

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Tentang Brokoli Hijau (*Brassica oleracea L*)

##### 2.1.1 Klasifikasi brokoli hijau(*Brassica oleracea L*)



**Gambar 2.1 Brokoli Hijau (Anonim, 2014)**

Kingdom : *Plantae*  
Divisi : *Spermathophyta*  
Class : *Dicotyledone*  
Ordo : *Capparales*  
Famili : *Brassicaceae*  
Genus : *Brassisca*  
Species : *Brassisca oleraceae L* (Herbarium Medanense, 2012)

##### 2.1.2 Kandungan brokoli (*Brassica oleracea L*)

Brokoli merupakan sumber vitamin A, B, C, kalsium, kalium, dan zat besi. Dalam 100 gram brokoli mengandung 101 kalori. Fakta menunjukkan bahwa brokoli yang direbus mengandung lebih banyak vitamin dibanding jeruk dan memiliki kandungan kalsium sama dengan satu gelas susu. Brokoli merupakan salah satu sumber terkaya vitamin A. Brokoli juga mengandung zat alami pelawan kanker yaitu indol, dithiolthion, karotenoid dan glukosinolat. Brokoli yang berdaun hijau mengandung banyak klorofil (karotenoid). Brokoli mengandung karoten pelawan kanker dari vitamin A, vitamin C, dan kalsium. Juga mengandung asam folat serta kalsium. Selain itu, hampir tidak mengandung

lemak, mengandung banyak kalium dan sedikit natrium (Pangkalan ide, 2007). Perbandingan kandungan gizi antara brokoli mentah dan brokoli masak terdapat dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1 Perbandingan kandungan brokoli mentah dan masak

<b>Perbandingan kandungan brokoli gizi 100 gram brokoli</b>		
<b>Kandungan</b>	<b>Brokoli mentah</b>	<b>Brokoli masak</b>
Energy (kalori)	32	26
Karbohidrat	5.9 g	3.6 g
Protein	0.3	4.5
Lemak	4.5 g	0.3
Vitamin A	2.499 SI	2.501 SI
Vitamin B1	0.17 mg	0.09 mg
Vitamin B2	0.23 mg	0.2 mg
Vitamin B3	0.9 mg	0.8 mg
Vitamin B6	0.21 mg	-
Asam folat	130 mkg	56 mkg
Asam pantotenat	1 mg	-
Vitamin C	113 mg	90 mg
Vitamin E	1 mg	-
Kalsium	103 mg	88.1 mg
Fosfor	78 mg	62 mg
Zat besi	1,1 mg	0,8 mg
Seng	0,65 mg	0.15 mg
Magnesium	18,5 mg	-
Kalium	381,9	267,1 mg
Natrium	15 mg	10 mg

Sumber : (Pangkalan ide, 2007)

### 2.1.3 Manfaat brokoli (*Brassica oleracea L*)

#### a) Untuk kecantikan

Dengan kandungan vitamin B<sub>2</sub>, brokoli dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kecantikan kulit, rambut, dan kuku. Selain itu, vitamin B<sub>2</sub> dan B<sub>5</sub> yang terkandung dalam brokoli dapat mengubah metabolisme lemak menjadi energi (Putriyanti dkk, 2011).

#### b) Untuk kesehatan

##### 1. Kanker

Kandungan zat karotenoid (senyawa provitamin A) atau zat warnanya menjadikan sayuran berdaun hijau ini sebagai makanan yang paling ampuh untuk melawan kanker (Amilah, 2012). Zat tersebut termasuk komponen Non-Gizi yang merupakan pigmen alami yang terdiri dari klorofil, lutein dan beta karoten. Kandungan klorofil pada brokoli (*Brassica oleracea L*) termasuk tinggi. Klorofil adalah pigmen hijau alami yang sangat aktif dalam mencegah mutasi sel (Lingga, 2010).

