

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Keamanan Pangan

Keamanan pangan adalah kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia, dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia. Pangan yang aman serta bermutu dan bergizi tinggi sangat penting peranannya bagi pertumbuhan, pemeliharaan, dan peningkatan derajat kesehatan serta peningkatan kecerdasan masyarakat. Untuk melaksanakan Undang-Undang nomor 7 tahun 1996 dan memberikan perlindungan kepada masyarakat maka Pemerintah menerbitkan Peraturan Pemerintah nomor 28 tahun 2004 tentang Keamanan, Mutu, dan Gizi Pangan. Sistem pangan yang ada saat ini meliputi segala sesuatu yang berhubungan dengan pengaturan, pembinaan, atau pengawasan terhadap kegiatan atau proses produksi makanan dan peredarannya sampai siap dikonsumsi manusia. Setiap orang yang bertanggung jawab dalam penyelenggaraan produksi pangan wajib memenuhi persyaratan sanitasi sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

1. Biologi

Bahaya mikrobiologis pada tahu tergantung dari beberapa faktor, antara lain adanya bakteri yang tahan panas seperti golongan bakteri pembentukan spora, suhu penyimpanan, adanya bakteri kontaminan yang mengkontaminasi tahu selama proses pembuatan sampai tahu siap untuk dikonsumsi. Bakteri yang ditemukan dalam tahu biasanya dikarenakan pada proses pengolahannya terjadi kontaminasi. Sumber utama pencemaran bakteri pada tahu biasanya berasal dari bahan mentah, tanah dan air yang menjadi sumber utama dari bakteri yang dapat menyebabkan keracunan dan bakteri pembentuk spora seperti *Bacillus sp.* Lingkungan proses produksi dan karyawan atau pengolah makanan juga menjadi sumber dari kontaminasi bakteri seperti *Escherichia coli* dan *Salmonella* (Santoso, 2010 dalam Sitinjak 2015).

Salmonella sp. adalah spesies bakteri yang tidak tahan panas, dengan demikian infeksi *Salmonella* dapat dicegah dengan memanaskan makanan. Pemanasan yang disarankan untuk mencegah salmonellosis adalah pada suhu 66°C selama paling sedikit 20 menit. Sumber kontaminasi utama dari *salmonella* adalah manusia yang menangani makanan maka pengendalian yang paling penting adalah dengan memperhatikan kebersihan pekerja yang terlibat langsung dengan penanganan makanan. Pengendalian terhadap infeksi *salmonella* juga dapat dilakukan dengan mencegah terjadinya kontaminasi silang baik antara makanan masak dengan makanan mentah, maupun kontaminasi dari peralatan yang tidak bersih. (Arisman, 2009 dalam Sitinjak 2015).

2. Fisika

Bahaya fisik merupakan bahaya yang paling sedikit pengaruhnya terhadap keamanan pangan, di antara ketiga bahaya dalam keamanan pangan. Pada umumnya pengendalian bahaya tersebut dilakukan dengan penerapan cara pengolahan pangan yang baik (CPPB = GMP, *Good Manufacturing Practices*), termasuk di dalamnya pelatihan terhadap pekerja dan penerapan praktik sanitasi yang baik. Bahaya fisik terjadi pada proses pencetakan yaitu tempat pencetakan yang kurang bersih sehingga mengakibatkan tahu menjadi kekuning-kuningan, selain itu bahaya fisik berupa pasir tidak bisa hilang pada proses pemasakan, dan bisa melukai mulut saat mengonsumsi tahu, sedangkan cecair berupa kedelai hitam membuat produk terlihat tidak bersih. Hal ini jelas menunjukkan bahwa proses sortasi perlu dilakukan sebelum proses pembuatan tahu untuk memisahkan biji kedelai yang bagus dengan biji kedelai yang rusak.

Selain proses sortasi, tindakan pencegahan yang bisa dilakukan yaitu pada tahap penyaringan. Adanya cecair fisik diakibatkan oleh proses penyaringan yang kurang benar oleh pekerja juga pori-pori kain saring yang terlalu besar. Untuk itu pekerja harus berhati-hati saat menyaring sari kedelai, juga penggantian karing saring dengan pori-pori yang lebih kecil. Bak perendaman kedelai untuk pembuatan Tahu Cina juga perlu dibersihkan mengingat dinding

bak dipenuhi lumut yang mencemari produk nantinya. Begitu juga dengan jeregen-jeregen perendaman kedelai untuk pembuatan Tahu Sumedang juga harus diperhatikan kebersihannya dengan mencuci atau mengganti dengan jeregen yang baru (Sitinjak 2015).

