

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Kedelai

Kedelai ( *Glycine max* L ), merupakan tanaman semusim, berupa semak rendah, tumbuh tegak, berdaun lebat, dengan beragam morfologi. Tinggi tanaman berkisar 10 - 200 cm.

Tanaman kedelai mempunyai dua periode tumbuh yaitu periode vegetatif dan reproduktif. Periode vegetatif merupakan periode tumbuh dari mulai munculnya tanaman dipermukaan tanah sampai pada terbentuknya bunga pertama dengan masa periode 4 - 8 minggu ( Lamina, 1989 ).

Kedelai merupakan sumber nabati yang untuk 100 gram bahan kedelai mengandung 35 gr protein , 35 gr karbohidrat, dan kandungan gizi lain. Untuk memenuhi kebutuhan hidup protein dapat dipenuhi dengan mengkonsumsi kedelai 55 gr protein /hari sehingga dapat sebagai pengganti kebutuhan protein hewani ( Lamina, 1989 ).

Kedelai dapat diolah menjadi bahan makanan yang beraneka macam seperti ; tauge , susu kedelai , tahu, kembang tahu, tempe, oncom , kecap, tauco dan bubuk kedelai.

Komposisi Gizi dalam 100 gram kedelai dan hasil

olahannya dapat dilihat dalam tabel 2.1

Tabel 2.1 : Komposisi Gizi dalam 100 gram kedelai dan hasil olahannya

Nilai Gizi	Kedelai Hitam	Kedelai Kuning	Tauge	Susu Kedelai	Tahu	Kecap	Tauco	Tempe
Energi (kal)	395,0	400,0	62,0	37,0	63,0	86,0	166,0	149,0
Air (gr)	12,3	10,2	81,5	91,4	86,7	57,4	64,4	64,0
Protein (gr)	33,3	35,1	7,7	2,8	7,9	5,5	10,4	18,3
Lemak (gr)	15,0	17,7	1,8	1,5	4,1	0,6	4,9	4,0
Karbohidrat (gr)	35,4	32,5	8,0	3,6	0,4	15,1	24,1	12,7
Serat (gr)	4,3	4,2	0,7	0,1	0,1	0,6	-	-
Abu (gr)	4,0	4,0	1,0	0,7	0,9	21,4	-	1,0
Mineral :								
- Kalsium (mg)	213,0	226,0	52,0	19,0	150	85,0	55,0	129,0
- Besi (mg)	9,5	8,5	1,1	1,2	2,2	4,4	1,3	10,0
Vitamin :								
- Karotin (mcg)	10,0	10,0	25,0	30,0	-	-	-	30,0
- B1 (mg)	0,65	0,66	0,19	0,05	0,04	0,2	0,05	0,17
- B2 (mg)	0,23	0,22	0,15	0,02	0,02	3,32	-	-
- Niacin (mg)	2,8	2,2	0,8	0,3	0,4	1,2	-	-
- C (mg)	-	-	10,0	-	-	-	-	-

Sumber : PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN GIZI, 1995.

### 2.1.1.1. Tempe

Tempe merupakan makanan tradisional yang disenangi oleh segenap lapisan masyarakat Indonesia. Tempe dibuat dari hasil proses fermentasi oleh jasad renik, yaitu jamur tempe.

Berdasarkan beberapa hasil penelitian, ternyata bahwa jamur yang dapat menghasilkan tempe kedelai adalah Rhizopus sp.

Tempe selain enak, juga mempunyai nilai gizi yang lebih baik daripada kacang kedelai biasa, karena protein dari kacang kedelai pada waktu dibuat tempe dalam proses fermentasi dirombak menjadi asam-asam amino yang mudah diserap oleh usus manusia. Fermentasi tempe dapat menghilangkan atau menutupi bau yang tidak disenangi dari biji kedelai.

Didalam tempe ternyata terdapat kadar zat besi yang cukup tinggi bagi pangan nabati yaitu sebesar 100 ppm ( Lamina, 1989 ).