##### 2. Saluran pernafasan

Selain kanker, brokoli juga baik untuk melawan penyakit jantung dan infeksi, terutama yang berhubungan dengan saluran pernapasan. Sayuran ini juga dapat membersihkan seluruh sistem pencernaan serta memurnikan dan menstimulasi hati, yang merupakan organ tubuh utama untuk detoksifikasi. Bila hati bekerja dengan kemampuan penuh, seluruh tubuh akan berfungsi lebih baik (Selby, 2005).

### 3. Wanita hamil

Menurut Selby (2005) lagi, Brokoli juga bermanfaat untuk wanita hamil karena asam folat (vitamin jenis lain) yang dapat melindungi calon bayi dari *spina bifida* (kondisi kelumpuhan di tubuh bagian bawah) serta memperkuat system saraf dan sel darah ibu dan bayi. Asam folat juga baik untuk mendorong produksi serotonin. Oleh karena itu brokoli juga menguntungkan bagi penderita depresi.

### 4. Mencegah stroke

Manfaat brokoli yang lain untuk kesehatan adalah mencegah stroke iskemik karena sayuran ini cenderung rendah lemak dan kaya akan bahan-bahan yang bersahabat dengan jantung seperti serat, folat, dan kalium (pangkalan ide, 2007).

#### **2.1.4 Pengolahan sayur brokoli (*Brassica oleracea L*)**

Pamor brokoli makin meroket berkat banyaknya publikasi ilmiah mengenai khasiatnya, membuat harganya yang relative mahal dianggap setimpal. Brokoli yang berwarna hijau segar dengan bonggolan kepala tampak kompak dan berwarna hijau kebiruan. Bila kuntum bunga berwarna kuning dan longgar berarti brokoli terlalu tua untuk digunakan (pangkalan ide, 2007).

Saat memasak brokoli, harus diperhatikan lama waktu yang digunakan untuk memasak. Pemasakkan dengan waktu yang tepat akan membuat warna brokoli tetap bagus. Sebaliknya, bila terlalu lama dimasak brokoli akan berubah warna dan mengeluarkan bau serta aroma sulfur. Untuk memasak brokoli ada beberapa metode yang dapat diterapkan, misalnya pengukusan, perebusan, dan

penumisan atau cah. Untuk mengukus brokoli sebaiknya digunakan air garam agar rasanya enak (pangkalan ide, 2007).

Untuk mendapatkan hasil perebusan yang bagus, sebaiknya brokoli direbus dalam air bergaram yang sudah mendidih. Perebusan dilakukan dalam panci terbuka selama 4-6 menit atau sampai brokoli terasa renyah dan berwarna hijau cerah (pangkalan ide, 2007).

Apabila akan disantap dalam keadaan panas, brokoli dapat disajikan sebagai sup, omelet, atau dimakan dengan saus oregano, mayones, jus lemon, dan lain-lain. Brokoli yang direbus atau dikukus dapat menjadi teman makan steak daging, daging unggas atau ikan. Apabila akan dimakan dalam keadaan dingin dapat dijadikan sebagai salad atau sup (pangkalan ide, 2007).

