

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Tahu**

##### **1. Definisi**

Winarno (1993) dalam Rahmawati (2013) menyatakan tahu adalah makanan yang dibuat dari kacang kedelai, diolah fermentasi dan diambil sarinya. Dengan kata lain, tahu merupakan dadih kedelai, yaitu susu kedelai yang dibuat kental (curd) kemudian dicetak dan di press.

Pada dasarnya tahu merupakan hasil dari endapan protein yang mengalami koagulasi sehingga membentuk padatan yang hasil akhirnya dapat dikatakan sebagai tahu. Tahu paling banyak menggunakan bahan dasar kedelai karena memiliki kandungan protein yang tinggi (Elygio *et al.*, 2016). Tahu merupakan produk olahan kacang kedelai yang sangat populer di Indonesia dan paling banyak diproduksi. Sebanyak 40% konsumsi kacang kedelai di Indonesia diolah menjadi tahu. Tahu memiliki warna asli putih, tekstur kompak akan tetapi tetap lembut dan lunak. Prinsip pembuatan tahu umumnya merupakan ekstraksi protein kacang kedelai dengan air kemudian digumpalkan dengan bahan penggumpal yang berupa asam dan garam tertentu (Nanda, 2016).



**Gambar 2. 1 Tahu Sutra**

Tahu diproduksi dengan memanfaatkan sifat protein , yaitu akan menggumpal bila bereaksi dengan asam (cuka). Penggumpalan protein oleh asam cuka akan berlangsung secara cepat dan serentak diseluruh bagian cairan sari kedelai, sehingga sebagian besar air yang semula

tercampur dalam sari kedelai akan terperangkap di dalamnya. Pengeluaran air yang ada didalamnya tersebut dapat dilakukan dengan memberikan tekanan. Semakin besar tekanan yang diberikan, semakin banyak air yang dapat dikeluarkan dari gumpalan protein. Gumpalan protein tersebut yang dinamakan sebagai tahu (Widaningrum, 2015).

## **2. Jenis-jenis tahu**

Menurut Sarwono dan Saragih (2003), tahu diperdagangkan dengan berbagai variasi bentuk, ukuran dan nama. Selain itu tahu putih atau tahu biasa, di pasar juga dikenal sebagai tahu komersial yang sudah memiliki nama dan berciri khas, antara lain :

### **a. Tahu Sumedang**

Tahu Sumedang disebut juga tahu pong. Tahu ini merupakan lembaran lembaran tahu putih setebal 3 cm dengan tekstur lunak dan kenyal. Tahu putih ini disimpan dalam wadah yang telah berisi air. Tahu putih yang siap olah biasanya dipotong kecil-kecil sebelum digoreng.

### **b. Tahu Bandung**

Tahu bandung berbentuk persegi (kotak), tekstur agak keras dan kenyal, warnanya kuning karena sebelumnya telah direndam air kunyit. Tahu digoreng dengan mengoleskan sedikit minyak di wajan.

### **c. Tahu Cina**

Tahu cina berupa tahu putih, teksturnya lebih padat, halus dan kenyal dibandingkan tahu biasa. Ukurannya sekitar 12 cm × 12 cm × 8 cm. Ukuran dan bobot tahu relatif seragam karena proses pembuatannya, digunakan sioko (kalsium sulfat) sebagai bahan penggumpal protein sari kedelainya.

### **d. Tahu Kuning**

Tahu kuning mirip tahu cina. Bentuknya tipis dan lebar. Warna kuning dikarenakan sepuhan atau larutan sari kunyit. Tahu ini banyak digunakan dalam masakan cina.

### **e. Tahu Takwa**

Tahu takwa merupakan tahu khas Kediri, Jawa Timur. Proses pengolahan tahu takwa pada prinsipnya sama dengan tahu biasa, hanya terdapat perbedaan dalam perlakuan, terutama pada perendaman kedelai dan pengepresan tahu. Bahan bakunya dipilih kedelai lokal yang berbiji kecil. Penggumpalan sari kedelai menggunakan asam cuka. Sebelum dipasarkan, tahu takwa dimasak atau dicelup beberapa menit dalam air kunyit mendidih sehingga warnanya menjadi kuning. Tahu dijual dan disimpan dalam keadaan kering tanpa perlu direndam air seperti tahu putih biasa.

**f. Tahu Sutera**

Tahu ini sangat lembut dan lunak. Dulu, tahu ini mudah sekali rusak sehingga harus segera diolah. Namun, sekarang proses pembuatannya lebih modern sehingga produknya lebih tahan lama.