## 2.2. Ragi Tempe

Ragi/laru tempe adalah suatu bahan untuk memfermentasi kacang kedelai sebagai media pertumbuhan jamur-jamur tempe, sehingga akan menunjang menghasilkan produk tempe kedelai yang baik kualitasnya dan memenuhi syarat sebagai bahan makanan yang bisa dimakan.

Ragi tempe yang berperan dalam fermentasi kacang kedelai adalah dari jenis kapang yaitu Rhizopus sp dan Rhizopus Orizae. Pertumbuhan kapang ini dipengaruhi oleh pH dan suhu.

## 2.3. Zat Besi

Dalam tubuh orang dewasa terdapat kira-kira 4,5 gram zat besi. Dari jumlah ini 73% terdapat dalam

hemoglobin darah dan 3% dalam myoglobin, zat warna dalam otot dan enzim-enzim. Sisa 25% tersimpan sebagai cadangan di dalam hati, sumsum tulang dan limpa.

Zat besi merupakan suatu bagian dari hemoglobin. Hemoglobin adalah protein majemuk dimana heme sebagai gugus prostetik terdiri dari ikatan antara besi dan porphyrin dan globin sebagai proteinnya. Hemoglobin dan myoglobin diperlukan dalam transpor dan penyerahan oksigen kepada jaringan. Dalam bahan makanan zat besi merupakan bagian dari ikatan organik.

Sel darah merah secara terus menerus diganti dan hemoglobin dihancurkan. Zat besi yang dibebaskan dalam proses ini digunakan kembali. Tetapi ada sebagian yang hilang, karena diekskresikan lewat keringat dan terbawa sel-sel tubuh yang dilepaskan. Kehilangan ini diperkirakan 1,5 mgram sehari

( Winarno, 1988 ).

Defisiensi tubuh akan zat besi berakibat kekurangan darah (anemia nutritional). Dapat dijumpai pada wanita yang sedang haid, wanita yang sedang hamil dan anak-anak yang sedang tumbuh.

Sumber zat besi yang baik adalah hati, daging, telur dan sayur-sayuran hijau ( Soedarmo, 1987 ).

Meskipun pada keadaan normal penyerapan zat besi

secara tepat dapat diatur menurut kebutuhan tubuh, tetapi penyerapan zat besi bisa berlebihan pada orang yang suka minuman beralkohol dan pada penderita yang pankreasnya kurang baik. Hemokromotosis (Penyakit karena penyimpanan zat besi) adalah kesalahan metabolisme sejak lahir sehingga penyerapan zat besi dari usus jumlahnya berlebihan.

Pada umumnya sebagian besi disimpan dalam hati, limpa, dan sumsum tulang. Jumlah besi yang dapat disimpan dalam tubuh sebanyak 0,5 - 1,5 gram pada laki-laki dewasa dan 0,3 - 1,0 gram pada wanita dewasa. Disamping itu feritin dapat juga berfungsi sebagai tempat penyimpanan besi. Bila semua feritin sudah ditempati, maka besi berkumpul dalam hati sebagai hemosiderin. Hemosiderin merupakan kumpulan molekul feritin. Berdasarkan beratnya jumlah kandungan besi dalam hemosiderin sekitar 37 % dari total besi yang disimpan ( Winarno, 1988 ).

#### 2.4. Spektroskopi

Istilah spektroskopi mulanya digunakan untuk menggambarkan suatu cabang ilmu yang didasarkan pada peruraian radiasi sinar tampak menjadi komponen-komponen panjang gelombangnya. Tetapi kemudian diperluas pada keseluruhan spektrum elektromagnetik.

Instrumen spektroskopi yang pertama kali

dikembangkan untuk digunakan pada daerah tampak dan disebut instrumen optis. Sekarang diperluas untuk daerah ultraviolet dan inframerah.

Metoda spektroskopi didasarkan pada fenomena emisi dan fluoresens. Alat dasarnya berbeda bentuknya tetapi komponen dasarnya sama.