Bahaya fisik juga bisa berasal dari debu atau kotoran yang menempel di langit-langit, karena dari hasil pengamatan langit-langit kedua industri terlihat kotor. Sarang laba-laba maupun debu yang menempel bisa jatuh kapan saja selama proses produksi. Debu dari sekitar lokasi juga bisa mengotori proses maupun tahu yang sudah jadi (Sitinjak 2015).

3. Kimia

Bahan kimia merupakan sumber keracunan pangan yang signifikan, walaupun pengaruhnya sering tidak bisa dikaitkan secara langsung dengan pangan tertentu. Kontaminan kimia dalam pangan termasuk toksin yang secara alami berada pada bahan pangan seperti toksin pada ikan dan mikotoksin, kontaminan dari lingkungan, seperti merkuri, Pb, dan senyawa kimia yang secara alami berada pada tanaman misalnya glikoalkaloid pada kentang. Bahan kimia juga dapat mengontaminasi makanan akibat adanya korosi pada peralatan.

Bahan tambahan pangan yang digunakan untuk memperbaiki mutu pangan juga potensial sebagai bahaya kimia dalam pangan. Demikian juga pestisida dan hormon serta obat-obatan lainnya yang digunakan dalam pertanian untuk meningkatkan mutu pangan dapat menyebabkan bahaya kimia pada pangan. Untuk pangan olahan, masalah yang timbul adalah penggunaan bahan tambahan pangan. Sebagai contoh, pewarna yang tidak diperkenankan, seperti methanil yellow dan rhodamine B telah dilaporkan digunakan sebagai pewarna sirup dan makanan jajanan untuk anak sekolah. Beberapa Bahan Tambahan Pangan yang diizinkan telah dilaporkan penggunaannya melebihi takaran yang diperkenankan. Bahaya kimia juga muncul akibat penggunaan bahan-bahan yang dilarang dipakai untuk pangan. Kasus penggunaan formalin pada produk, seperti mi, tahu, dan ikan asin seperti yang diberitakan pada waktu yang lalu merupakan permasalahan tersendiri di negara-negara berkembang seperti di

Indonesia. Tahu yang mengandung formalin atau boraks berbentuk bagus, kenyal, tidak mudah hancur, awet hingga lebih dari 3 hari, bahkan lebih dari 15 hari pada suhu lemari es, dan berbau menyengat khas formalin (Edi Afrianto, 2008 dalam Sitinjak, 2015).

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 711/MenKes/Per/IX/88, beberapa bahan pengawet yang umum digunakan adalah : benzoat, propionat, nitrit, sorbat, dan sulfat. Bahan tambahan yang dilarang : asam borat dan senyawanya, asam salisilat dan garamnya, dietilpirokarbonat, dulsin, Kalium klorat, kloramfenikol, minyak nabati yang dibrominasi, nitrofurazon, dan formalin.

1. Boraks

Boraks (barie acid borax) biasa digunakan dalam industri gelas, pelicin porselain, alat pembersih dan antiseptik, dan pembasmi semut. Penggunaan boraks apabila dikonsumsi secara terus menerus dapat mengganggu proses pencernaan usus, kelainan pada susunan saraf, depresi dan kekacauan mental. Dosis fatal boraks yaitu antara 0,1-0,5 gram/ kg BB (Cahyo dan Diana, 2006)

2. Logam Berat

Jenis logam berat yang diperiksa pada tahu yaitu timbal (Pb), tembaga (Cu) dan Arsen (As). Dari hasil penelitian di laboratorium kadar timbal pada kedua jenis tahu yaitu <0,02 mg/kg dengan baku mutu maksimal 2,0 mg/kg. Timbal (Pb) merupakan salah satu formulasi penyambung pipa yang mengakibatkan air untuk rumah tangga mempunyai banyak kemungkinan kontak dengan Pb. Keberadaan timbal pada tahu kemungkinan berasal dari pipa yang digunakan untuk menyalurkan. Uap dipakai untuk memasak bubur kedelai pada proses perebusan.

Logam Pb dapat masuk ke dalam tubuh melalui pernapasan (15%), makanan (65%), dan minuman (20%). Logam Pb tidak memiliki fungsi apapun dalam tubuh manusia, sehingga bila makanan tercemar oleh logam tersebut, tubuh akan mengeluarkannya sebagian. Sisanya akan terakumulasi pada bagian tubuh tertentu seperti ginjal, hati, kuku, jaringan lemak, dan

rambut. Kadar tembaga untuk Tahu Cina sebesar 2,41 mg/kg sedangkan Tahu Sumedang 3,23 mg/kg dengan baku mutu yaitu maksimal 30 mg/kg. Tembaga (Cu) merupakan mikroelemen penting untuk semua tanaman dan hewan, juga manusia.