Tahu Sutera adalah salah satu jenis tahu yang memiliki tekstur yang lebih lembut dibandingkan dengan tahu lainnya, dan dikemas tanpa udara guna menjaga kualitas dari tahu tersebut (Hayter : 2001). Tahu sutra tidak memiliki perbedaan yang mencolok dengan tahu pada umumnya. Namun perbedaan terletak pada warna yang lebih pucat dan tekstur yang super halus. Kandungan protein tahu sutra lebih tinggi dibandingkan dengan tahu lainnya.

**3. Kandungan Gizi**

Tahu sutra memiliki kandungan protein sebesar 7,8 % dan kandungan lesitin yang cukup tinggi sedangkan tahu biasa hanya memiliki kandungan protein sebesar 5,5 % (Astawan : 2009). Tahu Sutra juga memiliki kadar air 86 % (Santoso : 2005). Tahu mengandung kadar air 86%, kadar protein 8-12%, kadar lemak 4,6% dan 1,6% karbohidrat, juga mengandung berbagai mineral di dalamnya seperti kalsium, zat besi, fosfat, kalium, natrium, serta berbagai vitamin diantaranya kolin, vitamin B dan E. terdapat juga kandungan asam lemak jenuh yang rendah dan bebas kolesterol. Mutu proteinnya cukup tinggi sehingga cocok untuk makanan diet (koswara, 2009).

**Tabel 2. 1 Nilai Gizi Tahu Sutra**

<b>Zat Gizi</b>	<b>Jumlah Kandungan</b>
Energi (kkal)	72
Air (g)	84,9
Protein (g)	7,8
Lemak (g)	4,3
Gula (g)	2,3
Serat (g)	0
Abu (g)	0,7
Kalsium (mg)	146
Natrium (mg)	6
Fosfor (mg)	105
Besi (mg)	1,7
Vitamin B1 (mg)	0,02
Vitamin B2 (mg)	0,02
Vitamin B3 (mg)	0,5

(sumber : Astawan : 2009)

Pada tahu terdapat berbagai macam kandungan gizi, seperti protein, lemak, karbohidrat, kalori, dan mineral, fosfor, vitamin B-kompleks seperti thiamin, riboflavin, vitamin E, vitamin B12, kalium dan kalsium (yang bermanfaat mendukung terbentuknya kerangka tulang). Dan yang paling penting, dengan kandungan sekitar 80% asam lemak tak jenuh tahu tidak banyak mengandung kolesterol, sehingga sangat aman bagi kesehatan jantung, bahkan karena kandungan hidrat arang dan kalorinya yang rendah tahu merupakan salah satu menu diet rendah kalori (Rahmawati, 2013).

#### 4. Syarat Mutu

Tahu yang baik memiliki kualitas sensoris dan mikrobiologis sesuai standar mutu yang telah ditetapkan. Parameter mikrobiologis tahu menurut PerKa BPOM No.13 tahun 2019 tentang Batas Maksimal Cemarkan Mikroba Dalam Pangan Olahan pada kriteria tahu segar disebutkan untuk bakteri *Escherichia coli* sebanyak  $< 3$  APM/g, *staphylococcus aureus* sebanyak  $10^2$  koloni/g, dan untuk bakteri *salmonella* adalah negatif/25g. Ada juga syarat mutu tahu menurut SNI 3142-2018 tentang Tahu dapat dilihat pada tabel 2.2.

**Tabel 2. 2 Syarat Mutu Tahu SNI 3142-2018 Tentang Tahu**

Jenis uji	Satuan	Persyaratan
Keadaan :		
Bau	-	Normal
Rasa	-	Normal
Warna	-	Normal
Penampakan	-	Normal tidak berlendir
Formalin (HCHO)	-	Tidak boleh ada
Kadar air	Fraksi massa, %	Maksimal 92
Protein (Nx,5,71)	Fraksi massa, %	Minimal min. 3,5
Abu tidak larut dalam asam	Fraksi massa, %	Maks. 0,1
Serat kasar	Fraksi massa, %	Maks. 0,1

Cemaran logam :		
Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,25
Cadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,05
Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0
Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0,03
Cemaran aksen (As)		Maks. 0,1
Cemaran mikroorganisme:		Lihat table 2.3

Selain syarat mutu fisik, kandungan gizi dan juga cemaran logam, tahu juga memiliki syarat mutu mikrobiologi. Untuk menjamin kualitas tahu agar terbebas dari cemaran mikrobiologis, ditetapkanlah parameter mikrobiologis untuk tahu seperti yang dipaparkan pada tabel 2.3 tentang kriteria mikrobiologi tahu menurut SNI 3142-2018.