Alat spektroskopi terdiri atas 5 komponen yaitu :

1. Sumber energi radiasi yang stabil
2. Alat pengatur panjang gelombang (wave length selector)
3. Wadah transparan untuk tempat sampel
4. Detektor radiasi atau transduser yang dapat mengubah energi radiasi menjadi sinyal yang dapat dibaca
5. Prosesor sinyal dan readout

Sumber radiasi yang digunakan harus stabil. Sumber radiasi yang digunakan pada spektroskopi optis bisa sumber energi yang menghasilkan spektrum kontinu ataupun garis (diskontinu). Sumber energi kontinu banyak dipakai dalam metoda spektroskopi serapan dan spektroskopi raman.

Sumber radiasi kontinu untuk daerah ultraviolet antara lain lampu hidrogen atau deuterium dengan range panjang gelombang 160-375 nm. lampu filamen tungsten range panjang gelombang 320- 2500 nm. dan

lampu busur neon range panjang gelombang 250- 600 nm. Untuk daerah inframerah antara lain digunakan sumber radiasi glower dan global dengan range dibawah  $5 \mu\text{m}$  ( $2500 \text{ cm}^{-1}$ ).

Sumber radiasi garis digunakan lampu uap logam, misalnya lampu merkuri, lampu katoda cekung (HCL = hollow cathode lamp) dan laser.

Wave length selector (pemilih panjang gelombang) yang umum digunakan adalah monokromator dimana alatnya sama untuk radiasi ultraviolet, tampak, dan inframerah. Jenis-jenis alat monokromator bisa menggunakan grating dan prisma.

Pada fotometer yang menggunakan detektor fotoelektrik tetapi tidak memakai monokromator, sebagai gantinya digunakan filter. Sedangkan spektrometer yaitu monokromator yang digunakan untuk dispersi unsur-unsur. Dan spektrofotometer adalah spektrometer yang memiliki alat fotoelektrik untuk menetapkan cahaya yang terjadi.

Tempat sampel untuk spektroskopi diperlukan untuk semua jenis spektroskopi kecuali spektroskopi emisi. Sel atau kuvet yang dipakai untuk tempat sampel harus dibuat dari bahan yang melewatkan radiasi pada spektra yang diinginkan. Quartz, silika (fused silica) dipakai untuk daerah ultraviolet (kurang dari 350 nm) dan gelas silikat pada daerah

320-2500 nm dan sebagainya.

Deteksi radiasi didasarkan pada respon terhadap foton sedang lainnya berdasarkan respon panas. Detektor foton misalnya sel fotovoltaiik, phototube, photomultiplier, semikonduktor dan dioda silikon. Detektor respon panas misalnya termokopel dan bolometer.

Sinyal processor yaitu alat elektronik yang fungsinya meningkatkan sinyal listrik dari detektor dengan mengubah arus dc menjadi ac atau mengubah fasa. Visualisasi bisa dilihat pada VU meter atau monitor.

#### 2.4.1. Hukum Lambert - Beer

##### Hukum Lambert

Hubungan antara absorpsi radiasi dan panjang gelombang melalui medium yang menyerap pertama kali dirumuskan oleh Bouger (1729), meskipun kadang-kadang dianggap berasal dari Lambert (1768). Jika suatu unsur radiasi monokromatik (yaitu radiasi dari satu panjang gelombang) diarahkan melewati medium, diketahui tiap lapisan menyerap bagian yang sama dari radiasi, atau tiap lapisan mengurangi tenaga radiasi sinar dengan bagian yang sama. Penemuan Bouger dapat dirumuskan secara matematik sebagai berikut, dengan

ketentuan  $P_0$  adalah tenaga radiasi yang jatuh dan  $P$  adalah tenaga yang keluar dari suatu lapisan medium setebal  $b$  satuan.

$$-\frac{dP}{db} = k_1 P \quad \dots\dots\dots(i)$$

dan mengintegrasikan antara batas-batas  $P_0$  dan  $P$ , dan 0 dan  $b$  menghasilkan

$$\ln \frac{P_0}{P} = k_1 b.$$

Biasanya persamaan dituliskan dengan logaritma dasar 10 yang berubah tetapannya.