Logam Cu diperlukan oleh berbagai sistem enzim di dalam tubuh manusia, oleh karena itu Cu harus selalu ada di dalam makanan. Namun, jumlah asupan terlalu besar akan menyebabkan masalah kesehatan. Keberadaan tembaga pada tahu bisa saja berasal dari tanah yang mengandung tembaga saat kedelai ditanam. Juga bisa berasal dari pestisida yang berlebihan yang digunakan saat di lahan pertanian. Selain itu tembaga juga dipakai pada proses pembuatan pipa ledeng sama seperti timbal. Jadi saat proses perebusan, pipa uap yang dipakai dan setiap hari kontak dengan bubur kedelai menyebabkan menumpuknya sisa-sisa bubur kedelai pada pipa sehingga menimbulkan karat dan mencemari produk. Cemaran tembaga juga bisa berasal dari proses penggilingan, dimana alat penggiling yang digunakan sudah rusak.

Kadar arsen pada kedua jenis tahu sebesar 0,03 mg/kg dengan batas maksimal 1,0 mg/kg. Arsen banyak ditemukan di dalam air tanah. Hal ini disebabkan arsen merupakan salah satu mineral yang memang terkandung dalam susunan batuan bumi. Arsen dalam tanah akan diserap oleh akar tumbuhan dan masuk ke dalam bagian-bagian tumbuhan sehingga tumbuhan mengandung arsen. Arsen juga dapat ditemukan di industri seperti industri pestisida, proses pelapisan logam. Bahan kimia arsen dapat masuk ke dalam tubuh melalui saluran pencernaan makanan, saluran pernafasan serta melalui kulit walaupun jumlahnya sangat terbatas. Arsen yang masuk ke dalam peredaran darah dapat ditimbun dalam organ seperti hati, ginjal, otot, tulang, kulit dan rambut.

3. Formalin

Formaldehid merupakan bahan tambahan kimia yang efisien, tetapi dilarang ditambahkan pada bahan pangan (makanan), tetapi ada kemungkinan formaldehid digunakan dalam pengawetan susu, tahu, mie, ikan basah, dan produk pangan lainnya. Larutan formaldehid atau larutan formalin mempunyai nama dagang formalin, formol, atau mikrobisida dengan rumus molekul CH_2O mengandung kira-kira 37% gas formaldehid dalam air. Biasanya ditambahkan 10-15% metanol untuk menghindari polimerisasi. Larutan ini sangat kuat dan dikenal dengan formalin 100% atau formalin 40%, yang mengandung 40 gram formaldehid dalam 100 ml pelarut (Windholz *et al.*, 1983 dalam Cahyadi, 2012). Formaldehid adalah gas dengan titik didih 21°C sehingga tidak dapat disimpan dalam keadaan cair ataupun gas. Dalam perdagangan dijumpai formalin, yaitu larutan formaldehid yang mengandung 34-38% b/b CH_2O dengan metil alkohol sebagai stabilisator untuk memperlambat polimerisasi formaldehid menjadi paraformaldehid yang padat (Reynolds, 1982 dalam Cahyadi, 2012). Formalin merupakan cairan jernih yang tidak berwarna atau hampir tidak berwarna dengan bau yang menusuk, uapnya merangsang selaput lendir hidung dan tenggorokan, dan rasa membakar. Bobot tiap mililiter ialah 1,08 gram, dapat bercampur dalam air dan alkohol, tetapi tidak bercampur dalam kloroform dan eter. Sifatnya yang mudah larut dalam air dikarenakan adanya elektron sunyi pada oksigen sehingga dapat mengadakan ikatan hidrogen molekul air (Fessenden, 1986 dalam Cahyadi, 2012). Berdasarkan teori BPOM (2008) formaldehid merupakan senyawa kimia berbentuk gas atau larutan yang memiliki sifat tidak berwarna seperti air, sedikit asam, baunya sangat menusuk dan korosif, terurai jika dipanaskan dan melepaskan asam formiat. Hal ini lebih dijelaskan teori BPOM (2008) formalin memiliki titik didih 101°C .

Sifat antimikrobia dari formaldehid merupakan hasil dari kemampuannya menginaktivasi protein dengan cara mengondensasi dengan amino bebas dalam protein menjadi

campuran lain. Kemampuan dari formaldehid meningkat seiring dengan peningkatan suhu (Lund, 1994 dalam Cahyadi, 2012). Mekanisme formalin sebagai pengawet adalah jika formaldehid bereaksi dengan protein sehingga membentuk rangkaian-rangkaian antara protein yang berdekatan. Akibat dari reaksi tersebut, protein mengeras dan tidak dapat larut (Standen, 1966 dalam Herdiantini, 2003 dalam Cahyadi, 2012). Formaldehid mungkin berkombinasi dengan asam amino bebas dari protein pada sel protoplasma, merusak nukleus, dan mengkoagulasi protein (Fazier and Westhoff, 1988 dalam Cahyadi, 2012).