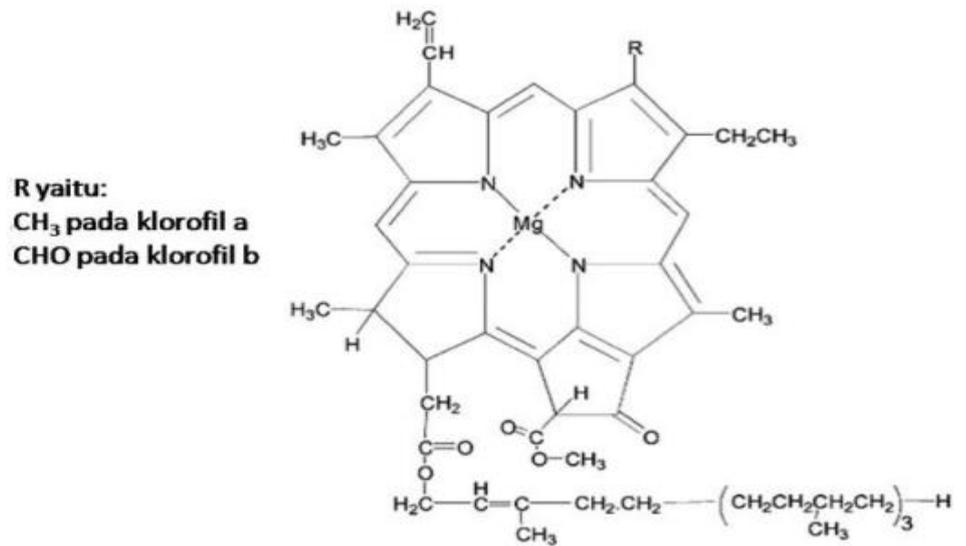
## **2.2 Tinjauan Tentang Klorofil**

### **2.2.1 Definisi klorofil**

Klorofil adalah pigmen berwarna hijau yang terdapat dalam kloroplas bersama-sama dengan karoten dan xantofil pada semua makhluk hidup yang mampu melakukan fotosintesis. Pada semua tanaman hijau, sebagian besar klorofil berada dalam 2 bentuk yaitu klorofil a dan klorofil b. klorofil a bersifat kurang polar dan berwarna biru hijau, sedangkan klorofil b bersifat polar dan berwarna hijau. Klorofil berwarna hijau karena menyerap secara kuat daerah merah dan biru dari spectrum cahaya visible (Andarwulan dan Fitri, 2012).

Rumus empiris klorofil a adalah  $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ , sedangkan klorofil b adalah  $C_{55}H_{70}O_6N_4Mg$ . Pigmen tersebut merupakan suatu porfirin yang mengandung cincin dasar tetrapirrol. Keempat cincinnya berikatan dengan ion  $Mg^{2+}$ . Cincin isosiklik yang kelima berada dekat dengan cincin pirol ketiga.

Substituen asam propionate diesterifikasi oleh diterpen alkohol fitol ( $C_{20}H_{39}OH$ ) yang bersifat hidrofobik dalam cincin keempat (Gambar 2.2).



**Gambar 2.2 Rumus Struktur Klorofil (Andarwulan dan Fitri, 2012)**

### 2.2.2 Sifat kimia dan fisika klorofil (Al, 2008)

#### A. Sifat fisika

Sifat fisika klorofil adalah menerima dan atau memantulkannya dalam gelombang yang berlainan (berpendar = *berfluorescens*). Klorofil banyak menyerap sinar dengan panjang gelombang antara 400-700 nm, terutama sinar merah dan biru.

#### B. Sifat Kimia

Sifat kimia klorofil menurut antara lain :

- 1) Tidak larut dalam air, melainkan larut dalam pelarut organik yang lebih polar, seperti etanol dan kloroform.
- 2) Inti Mg akan tergeser oleh 2 atom H bila dalam suasana asam, sehingga membentuk suatu persenyawaan yang disebut feofitin yang berwarna coklat.

### 2.2.3 Faktor–faktor yang bisa mempengaruhi pelepasan klorofil

Seperti pigmen alami lainnya, klorofil juga mudah terdegradasi yang diakibatkan oleh beberapa faktor antara lain :

a) Paparan panas

Panas mempercepat reaksi peofitnasi karena panas dapat mendenaturasi protein. Pada matriks tanaman, klorofil terdapat dalam bentuk berikatan dengan molekul protein. Ketika daun dipapar dengan panas, misalnya direbus, protein yang melindungi klorofil akan terdenaturasi sehingga klorofil brada dalam bentuk bebas. Klorofil bebas tidak stabil dan mudah diserang oeh asam. Akibatnya  $Mg^{2+}$  yang terdapat didalam molekul klorofil dapat dengan mudah digantikan oleh ion hydrogen (Andarwulan dan Fitri, 2012).

b) Cahaya

Kemampuan klorofil a sebagai photosensitizer membuat molekul ini cenderung dipengaruhi oleh cahaya sehingga mudah mengalami degradasi (Christiana dkk, 2008)

c) Kondisi pH lingkungan.