$$\text{Log} \frac{P_0}{P} = k_2 b \quad \dots\dots\dots(ii)$$

( Underwood, 1988 )

Hukum Beer

Hubungan antara konsentrasi macam zat penyerap dan besarnya absorpsi dirumuskan oleh Beer dalam tahun 1859. Hubungan Beer analog dengan hukum Bouger dalam menguraikan eksponensial dalam tenaga transmisi dengan suatu peningkatan aritmatik dalam konsentrasi . Maka

$$-\frac{dP}{dC} = k_3 P \quad \dots\dots\dots(iii)$$

yang setelah diintegrasikan dan pengubahan logaritma biasa menjadi

$$\text{Log} \frac{P_0}{P} = k_4 C \quad \dots\dots\dots(iv)$$

Hukum Gabungan Bouger - Beer

Hukum - hukum Bouger dan Beer dengan mudah di gabungkan menjadi pernyataan yang sesuai. Kita mengetahui bahwa dalam mempelajari akibat perubahan konsentrasi terhadap absorpsi jarak jalan lewat larutan harus dibuat tetap. Dengan perkataan lain dalam hukum Beer seperti ditulis diatas ,

$k_4 = f ( b )$ . Demikian pula dalam hukum Bouger

$k_2 = f ( C )$ .

Substitusi hubungan -hubungan ini kedalam Bouger dan Beer menghasilkan ,

$$\log \frac{P_0}{P} = f ( C ) b \quad \text{dan} \quad \log \frac{P_0}{P} = f ( b ) C$$

( Bouger ) ( Beer )

Kedua hukum harus diberlakukan bersamaan pada setiap titik sehingga  $f ( C ) b = f ( b ) C$  , atau kalau dipisahkan variabelnya ,

$$\frac{f ( C )}{C} = \frac{f ( b )}{b}$$

$$\frac{f ( C )}{C} = \frac{f ( b )}{b} = k \text{ atau}$$

$$k C = f ( C ) \text{ dan } k b = f ( b )$$

Substitusi kedalam baik pernyataan Bouger maupun Beer menghasilkan

$$\log \frac{P_0}{P} = f ( C ) b = k b C$$

$$\log \frac{P_0}{P} = f ( b ) C = k b C$$

Hukum Bouger - Beer dapat berupa  $A = abc$  atau

$$A = \lambda bc$$

dimana

- a = absorptifitas
- b = tebal kuvet
- c = konsentrasi (g/L) atau (mol/L)
- ε = koefisien ekstingsi
- A = Absorbansi =  $\log 1/T$  dan  $T = P/P_0$

( Underwood, 1988 ).

## 2.5. Penetapan Besi dengan Spektrofotometri

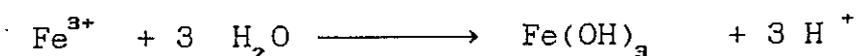
Besi (III) bereaksi dengan thiosianat membentuk deret senyawa dengan warna yang stabil dan tetap. Sedangkan besi ( II ) tidak. Deret kompleks akan diperoleh tergantung pada konsentrasi ion thiosianatnya, kompleks-kompleks ini berwarna merah dan dirumuskan sebagai  $[\text{Fe}(\text{SCN})_n]^{3-n}$  dimana  $n = 1, \dots, 6$ . Pada konsentrasi ion thiosianat yang rendah zat berwarna yang dominan adalah  $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$

$$\{ \text{Fe}^{3+} + (\text{SCN})^- \longrightarrow [\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+} \},$$

pada konsentrasi 0,1 M, terbentuk  $[\text{Fe}(\text{SCN})]^{2+}$  dan pada konsentrasi thiosianat yang lebih tinggi akan terbentuk  $[\text{Fe}(\text{SCN})_6]^{3-}$ .

Pada penetapan kolorimetri harus dipakai thiosianat yang berlebihan, supaya optimasi stabilitas warna bisa terbentuk.

