskipun prosesnya lebih cepat.

Pembuatan secara fermentasi pada prinsipnya menyangkut pemecahan protein, lemak dan karbohidrat oleh aktivitas enzim dari kapang, ragi (kamir) dan bakteri, menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana, yang menentukan cita rasa, aroma dan komposisi kecap.

Pembuatan kecap secara hidrolisis pada dasarnya adalah pemecahan protein dengan menggunakan asam sehingga menghasilkan peptida-peptida dan asam-asam amino. Kecap jenis ini kurang lengkap komposisinya dibandingkan dengan kecap fermentasi. Kecap ini hanya merupakan larutan garam dan asam-asam amino saja, sedangkan komponen-komponen pembentuk cita rasa seperti peptida-peptida tertentu, senyawa-senyawa ester, asam organik dan komponen lainnya tidak terdapat.

Pembuatan kecap secara kombinasi merupakan gabungan kedua cara di atas. Mula-mula sebagian protein dihidrolisis dengan asam, kemudian dilanjutkan dengan fermentasi.

Pembuatan kecap di Indonesia pada umumnya dilakukan secara fermentasi. Fermentasinya terdiri atas dua tahap, yaitu fermentasi kapang (*solid stage fermentation*) dan fermentasi dalam larutan garam (*brine fermentation*). Pada fermentasi kapang, mikroba yang berperan antara lain *Aspergillus oryzae*, *A. flavus*, *A. niger* dan *Rhizopus oligosporus*. Sedangkan selama fermentasi garam, berperan beberapa jenis kamir dan bakteri, antara lain *Zygosacharomyces*, *Hansenula* dan *Lactobacillus* sp.

Fermentasi kapang dapat dilakukan secara spontan atau menggunakan biakan murni (yang disebut *koji*). Pada fermentasi kapang secara spontan, mula-mula dipilih kedelai yang baik, lalu dicuci dan direbus, ditiriskan dan dihamparkan pada tampah

(nyiru). Selanjutnya nyiru yang berisi kedelai matang tersebut ditutup dengan daun pisang atau karung goni dan dibiarkan selama 3 - 5 hari sehingga ditumbuhi kapang.

Koji dapat dibuat dengan menginokulasikan biakan kapang murni (satu atau beberapa jenis kapang yang berperan dalam fermentasi kapang pada pembuatan kecap) pada kedelai yang telah direndam, dimasak dan didinginkan serta dicampur dengan tepung gandum yang telah disangrai (sekitar 25 persen). Fungsi dari tepung gandum ini adalah untuk mencegah adanya kontaminasi dari kapang lain yang tidak dikehendaki.

Fermentasi kapang dengan menggunakan koji dilakukan sebagai berikut : kedelai dipilih yang baik, dicuci dan direndam selama 12 - 24 jam. Kemudian dikukus atau direbus sampai matang dan didinginkan, selanjutnya diinokulasi dengan koji sebanyak 2 - 5 persen dan diinkubasi pada suhu ruang selama 3 - 5 hari.

Kedelai yang telah difermentasi dengan kapang selanjutnya direndam dalam larutan garam 20 persen dan dibiarkan terfermentasi selama 3 - 10 minggu. Selanjutnya hasil fermentasi garam ditambah dengan sejumlah air dan direbus. Kemudian disaring dan bagian cairannya dipanaskan pada suhu 60 - 70 °C selama 30 menit. Selanjutnya cairan tersebut dimasak bersama bumbu dan gula aren (kecap manis) atau garam (kecap asin) dan disaring. Filtrat hasil penyaringan merupakan kecap yang sudah jadi dan siap dibotolkan.

