

## **BAB III**

### **DASAR TEORI**

#### **3.1 Pengenalan Ubi Jalar**

Tanaman ubi jalar (*Ipomoea batatas* L) diduga berasal dari benua Amerika, namun para ahli botani dan pertanian memperkirakan daerah asal tanaman ubi jalar adalah Selandia Baru, Polinesia dan Amerika bagian tengah. Ubi jalar mulai menyebar ke seluruh dunia, terutama ke negara-negara beriklim tropis pada abad ke-16 (FAO, 2004). Pada tahun 1960, ubi jalar sudah tersebar ke hampir setiap daerah Indonesia seperti Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Papua dan Sumatra (Suprapti, 2003). Ubi jalar termasuk tanaman tropis dan dapat tumbuh dengan baik di daerah sub tropis. Disamping iklim, faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ubi jalar adalah jarak tanam, varietas dan lokasi tanam (Sutrisno dan Dewi, 2014).

Menurut Suprapti (2003), tanaman ubi jalar memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

1. Susunan tubuh utama terdiri atas batang, daun, bunga, buah, biji, dan umbi
2. Batang tanaman berbentuk bulat, tidak berkayu, dan berbuku-buku
3. Tipe pertumbuhan tegak dan merambat atau menjalar
4. Panjang batang tipe tegak: 1m – 2m, sedangkan tipe merambat: 2m- 3m

Kedudukan taksonomi tanaman ubi jalar menurut Rukmana (2005) adalah sebagai berikut:

Kingdom : *Plantae*

Divisio : *Spermatophyta*

Subdivisio : *Angiospermae*

Kelas : *Dicotyledonae*

Ordo : *Convolvulales*

Familia : *Convolvulacea*

Genus : *Ipomoea*

Species : *Ipomoea batatas* L.

Menurut (Juanda dan Cahyono, 2000) berdasarkan warna ubi jalar dibedakan menjadi beberapa golongan sebagai berikut:

1. Ubi jalar putih, yakni jenis ubi jalar yang dagingnya berwarna putih
2. Ubi jalar kuning, yakni jenis ubi jalar yang memiliki daging umbi berwarna kuning, kuning muda, atau kekuning-kuningan
3. Ubi jalar *orange*, yakni ubi jalar dengan warna daging berwarna *orange*
4. Ubi jalar ungu, yakni jenis ubi jalar yang memiliki daging berwarna ungu hingga ungu muda

Dalam penelitian ini akan digunakan ubi jalar yang memiliki daging buah berwarna putih. Ubi jalar yang berwarna putih lebih diarahkan untuk pengembangan tepung dan pati karena umbi yang berwarna cerah cenderung lebih baik kadar patinya dan warna tepung lebih menyerupai terigu (Rosmarkam dan Yuwono, 2002).

### **3.2 Komposisi Kimia dan Nilai Gizi Ubi Jalar Putih**

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* L) merupakan salah satu hasil pertanian yang mengandung karbohidrat dan sumber kalori yang cukup tinggi, sumber

vitamin (A, C, B1, dan B2), mineral (Fe, P, Na, K, Zn, Cu dan Ca), protein, lemak, dan serat kasar. Kandungan kimia ubi jalar per 100 gram terdiri atas air (68,5 gram), pati (27,9 gram), protein (1,8 gram), lemak (0,7 gram), kalori (123 kalori), serat kasar (1,2 gram), dan kadar gula (0,4 gram), dan sumber mineral yang cukup memadai (Balitkabi, 2011). Ubi jalar memiliki kandungan air yang tinggi sehingga bahan kering yang terkandung relatif rendah. Kandungan bahan kering ubi jalar antara 16-40%, sedangkan 75-90% adalah karbohidrat yang mengandung pati, gula, selulosa, hemiselulosa dan pektin (Sutrisno, 2014). Kandungan gizi ubi jalar putih dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 1.** Komposisi Kimia Ubi Jalar Putih Setiap 100 gr Bahan