Formaldehid dapat merusak bakteri karena bakteri adalah protein. Pada reaksi formaldehid dengan protein, yang pertama kali diserang adalah gugus amina pada posisi dari lisin di antara gugus-gugus polar dari peptidanya. Formaldehid selain menyerang gugus $\epsilon\text{-NH}_2$ dari lisin juga menyerang residu tirosin dan histidin (Angka, 1992 dalam Cahyadi, 2012). Pengikatan formaldehid pada gugus $\epsilon\text{-NH}_2$ dari lisin berjalan lambat merupakan reaksi yang searah, sedangkan ikatannya dengan gugus amino bebas berjalan cepat dan merupakan reaksi bolak-balik. Ikatan formaldehid dengan gugus amino dalam reaksi ini tidak dapat dihilangkan dengan dianalisis sehingga ikatan ini turut menyokong kestabilan struktur molekul (Angka, 1992 dalam Cahyadi, 2012). Sifat penetrasi formaldehid cukup baik, tetapi gerakan penetrasinya lambat sehingga walaupun formaldehid dapat digunakan untuk mengawetkan sel-sel, tetapi tidak dapat melindunginya secara sempurna, kecuali bila diberikan dalam waktu lama sehingga jaringan menjadi keras (Huber, 1982 dalam Sarastika, 1990 dalam Herdiantini, 2003 dalam Cahyadi, 2012).

Formaldehid (formalin oximethylene) terdapat dalam bentuk gas HCHO dalam bentuk larutan yang digunakan sebagai antiseptik, untuk menghilangkan bau dan digunakan sebagai bahan fumigasi (uap/kabut) baunya yang tajam merangsang dapat menyebabkan mati lemas (Adiwisastro, 1992 dalam Cahyadi, 2012). Formalin digunakan sebagai disinfektan untuk rumah,

perahu, gudang, kain, sebagai germisida dan fungisida tanaman dan buah-buahan, digunakan pada pabrik sutra sintetik, fenilik resin, selulosa ester, bahan peledak, mengeraskan film pada fotografi, mencegah perubahan dan mengkoagulasikan lateks, dan sebagainya (Windholz *et al.*, 1983 dalam Cahyadi, 2012). Formaldehid banyak digunakan pada industri tekstil untuk mencegah bahan menjadi kusut dan meningkatkan ketahanan bahan tenunan (Klaassen *et al.*, 1991 dalam Cahyadi, 2012). Dalam bidang farmasi formalin digunakan sebagai pendetoksifikasi toksin dalam vaksin dan juga untuk obat penyakit kutil karena kemampuannya merusak protein (Angka, 1992 dalam Cahyadi, 2012). Formaldehid dapat masuk ke dalam tubuh dengan jalan inhalasi uap, kontak langsung dengan larutan yang mengandung formaldehid atau dengan jalan memakan atau meminum makanan yang mengandung formaldehid (Anonymous, 2004 Australia dalam Cahyadi, 2012).

Hasil penelitian *Institute for Science and Technology Studies* (ISTECS) mengungkapkan 90% tahu yang beredar di wilayah Jakarta Selatan dan Bogor ternyata menggunakan formalin. Penggunaan formalin tersebut dilakukan para pedagang tahu tradisional sebagai bahan pengawet (Herdiantini, 2003 dalam Cahyadi, 2012). Menurut Efendi (2004) dalam Cahyadi (2012) formalin adalah larutan *formaldehid* (30-40%) dalam air dan merupakan anggota paling sederhana dan kelompok *aldehid* dengan rumus kimia HCHO. Formalin merupakan antiseptik untuk membunuh bakteri dan kapang, dalam konsentrasi rendah 2%-8%, terutama digunakan untuk menyucihamakan peralatan kedokteran atau untuk mengawetkan mayat dan spesimen biologi lainnya. Menurut Muchtadi (1995) dalam Cahyadi (2012), bila tahu direndam dalam larutan formalin 2% selama 3 menit dapat memperpanjang daya tahan simpannya pada suhu ruang selama 4-5 hari, sedangkan tahu kontrol hanya bertahan 1-2 hari dengan cara direndam dalam air.