Klorofil bebas bersifat tidak stabil dan mudah diserang oleh asam.

d) Menurut Andarwulan dan Fitri (2012), secara umum terdapat tiga reaksi yang dapat menjelaskan degradasi pigmen klorofil, yaitu :

1) Reaksi peofitnasi

Reaksi peofitnasi adalah reaksi pembentukan peofitin. Peofitin adalah bentuk klorofil yang kehilangan ion  $Mg^{2+}$  sehingga warna yang diekspresikan bukan hijau melainkan hijau kecoklatan.

## 2) Pembentukan klorofilid

Reaksi jenis kedua yaitu reaksi pembentukan klorofilid. Klorofilid dapat terbentuk dari reaksi hidrolisis pada suasana asam maupun basa. Biasanya reaksi pembentuk klorofilid terjadi akibat aktivitas enzim klorofilase. Enzim klorofilase yang terdapat hampir disemua tanaman mampu menghidrolisis rantai fitol dari klorofil sehingga terlepas membentuk klorofilid dan fitol. Pada kondisi normal, enzim klorofilase diduga terikat kuat secara fisik pada lipoprotein lamella sehingga tidak bereaksi menghidrolisis klorofil. Enzim ini akan aktif pada temperature kamar jika berada pada pelarut organik atau pada temperature 65-75°C pada pelarut air.

## 3) Reaksi oksidasi

Reaksi oksidasi klorofil menghasilkan produk yang tidak berwarna akibat teralomerasinya klorofil dan pecahnya cincin tetrapirrol. Reaksi oksidasi ini dapat terjadi secara enzimatis maupun non enzimatis. Oksidasi secara enzimatis melibatkan enzim lipoksigenase (linoleat oksidoreduktase) yang terdapat disebagian besar sayuran dan buah-buahan. Enzim ini mengkatalisa reaksi oksidasi ketika terdapat oksigen dan lemak, terutama asam lemak linoleat dan linolenat. Blansir dapat dilakukan terhadap bahan untuk menginaktivasi enzim lipoksigenase. Waktu pemblansiran penting untuk diperhatikan karena blansir yang terlalu lama tidak hanya akan menginaktivasi enzim lipoksigenase, namun juga menginduksi terjadinya reaksi oksidasi non enzimatis (pangkalan ide, 2012).

#### **2.2.4 Zat penstabil klorofil (Andarwulan dan Fitri, 2012)**

a) Garam alkali

Penggunaan garam alkali seperti magnesium karbonat dan kalsium hidroksida pada pengolahan sayur hijau diketahui dapat mencegah ion magnesium di klorofil lepas dan digantikan oleh ion hidrogen. Meskipun metode ini menghasilkan produk dengan warna yang menarik, namun warna tersebut tidak bertahan lama selama penyimpanan.

b) Garam seng

Selain itu, garam seng juga dapat menstabilkan klorofil. Seng akan membentuk kompleks dengan peofitin sehingga warna hijau tetap stabil.

#### **2.2.5 Metode pengukuran klorofil**

Menurut Al (2008), metode penentuan klorofil adalah dengan teknik Spektroskopi dengan spektrofotometer UV. Pengukuran kadar klorofil secara spektrofotometrik didasarkan pada hukum Lamber – Beer. Beberapa metode untuk menghitung kadar klorofil total, klorofil a dan kolrofil b telah dirumuskan.