**Tabel 2. 3 Kriteria mikrobiologi tahu (SNI 3142-2018)**

Jenis cemaran mikroba	n	c	m	M
<i>Escherichia coli</i>	5	0	< 3 APM/g	NA
<i>Staphylococcus aureus</i>	5	2	10 <sup>2</sup> koloni/g	10 <sup>3</sup> koloni/g
<i>salmonella</i>	5	0	Negative/ 25 g	NA

**Catatan :**

n adalah jumlah sampel yang diambil dan dianalisa

c adalah jumlah maksimum sampel yang boleh melampaui batas mikroba

m.M adalah batas mikroba

NA adalah *Not Applicable*

Menurut widaningrum (2015) dalam Nanda (2016) bahwa tahu sering disebut dengan daging tanpa tulang karena memiliki kandungan gizi yang tinggi, terutama mutu protein yang setara dengan daging hewan. Bahkan protein tahu lebih tinggi dibandingkan dengan protein kedelai, dimana tahu yang mempunyai mutu protein nabati terbaik karena memiliki komposisi asam amino terlengkap dan daya cerna yang tinggi atau sebesar 85%-98%. Harga tahu yang lebih murah, masyarakat cenderung lebih memilih mengkonsumsi tahu sebagai bahan makanan pengganti protein hewani untuk memenuhi kebutuhan gizi.

**B. *Escherichia coli***

**1. *Escherichia coli***

*Escherichia coli* atau biasa disingkat *E. coli* adalah salah satu jenis spesies utama bakteri gram negatif. Pada umumnya bakteri ini diketahui terdapat secara normal dalam alat pencernaan manusia dan hewan. Keberadaannya di luar tubuh manusia menjadi indikator sanitasi makanan dan minuman apakah pernah tercemar oleh kotoran manusia atau tidak. Keberadaan *Escherichia coli* dalam air atau makanan juga dianggap memiliki korelasi tinggi dengan ditemukannya bibit penyakit (patogen)

pada pangan (Rahayu, 2003).



**Gambar 2. 2 *Escherichia coli***

Dalam persyaratan mikrobiologi *E. coli* dipilih sebagai indikator tercemarnya air atau makanan karena keberadaan bakteri *E. coli* dalam sumber air atau makanan merupakan indikasi terjadinya kontaminasi tinja manusia. Adanya *E. coli* menunjukkan suatu tanda praktek sanitasi yang tidak baik karena *E. coli* bisa berpindah dengan kegiatan tangan ke mulut atau dengan pemindahan pasif lewat makanan, air, susu dan produk-produk lainnya. *E. coli* yang terdapat pada makanan atau minuman yang masuk kedalam tubuh manusia dapat menyebabkan gejala seperti kolera, disentri, gastroenteritis, diare dan berbagai penyakit saluran pencernaan lainnya (Nurwanto, 2007).

*Escherichia coli* adalah kuman oportunistik yang banyak ditemukan di dalam usus besar manusia sebagai flora normal. Bakteri ini bersifat unik karena dapat menyebabkan infeksi primer pada usus, misalnya diare pada anak, seperti juga kemampuannya menimbulkan infeksi pada jaringan tubuh lain di luar usus. *Escherichia coli* terdiri dari 2 spesies yaitu *Escherichia coli* dan *Escherichia hermanis*. Kedua spesies ini digunakan sebagai patokan dalam menentukan syarat bakteriologis karena pada umumnya bibit penyakit ini ditemukan pada kotoran manusia dan relatif lebih sukar dimatikan dengan pemanasan air. Bakteri golongan coli ini berasal dari usus besar dan tanah. Air yang mengandung golongan coli dengan kadar yang melebihi batas yang telah ditentukan, dianggap telah terkontaminasi dengan kotoran manusia. Demikian dalam pemeriksaan bakteriologi, tidak langsung diperiksa apakah air itu mengandung bakteri

patogen, tetapi diperiksa dengan indikator bakteri golongan Coli (Hartini, 2009).