a. Dampak Formalin terhadap Kesehatan

Departemen Kesehatan RI berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 722/Menkes/Per/IX/88 mendefinisikan bahan tambahan pangan seperti yang disusun oleh komisi Codex Alimentarius. Formalin bersama-sama boraks termasuk dalam daftar bahwa tambahan kimia yang dilarang digunakan (Kurniawati, 2004 dalam Cahyadi, 2012). Karakteristik risiko yang membahayakan bagi kesehatan manusia yang berhubungan dengan formaldehid adalah berdasarkan konsentrasi dari substansi formaldehid yang terdapat di udara dan juga dalam produk-produk pangan (WHO, 2002 dalam Cahyadi, 2012). Formalin merupakan bahan beracun dan berbahaya bagi kesehatan manusia. Jika kandungannya dalam tubuh tinggi, akan bereaksi secara kimia dengan hampir semua zat di dalam sel sehingga menekan fungsi sel dan menyebabkan kematian sel yang menyebabkan keracunan pada tubuh. Selain itu, kandungan formalin yang tinggi dalam tubuh juga menyebabkan iritasi lambung, alergi, bersifat karsinogenik (menyebabkan kanker) dan bersifat mutagen (menyebabkan perubahan fungsi sel/jaringan), serta orang yang mengonsumsinya akan muntah, diare bercampur darah, kencing bercampur darah, dan kematian yang disebabkan adanya kegagalan peredaran darah. Formalin bila menguap di udara, berupa gas yang tidak berwarna dengan bau yang tajam menyesakkan sehingga merangsang hidung, tenggorokan, dan mata.

Pemaparan formaldehid terhadap kulit menyebabkan kulit mengeras, menimbulkan kontak dermatitis dan reaksi sensitivitas, sedangkan pada sistem reproduksi wanita akan menimbulkan gangguan menstruasi, toksemia, dan anemia pada kehamilan, peningkatan aborsi spontan, serta penurunan berat badan bayi yang baru lahir. Uap dari larutan formaldehid menyebabkan iritasi membran mukosa hidung, mata, dan tenggorokan apabila terhisap dalam bentuk gas pada

konsentrasi 0,03-4 bpg selama 35 menit. Dapat terjadi iritasi pernapasan parah seperti batuk, disfagia, spasmus laring, bronkitis, pneumonia, asma, udem pulmonary, dapat pula terjadi tumor hidung pada mencit. Uap formaldehid sangat iritan terhadap membran mukosa dan dapat mengiritasi mata, hidung, dan bila uap dihirup dapat terjadi iritasi saluran napas yang parah, antar lain dapat menyebabkan batuk, spasmus laring, bronkitis, dan pneumonia, dapat pula timbul asma pada inhalasi beruang (Angka, 1992 dalam Cahyadi, 2012).

Formalin dalam saluran pencernaan dapat menyebabkan rasa sakit yang sangat disertai dengan radang, ulca, dan hedrosis membran mukosa. Hal ini karena sifatnya yang merupakan iritan kuat membran mukosa. Hal ini karena sifatnya yang merupakan iritan kuat membran mukosa, dapat juga menyebabkan muntah dan diare berdarah (Reynolds, 1982 dalam Cahyadi, 2012). Formalin dapat bereaksi dengan cepat pada lapisan lendir saluran pencernaan dan saluran pernapasan. Di dalam tubuh bahan ini secara cepat teroksidasi membentuk asam formiat terutama di hati dan sel darah merah (Winarno dan Sulistyowati, 1991 dalam Cahyadi, 2012). Formalin mungkin juga menyebabkan degenerasi saraf optik, karena terbentuknya asam format dalam jumlah yang banyak dan asidosis inilah yang menyebabkan timbulnya gejala umum dan dapat menimbulkan kematian (Ariens *et al.*, 1986 dalam Cahyadi, 2012). Formaldehid dapat diserap melalui semua jalan saluran lambung atau usus dan paru-paru dan dioksidasi menjadi asam formik dan sebagian kecil metil format (dibentuk metil) (Adiwisastro, 1992 dalam Cahyadi, 2012).

Secara umum, kontak langsung dengan konsentrasi formaldehida dalam bentuk larutan, sekitar 1-2% (10.000-20.000 mg/liter) mungkin untuk menyebabkan iritasi pada kulit. Tetapi, pada individu sangat perasa, kontak kulit yang menyebabkan infeksi kulit dapat terjadi pada konsentrasi formaldehid yang rendah, yaitu 0,003% (30 mg/liter) (WHO,

2002). Formaldehid dapat mengiritasi jika digunakan sebagai disinfektan kulit. Formaldehid dapat berkaitan dengan protein dan dalam konsentrasi yang tinggi dapat mengendapkan protein dan sifat formaldehid inilah yang digunakan dalam pembuatan toksoid (Fitriana, 1990 dalam Cahyadi, 2012).