No.	Unsur Gizi	Nilai	Satuan
1.	Kalori	123,0	Kal
2.	Protein	1,8	g
3.	Lemak	0,7	g
4.	Karbohidrat	27,9	g
5.	Kalium	30,0	mg
6.	Fosfor	49,0	mg
7.	Zat Besi	0,7	mg
8.	Vitamin A	60,0	SI
9.	Vitamin B1	0,9	mg
10.	Vitamin C	22,0	mg
11.	Air	68,5	%
12.	Bagian Daging	68,00	%

Sumber: Ditjen Bina Produksi Tanaman Pangan, 2002

Berdasarkan Tabel 1, kandungan gizi ubi jalar putih cukup lengkap dan dapat memenuhi kebutuhan gizi bagi kesehatan tubuh. Zat-zat yang terkandung di dalam ubi jalar putih dapat mencegah berbagai penyakit, membangun sel-sel tubuh, menghasilkan energi, dan meningkatkan metabolisme tubuh. Selain mengandung zat gizi, ubi jalar putih juga mengandung zat anti gizi yang dapat menurunkan cita rasa sehingga masyarakat banyak yang tidak menyukainya. Zat anti gizi tersebut adalah tripsin inhibitor yang dapat menghambat kerja tripsin dalam mengurai protein sehingga menyebabkan terganggunya pencernaan protein dalam usus. Akibatnya, tingkat penyerapan protein dalam tubuh menurun yang ditunjukkan dengan timbulnya gejala diare. Selain itu ubi jalar putih mengandung senyawa-senyawa seperti ipomemron, furoterpen kaumarin dan polifenol yang menumbuhkan rasa pahit (Damardjati *et al.*, 2000).

### **3.3 Fermentasi**

#### **3.3.1 Pengertian Fermentasi**

Mikroorganisme dapat menjadi bahan pangan ataupun mengubah bahan pangan menjadi bentuk lain. Proses pembuatan pangan yang dibantu oleh mikroorganisme misalnya melalui proses fermentasi seperti keju, yogurt dan berbagai makanan lain termasuk kecap dan tempe (Umrah, 2012). Fermentasi merupakan perubahan kimiawi material organik menjadi senyawa yang lebih sederhana akibat reaksi enzimatik, katalis organik yang kompleks yang diproduksi oleh mikroorganisme seperti jamur, khamir atau bakteri. Fermentasi dapat terjadi karena adanya aktivitas mikroba penyebab

fermentasi pada substrat yang sesuai (Hidayat *et al.*, 2006). Hasil dari proses fermentasi dapat berupa asam laktat, karbon dioksida, etanol, bakteriosin, hidrogen peroksida dan energi berupa ATP.

### 3.3.2 Faktor yang Berpengaruh dalam Fermentasi

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri selama proses fermentasi menurut Wibowo (2012), antara lain:

#### 1. Faktor zat gizi

Semua bentuk kehidupan memiliki persamaan dalam hal persyaratan nutrisi yaitu berupa zat-zat kimiawi yang diperlukan untuk pertumbuhan dan aktivitas lainnya. Nutrisi bagi pertumbuhan bakteri, sama halnya nutrisi untuk organisme lain mempunyai kebutuhan akan sumber nutrisi, yaitu bakteri membutuhkan sumber karbon berupa karbon anorganik dan karbon organik. Bakteri membutuhkan sumber energi yang berasal dari energi cahaya (fototrof) dan senyawa kimia (kemotrof). Bakteri juga membutuhkan sumber nitrogen dalam bentuk garam nitrogen anorganik dan nitrogen organik.

#### 2. pH

Pengukuran pH merupakan parameter yang mempengaruhi kecepatan pertumbuhan dan pembentukan produk. Pada pertumbuhan bakteri terdapat rentang pH dan pH optimal. Sebagian besar organisme dapat berfungsi dengan baik dengan selang pH antara 3-4. Biasanya bakteri dapat tumbuh pada pH 4-8, khamir biasanya lebih senang dalam pH 3-6, dan kapang 3-7. Pada bakteri patogen memiliki pH optimal 7,2-7,6.