Tergantung mutunya, dari 1 kg kedelai dapat dihasilkan 5,5 sampai 15 liter kecap. Komposisi kecap manis rata-rata adalah kadar air 22,3 %, kadar gula 66,91 %, total padatan terlarut 67,5 %, pH 4,2 dan a_w 0,730. Sedangkan komposisi kecap asin rata-rata adalah kadar air 65,91 %, kadar NaCl 19,54 %, kadar gula 0,48 %, total padatan terlarut 37 %, pH 6,80 dan a_w 0,824.

M. MINYAK KEDELAI DAN HASIL OLAHNYA

Biji kedelai mengandung lemak sekitar 18 - 20 persen. Lemak ini banyak dimanfaatkan dan diolah sebagai minyak goreng, minyak salad, dibuat margarin dan shortening, mayonnaise, lesitin dan emulsifier (mono dan digliserida). Pada umumnya minyak dapat diambil dari biji kedelai dengan cara diekstrak menggunakan pelarut

lemak, yaitu heksana. Prosesnya terdiri atas tiga tahap, yaitu perlakuan pendahuluan, ekstraksi minyak, serta penjernihan dan pemurnian minyak.

Perlakuan pendahuluan meliputi pembersihan kedelai, pemecahan biji dan pemecahan kulit, pemasakan atau *conditioning* dan pemipihan atau *flaking*. Proses ekstraksi minyak kedelai dilakukan dengan cara mengalirkan heksana melalui serpihan-serpihan kedelai, dengan disertai pemanasan pada suhu 40 - 50 °C. Hasil ekstraksinya adalah campuran minyak kasar dan pelarut yang disebut misela. Pemisahan minyak dan pelarut dari misela dilakukan dengan proses destilasi. Pelarut atau heksana hasil destilasi dapat digunakan kembali. Sedangkan minyak yang diperoleh disebut minyak kedelai kasar, yang harus dimurnikan lebih dulu sehingga menghasilkan minyak kedelai murni (*soybean oil*). Proses pemurnian tersebut pada prinsipnya dilakukan dengan proses degumming, untuk menghilangkan bahan-bahan yang berbetuk gum dan fosfatida; penghilangan asam lemak bebas dengan proses penyabunan (penambahan basa sehingga terbentuk sabun dan dipisahkan); pemucatan atau bleaching dan penghilangan bau dan cita rasa yang tidak dikehendaki dengan proses deodorizing.

Minyak kedelai yang sudah dimurnikan dapat dipakai sebagai minyak goreng (minyak sayur) maupun diolah lebih lanjut. Sekitar 90 persen minyak kedelai digunakan di bidang pangan, misalnya untuk minyak salad (*salad oil*), minyak goreng (*cooking oil*), shortening dan margarin. Di bidang non pangan, minyak kedelai digunakan untuk memproduksi lilin, sabun, *varnish*, *lacquer*, cat, semir, insektisida dan desinfektan.

Hasil samping dari produksi minyak kedelai adalah bungkil kedelai dan lesitin. Bungkil kedelai adalah serpihan kedelai (berbentuk pipih) yang telah diekstrak minyaknya. Bungkil ini dapat diolah menjadi tepung kedelai berlemak rendah, konsentrat atau isolat protein kedelai. Lesitin diperoleh dari bahan gum hasil proses degumming. Lesitin yang merupakan fosfolipida dipisahkan dari bahan-bahan yang lain dengan cara sentrifusa (pemutaran) sehingga terpisah fosfolipida (endapan) dan minyak. Kemudian ke dalam endapan tersebut ditambah bahan aditif berupa minyak nabati atau asam lemak, dan dikeringkan dengan pengering semprot. Hasilnya berupa lesitin kering yang selanjutnya dikemas dan dipasarkan. Lesitin banyak digunakan dalam industri pangan sebagai senyawa pengemulsi, penstabil, zat gizi, pelumas (anti caking/anti kerak),

pensuspensi, dan pembasah. Produk-produk yang memerlukan lesitin antara lain roti dan kue, aneka permen (*confektionary*), es krim, shortening, margarin, cacao bubuk, macam-macam adonan dan lain-lain.