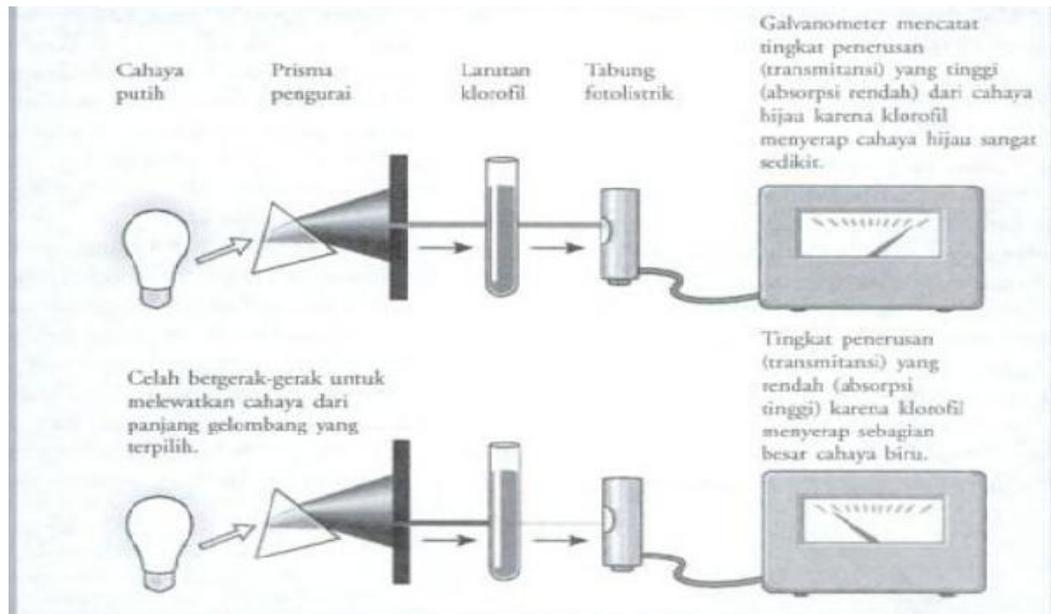
Di antaranya adalah:

- 1) Metode Arnon(1949), menggunakan palarut acetone 85 % dan mengukur nilai absorbansi larutan klorofil pada panjang gelombang ( $\lambda$ ) = 663 dan 645 nm.
- 2) Metode Wintermansand De Mots (1965), menggunakan palarut ethanol (ethyl alcohol) 96 % dan mengukur absorbansi (A) larutan klorofil pada panjang gelombang ( $\lambda$ ) = 649 dan 665 nm.

#### **2.2.6 Spektrofotometer**

Spektrofotometer merupakan salah satu peralatan penelitian yang paling banyak digunakan dalam bidang biologi. Spektrofotometer mengukur jumlah relative cahaya dari panjang gelombang berbeda yang diserap dan diteruskan oleh larutan pigmen (Campbell dkk, 2002).

Di dalam Spektrofotometer, cahaya putih dipisahkan menjadi sejumlah warna (panjang gelombang) oleh prisma. Kemudian, satu demi satu, warna cahaya yang berbeda itu dilewatkan melalui sampel. Cahaya yang diteruskan menabrak tabung fotolistrik, yang mengubah energi cahaya menjadi listrik, dan arus listriknya diukur dengan suatu alat ukur. Setiap kali panjang gelombang cahaya berubah, alat ukur akan mengindikasikan fraksi cahaya yang diteruskan melalui sampelnya, atau sebaliknya, fraksi cahaya yang diserap. Grafik yang menyajikan (absorbansi) pada panjang gelombang yang berbeda disebut spektrum absorpsi, misalnya spectrum absorpsi untuk klorofil *a*, bentuk klorofil yang paling penting dalam fotosintesis, memiliki dua puncak, yang terkait dengan cahaya biru dan merah. Ini merupakan warna yang diserap paling baik oleh klorofil *a* (Lihat gambar 2.4) Spektrum absorpsi memiliki lembah dalam daerah hijau karena pigmen meneruskan cahaya dari yang berwarna (Campbell dkk, 2002).