### 3. Suhu

Setiap bakteri memiliki suhu optimal dan memiliki rentang suhu dimana mereka dapat tumbuh dan berkembang sangat cepat. Berdasarkan rentang suhu pertumbuhan bakteri dikelompokkan menjadi tiga, yaitu psikrofil yang tumbuh optimum pada suhu 0-20 °C, mesofilik dapat tumbuh pada suhu 20-40 °C, dan termofilik yang dapat tumbuh optimum pada suhu 50-60 °C.

### 4. Ketersediaan oksigen

Kebutuhan oksigen pada bakteri tertentu mencerminkan mekanisme yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan energinya. Berdasarkan kebutuhan oksigen tersebut, bakteri dapat dipisahkan menjadi lima kelompok yaitu anaerob obligat, anaerob aerotoleran, anaerob fakultatif, aerob obligat, dan bakteri mikroaerofilik.

### 5. Kelembaban

Konsentrasi larutan yang aktif secara osmotik di dalam sel bakteri, umumnya lebih tinggi dari konsentrasi di luar sel. Sebagian besar bakteri tidak toleran terhadap perubahan osmotik dan akan mengembangkan sistem transpor kompleks dan alat pengatur sensor osmotik untuk memelihara keadaan osmotik konstan dalam sel.

#### **3.3.3 Medium Fermentasi**

Rancang bangun medium nutrisi untuk pertumbuhan dan pembentukan produk merupakan langkah penentu dalam menjamin keberhasilan eksperimen atau pelaksanaan produksi. Penggunaan medium fermentasi

tergantung pada jenis mikroba dan produk yang ingin diperoleh, karena medium yang tidak sesuai dapat menyebabkan perubahan jenis produk selama proses tersebut berlangsung (Purwanti *et al.*, 2003).

Salah satu syarat dalam pemilihan medium fermentasi adalah memerlukan nutrisi untuk tumbuh dan berkembang biak serta pembentukan produk. Nutrien ini berbentuk garam yang larut dalam air supaya mudah memasuki sel bakteri. Sebagian besar mikroba membutuhkan zat-zat anorganik seperti garam yang mengandung Na, K, Ca, Mg, Fe, Cl, S dan P, sedangkan spesies tertentu masih membutuhkan tambahan mineral seperti Mn dan Mo. Selain membutuhkan zat anorganik, bakteri juga memerlukan zat organik yang mengandung unsur C, H, O, dan N yang berfungsi menyusun protoplasma (Dwidjoseputro, 2005).

#### **3.4 Bakteri *Lactobacillus plantarum***

Bakteri merupakan organisme prokariotik yang tidak memiliki membran inti (nukleoid), dinding sel tersusun atas peptidoglikan, dan memiliki plasmid (*extra chromosomal DNA*) (Madigan *et al.*, 2012). Sel bakteri tidak memiliki organel-organel bermembran seperti retikulum endoplasma, badan golgi dan mitokondria. Sebagian besar aktivitas organel sel bakteri dilakukan oleh ribosom (Besty dan Kough, 2005). Bakteri dapat dibedakan menjadi dua bagian berdasarkan bahan penyusun dinding sel bakteri, yaitu gram positif dan negatif. Bakteri gram positif memiliki dinding sel, sedangkan bakteri gram negatif hanya memiliki lapisan peptidoglikan 15-20% dari berat dinding sel. Salah satu bakteri gram positif ini adalah bakteri asam laktat.

Bakteri asam laktat terdiri atas sejumlah genus bakteri yang termasuk famili Firmicutes, yang terdiri dari 20 genus. Genus *Carnobacterium*, *Enterococcus*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Lactospaera*, *Leuconostoc*, *Melissococcus*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus*, dan *Weissella* dikenal sebagai bakteri asam laktat (BAL) (Axelsson, 2004; Jay, 2000). Berdasarkan senyawa yang akan dihasilkan dari proses fermentasi gula, BAL dibagi menjadi dua kelompok yaitu BAL homofermentatif dan BAL heterofermentatif. Proses homofermentatif melalui jalur glikolisis menghasilkan produk akhir hanya asam laktat. Proses heterofermentatif menghasilkan produk akhir sampingan seperti etanol, asetat, dan CO<sub>2</sub> (Axelsson, 2004).