## **2. Morfologi *Escherichia coli***

*Escherichia coli* termasuk dalam family *Enterobacteriaceae*. Bakteri ini merupakan bakteri gram-negatif, berbentuk batang pendek (kokobasil), mempunyai flagel, berukuran 0,4-0,7  $\mu\text{m}$  x 1,4  $\mu\text{m}$ , serta memiliki simpai. *Escherichia coli* tumbuh baik hampir disemua media pembenihan, mampu memfermentasi laktosa, dan memiliki sifat aerofilik. Hampir semua hewan berdarah panas dapat dikolonisasi oleh *Escherichia coli* hanya dalam waktu beberapa jam atau beberapa hari setelah lahir. Kolonisasi bakteri *Escherichia coli* biasanya terjadi setelah 40 hari dilahirkan. *Escherichia coli* dapat melekat di usus besar dan mampu bertahan selama berbulan-bulan bahkan bertahun-tahun. Perubahan populasi *Escherichia coli* terjadi pada waktu yang lama, hal ini dapat terjadi setelah infeksi usus atau setelah penggunaan kemoterapi atau antimikroba yang dapat membunuh flora normal (Radji, 2010).

Infeksi *Escherichia coli* sering berupa diare dengan disertai darah, kejang perut, demam, dan terkadang menyebabkan gangguan ginjal. Infeksi *Escherichia coli* yang terjadi pada anak-anak dibawah 5 tahun dan orang tua dapat menyebabkan komplikasi yang disebut dengan Sindrom Uremic Hemolitik. Sekitar 2-7% infeksi *Escherichia coli* dapat menyebabkan komplikasi (Radji, 2010).

## **C. MPN (*Most Probable Number*)**

### **1. Definisi**

MPN (*Most Probable Number*) adalah metode enumerasi mikroorganisme yang menggunakan data dari hasil pertumbuhan mikroorganisme pada medium cair spesifik dalam seri tabung yang ditanam dari sampel padat atau cair sehingga dihasilkan kisaran jumlah mikroorganisme dalam jumlah perkiraan terdekat (Sri Harti, 2015).

MPN (*Most Probable Number*) atau JPT (Jumlah Perkiraan Terdekat) adalah suatu tabel yang digunakan untuk mengetahui jumlah

bakteri *E.coli*. Tabel tersebut berguna untuk memperkirakan jumlah bakteri *E.coli* dalam 100 ml. Pengujian dan penghitungan bakteri *E. coli* menggunakan media brilliant green lactose bile 2% (BGLB 2%). Dimana prinsipnya adalah adanya pertumbuhan bakteri *Coliform* yang ditandai dengan terbentuknya gas pada tabung durham setelah diinkubasikan pada media yang sesuai, kemudian hasil dicocokkan dengan angka yang tertera pada tabel MPN (Radji, 2010).

Metode MPN dapat digunakan untuk menghitung jumlah koloni mikroba yang terdapat diantara campuran mikroba lainnya. Sebagai contoh, jika digunakan *Lactose Broth* maka adanya bakteri yang dapat memfermentasi laktosa ditunjukkan dengan terbentuknya gas di dalam tabung durham. Cara ini bisa digunakan untuk menentukan MPN *E. coli* terhadap air atau minuman karena bakteri *E. coli* termasuk bakteri yang dapat memfermentasi laktosa. Dalam metode MPN menghitung jumlah jasad renik biasa digunakan dalam contoh yang berbentuk cair, Meskipun dapat pula digunakan untuk contoh berbentuk padat dengan terlebih dahulu membentuk suspensi 1:10 dari contoh tersebut (Waluyo, 2009).

## **2. Cara Uji Metode MPN**

Pengujian MPN dilakukan dengan tiga tahap yaitu:

### **(1) Uji Praduga (*Presumptive Test*)**

Uji ini digunakan untuk mendeteksi ada atau tidaknya bakteri *Escherichia coli* pada sampel. Prinsip uji ini adalah air yang akan diuji ditambahkan ke dalam kaldu fermentasi laktosa yang di dalamnya terdapat sebuah tabung terbalik (tabung durham). Dimana media yang digunakan adalah kaldu laktosa, satu seri pengujian terdiri atas minimal tiga kelompok tabung. Tabung-tabung pada setiap kelompok kemudian diinokulasikan sampel air sebanyak 10 ml, 1 ml, dan 0,1 ml. Sampel kemudian diinkubasikan pada suhu 37 °C, hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya gas pada tabung durham setelah proses inkubasi (Cappuccino dan Sherman, 2013). Bila setelah 48 jam tidak terbentuk gas, hasil dinyatakan negatif dan tidak perlu melakukan penegasan.