Asam kuat ( HCl atau  $\text{HNO}_3$  konsentrasi 0,05 - 0,5 M) harus ada untuk mencegah hidrolisis :



Asam sulfat tidak dibolehkan karena ion sulfat mempunyai kecenderungan membentuk kompleks dengan ion besi (III). Adanya perak, tembaga, nikel, kobal, titanium, uranium, molibdenum, merkuri ( $> 1$  gr/lt), seng, kadmium dan bismut akan mengganggu penetapan besi (III). Garam merkuri (I) dan timah (II) jika ada harus diubah menjadi garam merkuri (II) dan timah (IV), jika tidak akan akan mengganggu warna yang terjadi. Fosfat, arsenat, fluorida, oksalat, dan tartrat mengganggu karena akan membentuk kompleks yang agak stabil dengan ion besi (III). Pengaruh fosfat dan arsenat dikurangi dengan adanya konsentrasi asam yang cukup tinggi.

## 2.6. Preparasi Reagensia dan Larutan Standar

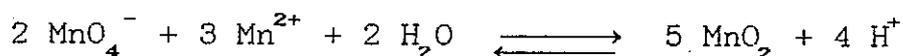
Reagensia yang digunakan untuk preparasi harus mempunyai kadar besi rendah. Disamping itu reagensia dan larutan standar harus dibuat dengan penimbangan dan volume tepat.

Kecuali permanganat, karena adanya bahan organik akan merubah permanganat menjadi  $MnO_2$ . Adanya  $MnO_2$  menjadi auto-katalis dekomposisi larutan permanganat yang disimpan. Dekomposisinya adalah :

$$4 MnO_4^- + 2 H_2O \rightleftharpoons 4 MnO_2 + 3 O_2 + 4 OH^-$$

reaksi dipercepat dengan adanya padatan mangan dioksida. Dan permanganat tidak stabil dengan

adanya ion mangan :



reaksi lambat dalam suasana asam, tetapi sangat cepat pada larutan netral.

Adanya zat organik dan  $\text{MnO}_2$  sebagai pengotor harus dihilangkan. Karena itu setelah dilarutkan dalam air panas dan didiamkan beberapa saat maka harus disaring dengan glasswool atau sinter glass, tidak boleh dengan kertas saring biasa. Larutan permanganat yang dibuat kemudian disimpan dalam botol warna gelap, karena sinar akan mempercepat dekomposisi  $\text{KMnO}_4$  :



Untuk standarisasi biasanya digunakan natrium oksalat atau asam oksalat ( Alexeyev, 1980 ).

Fe yang terkandung didalam kedelai maupun tempe belum diketahui apakah dalam bentuk ion ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ) atau dalam bentuk ion ferri ( $\text{Fe}^{3+}$ ). Analisa yang dilakukan adalah jumlah  $\text{Fe}^{3+}$  dan jumlah  $\text{Fe}^{2+}$  serta jumlah Fe total. Jumlah  $\text{Fe}^{2+}$  didapat dari pengurangan Fe total dengan  $\text{Fe}^{3+}$ .  $\text{Fe}^{3+}$  didapat dari larutan tanpa adanya penambahan zat oksidator, sedang Fe total didapat setelah ditambah oksidator  $\text{KMnO}_4$ . Oleh karena zat pengompleks yang digunakan adalah ( $\text{SCN}^-$ ) maka yang diperlukan adalah ion ferri ( $\text{Fe}^{3+}$ ) sehingga

kompleks yang terbentuk  $[Fe(SCN)_6]^{3-}$ .

Untuk mendapatkan ion ferri ( $Fe^{3+}$ ) dari kemungkinan adanya ion ferro, maka kedalam larutan sampel ditambahkan Oksidator, dalam percobaan ini dipakai  $KMnO_4$  sebagai pengoksidnya. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut ;



( Vogel, 1985 ).

$Fe^{3+}$  absorbansinya ditentukan sebagai kompleks

$[Fe(SCN)_6]^{3-}$ , pada panjang gelombang ( $\lambda$ ) = 480 nm,  
dan pH = 2 - 5 .