Larutan formaldehid bila mengenai kulit dapat menimbulkan warna keputihan disertai dengan pengerasan, serta memberikan efek arestetik. Dermatitis dan reaksi sensitivitas dapat terjadi setelah penggunaan pada konsentrasi yang lazim digunakan dan setelah kontak dengan residu formaldehid dalam resin (Angka, 1992 dalam Cahyadi, 2012). Efek pemberian formaldehid melalui oral dosis tinggi (Sekitar 100 mg/kg berat badan) selama 2 bulan melalui air minum hewan percobaan menunjukkan terhambatnya pertumbuhan berat badan disertai dengan menurunnya asupan makanan dan minuman, produksi urin menurun, penyempitan dan penipisan bagian depan lambung, bahkan pada pemberian formaldehid dengan dosis 300 mg/kg berat badan (WHO, 1989 dalam Cahyadi, 2012). Penelitian terhadap pemberian formaldehid dengan cara pencernaan (*digestion*) didapatkan bahwa proses pencernaan formaldehid akut menyebabkan luka pada ginjal, disuria, anuria, piuria, haematuria, dan meningkatnya kadar format dalam urine. Proses pencernaan (pemasukan) akut dapat menyebabkan kematian karena oedema pada paru-paru dan *circulatory collapse* (WHO, 1989 dalam Cahyadi, 2012).

Seseorang yang mengkonsumsi tahu, mie, bakso, atau ayam berformalin beberapa kali saja belum merasakan akibatnya. Efek dari bahan makanan berformalin baru terasa beberapa tahun kemudian. Kandungan formalin yang tinggi akan meracuni tubuh, menyebabkan iritasi lambung, alergi, bersifat karsinogenik (menyebabkan kanker) dan bersifat mutagen (menyebabkan perubahan fungsi sel). Pada kadar yang sangat tinggi, hal tersebut dapat menyebabkan kegagalan peredaran darah yang bermuara pada kematian. Di dalam

tubuh, jika terakumulasi dalam jumlah besar, formalin merupakan bahan beracun dan berbahaya bagi kesehatan manusia. Jika kandungan dalam tubuh tinggi, akan bereaksi secara kimia dengan hampir semua zat di dalam sel, sehingga menekan fungsi sel dan menyebabkan kematian sel yang menyebabkan keracuna pada tubuh. Akumulasi formalin yang tinggi di dalam tubuh akan menyebabkan berbagai keluhan, misalnya iritasi lambung dan kulit, muntah, diare, serta alergi, bahkan bisa menyebabkan kanker, karena formalin bersifat karsinogenik (Bambang, 2005 dalam Cahyadi, 2012). Khusus mengenai sifatnya yang karsiogenik, formalin termasuk ke dalam karsinogenik golongan II A. Golongan I adalah yang sudah pasti menyebabkan kanker, berdasarkan uji lengkap, sedangkan golongan II A baru taraf diduga, karena data hasil uji pada manusia masih kurang lengkap (Bambang, 2005 dalam Cahyadi, 2012). Dalam jumlah sedikit formalin akan larut dalam air, serta akan dibuang keluar bersama cairan tubuh. Itu sebabnya formalin sulit dideteksi keberadaannya di dalam darah (Bambang, 2005 dalam Cahyadi, 2012).

B. Tahu

Tahu adalah ekstrak protein kacang kedelai. Tahu dikenal dan populer di negara-negara Asia, seperti Cina, Jepang dan negara-negara anggota ASEAN. Tahu mulai juga menyebar ke negara-negara lainnya dengan adanya migrasi orang Asia ke Eropa dan Amerika. Tahu lebih banyak mengandung kadar protein dan sedikit karbohidrat dan mempunyai nilai gizi dan digestibilitas sangat baik. Pada umumnya tahu diperdagangkan segar, tetapi ada juga yang dijual setelah diolah menjadi makanan yang siap untuk dikonsumsi secara langsung (kripik tahu). Tahu dapat diolah di dapur rumah tangga dalam berbagai jenis masakan, seperti digoreng dan dimasak berbagai macam seperti tempe.