### **(2) Uji Penegasan (*Confirmative Test*)**

Uji ini dilakukan untuk memastikan bahwa hasil positif pada uji penduga memang disebabkan oleh bakteri *E. coli*. Karena hasil positif pada uji praduga mungkin saja dihasilkan oleh organisme bukan *E. coli*, yang bukan menjadi indikator kontaminasi sampel. Satu sampel yang positif pada uji praduga diinokulasikan pada 2 tabung media BGLB (*Brilliant Green Lactose Bile Broth*). Satu tabung diinkubasikan pada suhu 37 °C dan satu lagi diinkubasikan pada suhu 44 °C selama 2x24 jam. Hasil positif ditunjukkan dengan terbentuknya gas pada tabung Durham setelah proses inkubasi kemudian dihitung jumlah tabung yang positif dan dicocokkan dengan tabel MPN sesuai dengan ragam (seri) yang dipakai (Hastuti, 2015).

### **(3) Uji Pelengkap (*Completed Test*)**

Uji lengkap merupakan analisis tahap akhir untuk uji MPN. Uji ini dilakukan untuk menegaskan hasil uji penegasan apabila hasilnya positif atau meragukan. Uji ini bisa dilakukan jika diperlukan. Medium yang digunakan adalah *MacConkey Agar*. Sampel diinokulasikan ke media kemudian diinkubasi selama 1x24 jam pada suhu 37 °C. Setelah proses inkubasi amati koloni bakteri yang tumbuh. Koloni bakteri yang berwarna merah merupakan koloni bakteri yang memfermentasikan laktosa, sedangkan koloni yang tidak berwarna merupakan koloni bakteri yang tidak memfermentasikan laktosa (Kuswiyanto, 2015).

### **3. Table MPN (*Most Probable Number*)**

Ada 3 macam ragam yang digunakan dalam metode MPN yaitu :

#### **(1) Ragam I : 5 x 10 ml, 1 x 1 ml, 1 x 0,1 ml.**

Untuk spesimen yang sudah diolah atau angka kumannya diperkirakan rendah.

#### **(2) Ragam II : 5 x 10 ml, 5 x 1ml, 5 x 0,1 ml.**

Untuk spesimen yang belum diolah atau yang angka kumannya diperkirakan tinggi. Kalau perlu penanaman dapat dilanjutkan dengan 5 x 0,01 ml dan seterusnya.

**(3) Ragam III : 3 x 10 ml, 3 x 1 ml, 3 x 0,1 ml.**

Adalah ragam alternatif untuk ragam II, apabila jumlah tabung terbatas begitu pula persediaan media juga terbatas, cara pelaksanaannya seperti ragam II (Soemarno, 2002).

**Tabel 2. 4 Tabel MPN Ragam 3**

Tabel MPN untuk 3 seri tabung dengan 0,1, 0,01 dan 0,001 g inokulum (95 % confidence intervals)											
Tabung positif			MPN/g	Conf. lim.		Tabung positif			MPN/g	Conf. lim.	
0.10	0.01	0.001		bawah	atas	0.10	0.01	0.001		bawah	atas
0	0	0	<3.0	--	9.5	2	2	0	21	4.5	42
0	0	1	3.0	0.15	9.6	2	2	1	28	8.7	94
0	1	0	3.0	0.15	11	2	2	2	35	8.7	94
0	1	1	6.1	1.2	18	2	3	0	29	8.7	94
0	2	0	6.2	1.2	18	2	3	1	36	8.7	94
0	3	0	9.4	3.6	38	3	0	0	23	4.6	94
1	0	0	3.6	0.17	18	3	0	1	38	8.7	110
1	0	1	7.2	1.3	18	3	0	2	64	17	180
1	0	2	11	3.6	38	3	1	0	43	9	180
1	1	0	7.4	1.3	20	3	1	1	75	17	200
1	1	1	11	3.6	38	3	1	2	120	37	420
1	2	0	11	3.6	42	3	1	3	160	40	420
1	2	1	15	4.5	42	3	2	0	93	18	420
1	3	0	16	4.5	42	3	2	1	150	37	420
2	0	0	9.2	1.4	38	3	2	2	210	40	430
2	0	1	14	3.6	42	3	2	3	290	90	1,000
2	0	2	20	4.5	42	3	3	0	240	42	1,000
2	1	0	15	3.7	42	3	3	1	460	90	2,000
2	1	1	20	4.5	42	3	3	2	1100	180	4,100
2	1	2	27	8.7	94	3	3	3	>1100	420	--