Gambar 2.4 Cara Kerja Spektrofotometer (Campbell dkk, 2002)

## 2.3 Garam dapur

### 2.3.1 Definisi garam dapur



Gambar 2.3 Garam dapur (Dokumen pribadi, 2014)

Garam merupakan salah satu kebutuhan terpenting dalam kehidupan sehari-hari. Menurut Burhanuddin, (2001), Secara fisik, garam adalah benda padatan berwarna putih berbentuk kristal yang merupakan kumpulan senyawa dengan bagian terbesar Natrium Chlorida (>80%) serta senyawa lainnya seperti Magnesium Chlorida, Magnesium Sulfat, Calcium Chlorida, dan lain-lain.

Garam dapur sebenarnya adalah gabungan dua unsur, yaitu Natrium (Na) dan Chlorida (Cl). Natrium dan Chlorida biasanya berhubungan erat baik sebagai bahan makanan maupun fungsinya di dalam tubuh. Dalam tubuh manusia seperti halnya dalam makanan, sebagian Natrium bergabung dengan Chlorida sama dengan garam dapur membentuk garam meja, yaitu Natrium Chlorida. Istilah garam pertama kali dikemukakan oleh Sir Humphry Davi, dan sampai sekarang, garam merupakan kebutuhan vital bagi manusia (Winarno, 1992).

Garam Natrium klorida untuk keperluan masak dan biasanya diperkaya dengan unsur iodin (dengan menambahkan 5 g NaI per kg NaCl) padatan Kristal berwarna putih, berasa asin, tidak higroskopis, bila mengandung  $MgCl_2$  menjadi berasa agak pahit dan higroskopis. Digunakan terutama sebagai bumbu penting untuk makanan, sebagai bumbu penting untuk makanan, bahan baku pembuatan logam Na dan NaOH ( bahan untuk pembuatan keramik, kaca, dan pupuk ), sebagai zat pengawet ( Mulyono, 2009).

### **2.3.2 Sifat garam dapur**

Menurut Burhanuddin (2001), Garam mempunyai sifat / karakteristik higroskopis yang berarti mudah menyerap air, *bulk density* (tingkat kepadatan) sebesar 0,8 - 0,9 dan titik lebur pada tingkat suhu  $801^{\circ}C$ .

Zat dan senyawa yang terkandung dalam garam tidak hanya NaCl saja, tetapi masih banyak senyawa-senyawa yang lainnya antara lain :  $CaSO_4$ ,  $MgSO_4$ ,  $MgCl_2$ ,  $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ , dan lain-lain (Winarno, 1992).

### **2.3.3 Macam Garam**

Menurut penggunaannya, jenis garam ada 2 macam, yaitu :

1. Garam konsumsi adalah garam yang dikonsumsi bersama-sama dalam makanan atau minuman.
2. Garam industri adalah garam yang digunakan sebagai bahan baku maupun bahan penolong bagi industry lain (Winarno, 1992).

#### **2.4 Hubungan antara garam dengan klorofil**

Ada beberapa reaksi yang dapat menyebabkan pelepasan klorofil dari daun atau sayuran, salah satunya ialah reaksi peofitinasi yang merupakan reaksi pembentukan peofitin. Peofitin adalah bentuk klorofil yang kehilangan ion  $Mg^{2+}$ . Penggunaan beberapa jenis garam diantaranya garam seng dan garam alkali seperti magnesium karbonat, kalsium hidroksida diketahui dapat mencegah ion magnesium di klorofil lepas. Adapun salah satu jenis garam yang lain yaitu garam dapur yang memiliki zat dan senyawa yang tidak hanya mengandung NaCl tetapi juga  $CaSO_4$ ,  $MgSO_4$ ,  $MgCl_2$ ,  $SiO_2$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ , magnesium pada senyawa  $MgSO_4$  dan  $MgCl_2$  dalam kandungan garam tersebut diduga dapat mencegah ion magnesium pada klorofil yang terlepas selama proses perebusan.

#### **2.5 Hipotesis**

Pemberian garam dapur efektif untuk menstabilkan kadar klorofil pada sayur brokoli hijau (*Brassica oleracea L*) selama proses perebusan.