1. Proses Pembuatan Tahu

Kacang kedelai mentah dikuliti dan direndam dengan air dingin beberapa lama agar menjadi lebih lunak, lalu dibersihkan dari kulitnya. Cara membersihkan kulit pada zaman dahulu dengan diinjak-injak,

tetapi sekarang dilakukan dengan mempergunakan alat mekanis, sehingga lebih higienis. Kacang yang sudah menjadi sedikit lunak ini digiling di antara dua lempeng batu, dimana batu yang diatas berputar, sedangkan kacang melalui lubang di bagian tengah batu yang disebelah atas di alirkan dengan diberi air sedikit demi sedikit. Celah antara kedua batu penggiling itu keluar cairan berwarna putih seperti susu yang ditampung dalam sebuah bejana. Kacang yang sudah dihancurkan ini disaring dan dikeluarkan ampasnya. Susu kacang kedelai tersebut kemudian direbus dan ditambahkan batu tahu (gips) atau asam cuka, untuk menggumpalkan proteinnya, sambil diaduk perlahan-lahan. Pada proses ini terjadi lapisan di bagian atas cairan yang dipisahkan sebagai bunga tahu dan dijual tersendiri sebagai produk khusus. Susu kedelai yang direbus dan diberi batu tahu atau asam cuka tersebut, proteinnya menggumpal dan diambil. Setelah menjadi cukup dingin, gumpalan itu diperas dalam kain dan menjadi tahu yang setelah dipotong-potong siap untuk dipasarkan dan dikonsumsi. Ada pula yang membentuk gumpalan tahu tersebut secara terpisah satu-satu dengan ukuran kira-kira 10 x 10 cm, dibungkus secara terpisah-pisah. Tahu demikian biasanya berkualitas baik dan harganya lebih mahal. Permukaan lempengan tahu dapat diberi warna kuning untuk menambah daya tarik para calon konsumen. Menurut Kristianto Y (2010) dalam Putri M (2017) menyatakan bahwa ciri-ciri tahu yang mengandung formalin adalah cetakan atau irisan tahu kelihatan sangat rapi, tidak banyak serpihan, lebih kompak dan kenyal, tidak mudah busuk, awet sampai lebih 2 hari pada suhu kamar, di kulkas sampai 2 minggu lebih.

2. Penyimpanan Tahu

Tahu harus segera dijual karena daya simpannya terbatas, akan cepat membusuk sehingga tidak dapat dikonsumsi. Permukaan tahu menjadi berlendir karena kontaminasi bakterial. Tahu yang demikian menyebabkan terdapat pedagang yang menambahkan atau mencelupkan tahu ke dalam larutan formalin untuk menambah daya simpannya. Hal ini tidak dianjurkan karena formalin merupakan bahan beracun bila dikonsumsi dalam konsentrasi agak pekat bahkan pada

konsentrasi cair pun, sudah memberikan efek toksik, terutama jika dikonsumsi untuk jangka lama.

a. Tahu berformalin

Tahu yang diberi formalin ini tampak lebih tegar, keras, dan lebih tahan lama. Sebaiknya tidak membeli dan mengonsumsi tahu yang telah diawetkan dengan formalin tersebut. Tahu berformalin akan tahan lama, sedangkan tahu tanpa pengawet hanya bertahan dua hari. Tahu tanpa pengawet dapat lebih lama bertahan jika disimpan dalam kulkas atau dibubuhi pengawet yang dianjurkan. Menurut Artikel Kesehatan (2016) tahu yang berformalin mempunyai ciri-ciri antara lain tekstur kenyal, tidak padat tetapi tidak mudah hancur; awet sampai 3 hari pada suhu kamar, tahan sampai 15 hari dalam lemari es; dan aroma menyengat bau formalin (kadar 0,5-1,0 ppm). Bahan pengawet tersebut seperti vitamin C 0,05% (tahu diberi pengawet selama empat jam), natrium benzoat 1000 ppm (selama 24 jam) atau asam sitrat 0,05% (selama delapan jam).

Menurut Susanti, S (2010) tahu yang mengandung formaldehid memiliki ciri yang dapat dibedakan. Semakin tinggi kandungan formalin, maka tercium bau obat yang semakin menyengat, sedangkan tahu tidak berformaldehid akan tercium bau protein kedelai yang khas. Tahu yang berformalin mempunyai sifat membal (jika ditekan terasa sangat kenyal), sedangkan tahu tak berformalin jika ditekan akan hancur. Tahu berformalin akan tahan lama, sedangkan yang tak berformalin paling hanya tahan satu dua hari.

Tahu yang mengandung formalin dapat ditandai dengan :

1. Semakin tinggi kandungan formalin, maka tercium bau obat yang semakin menyengat, sedangkan tahu tidak berformalin akan tercium bau protein kedelai yang khas.
2. Tahu yang berformalin mempunyai sifat membal (jika ditekan terasa sangat kenyal), sedangkan tahu tak berformalin jika ditekan akan hancur.

3. Tahu berformalin akan tahan lama, sedangkan yang tidak berformalin paling hanya tahan satu atau dua hari.
4. Tahu yang memakai pewarna buatan dapat ditandai dengan cara melihat penampakkannya. Jika tahu memakai pewarna buatan, warnanya sangat homogen atau seragam dan penampakan mengilap. Jika memakai pewarna kunyit, warnanya cenderung lebih buram (tidak cerah). Jika tahu dipotong, maka akan kelihatan bagian dalamnya berwarna tidak homogen atau seragam. Bahkan ada sebagian masih berwarna putih.

b. Cara Penurunan Kadar Formalin

Proses deformalinisasi pada tahu dapat dilakukan melalui beberapa cara. Beberapa cara yang dapat dilakukan antara lain adalah dengan merendam tahu dalam air biasa, merendam tahu dalam air panas, merebus tahu dalam air yang mendidih, dan mengukus tahu tersebut untuk kemudian direbus dalam air mendidih dan diikuti dengan proses penggorengan. Dari berbagai cara yang dapat dilakukan, akan mendapatkan hasil yang berbeda-beda. Cara terbaik yang didapatkan adalah dengan merebus tahu kedalam air mendidih untuk kemudian diikuti dengan proses penggorengan. Ada cara yang dapat digunakan untuk menurunkan kadar formalin yaitu dengan cara merendam tahu dalam air selama 60 menit yang mampu menurunkan kadar formalin sampai 61,25 %, dengan air leri mencapai 66,03 %, sedang pada air garam 89,53 %. Ini artinya hanya dengan perlakuan dan pengetahuan yang baik sebelum dikonsumsi, kadar formalin akan hilang, (Agus, 2012 dalam Vidiawati, 2013). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Sirait, M (2016) perendaman tahu dalam larutan garam 2,5% pada suhu 30°C dan waktu perendaman 20 menit dapat menurunkan residu formalin 43,33%. Adapun untuk tahu sedikitnya ada beberapa tahap penanganan untuk mengurangi kadar formalin, direndam dalam air biasa, dalam air panas, direbus dalam air mendidih, dikukus kemudian

direbus dalam air mendidih dan diikuti dengan proses penggorengan (Agus, 2012 dalam Vidiawati, 2013). Hal ini sesuai dengan teori Ita (2016) mengatakan, karakteristik formalin adalah mudah larut dalam air sampai dengan konsentrasi 55%. Hal ini juga didukung oleh penelitian yang dilakukan Sukesri (2006) dalam Teddy (2007), deformalinisasi (menurunkan kadar formalin) pada ikan asin dapat dilakukan dengan cara merendam ikan asin dalam 3 macam larutan, yaitu air, air garam dan air leri (air cucian beras) dengan perendaman ikan asin dalam air selama 60 menit mampu menurunkan kadar formalin sampai 61,25%, dengan air leri mencapai 66,03% dan air garam mampu menurunkan kadar formalin hingga 89,53%.

c. Cara Mengawetkan Tahu

Beberapa cara pengawetan tahu yang biasa dilakukan adalah:

1. Tahu direbus selama 30 menit kemudian direndam dalam air yang telah dimasak, daya simpannya bisa menjadi empat hari.
2. Tahu direbus, kemudian dibungkus plastik dan disimpan di lemari es, memiliki daya tahan delapan hari.
3. Tahu diawetkan dengan direndam natrium benzoat 1000 ppm selama 24 jam dapat mempertahankan kesegaran selama tiga hari pada suhu kamar.
4. Tahu direndam dalam vitamin C 0,05% selama empat jam dapat mempertahankan tahu selama dua hari pada suhu kamar.
5. Tahu direndam dalam asam sitrat 0,05% selama delapan jam akan segar selama dua hari pada suhu kamar.

3. Syarat Mutu Tahu

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 01-3142-1998), tahu didefinisikan sebagai suatu produk makanan berupa padatan lunak

yang dibuat melalui proses pengolahan kedelai dengan prinsip pengendapan protein dengan tanpa penambahan bahan makanan lain. Adapun syarat mutu tahu sebagai berikut :

Tabel 1. Syarat Mutu Tahu berdasarkan SNI 01-3142-1998

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan :		
	a. Bau	-	Normal (berbau kedelai)
	b. Rasa	-	Normal
	c. Warna	-	Putih normal
	d. Penampakan	-	Tidak berlendir dan berjamur
2.	Abu	-	Maksimal 1,0
3.	Protein	-	Maksimal 9,0
4.	Lemak	-	Maksimal 0,5
5.	Serat kasar	-	Maksimal 0,1
6.	Bahan tambahan makanan: Formalin	-	Tidak boleh ada
7.	Cemaran logam :		
	a. Timbal (Pb)	mg/kg	Maksimal 2,0
	b. Tembaga (Cu)	mg/kg	Maksimal 30,0
	c. Seng (Zn)	mg/kg	Maksimal 40,0/250,0
	d. Arsen (As)	mg/kg	Maksimal 1,0

Sumber : SNI 01-3142-1998