Taksonomi bakteri asam laktat didasarkan pada reaksi gram dan produksi asam laktat dari jenis karbohidrat yang terfermentasi. *Lactobacillus plantarum* termasuk golongan bakteri gram positif, sel tidak berspora, tidak bersifat patogen, berbentuk batang panjang, serta bersifat anaerob fakultatif dan memiliki pH optimum 5,3-5,6 (Prescott, 2002). *Lactobacillus plantarum* merupakan bakteri asam laktat yang utama dan akhir pada proses fermentasi sayuran. Hal ini dikarenakan bakteri *Lactobacillus plantarum* memiliki perbedaan metabolisme dan toleran terhadap kondisi pH rendah. *Lactobacillus plantarum* berbentuk batang lurus dengan lebar 0,9-1,2 µm dan panjang 3-8 µm, berukuran tunggal atau membentuk rantai pendek (Li *et al.*, 2007). Bakteri *Lactobacillus plantarum* berguna untuk pembentukan asam laktat, penghasil hidrogen peroksida tertinggi dibandingkan bakteri asam



laktat lainnya dan dapat menghasilkan bakteriosin. Produksi bakteriosin dapat menghambat perkembangan patogen yang bersifat merugikan (Wiryan dan Tjakradidjaja, 2001). Bakteriosin yang dihasilkan juga berfungsi sebagai pengawet makanan dan berpotensi sebagai pengganti antibiotik (Reenen *et al.*, 2006).

### 3.5 Serat Kasar

Serat kasar adalah bagian dari pangan yang tidak dapat terhidrolisis oleh bahan-bahan kimia yang digunakan untuk menentukan kadar serat kasar yaitu asam sulfat ( $H_2SO_4$  1,25%) dan natrium hidroksida (NaOH 1,25%) (Piliang dan Djojosebagio, 2002). Serat kasar merupakan bagian dari karbohidrat dan didefinisikan sebagai fraksi yang tersisa setelah didigesti dengan larutan asam sulfat standar dan sodium hidroksida pada kondisi yang terkontrol. Pengukuran serat kasar dapat dilakukan dengan menghilangkan semua bahan yang larut dalam asam dengan pendidihan dalam asam sulfat (Hunter, 2002). Sedangkan serat pangan adalah bagian dari bahan pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan. Oleh karena itu, kadar serat kasar nilainya lebih rendah dibandingkan dengan kadar serat pangan, karena asam sulfat dan natrium hidroksida mempunyai kemampuan yang lebih besar untuk menghidrolisis komponen-komponen pangan dibandingkan dengan enzim-enzim pencernaan (Muchtadi, 2001).

Serat kasar merupakan sisa bahan makanan yang telah mengalami proses pemanasan dengan asam keras dan basa keras selama 30 menit berturut-turut dalam prosedur yang dilakukan di laboratorium. Dengan proses seperti ini

dapat merusak beberapa macam serat yang tidak dapat dicerna oleh manusia, dan tidak dapat diketahui komposisi kimia tiap-tiap bahan yang membentuk dinding sel (Piliang dan Djojosoebagio, 2002).

Ada beberapa metode analisis serat makanan, diantaranya adalah :

### **1. Metode Analisis Serat Kasar (*Crude Fiber*)**

Ditimbang 2,5-5,0 gram bahan kering, dimasukkan ke dalam *thimble* (kertas saring pembungkus) kemudian dimasukkan ke dalam alat soklet, dipasang pendingin balik pada alat soklet, kemudian dihubungkan dengan labu alas bulat dan diekstraksi dengan dietil eter selama 6 jam. Sampel dipindahkan ke dalam erlenmeyer 600 mL, ditambahkan 200 mL larutan  $H_2SO_4$  dihubungkan dengan pendingin balik dan dididihkan selama 30 menit. Suspensi kemudian disaring dengan kertas saring. Residu tertinggal dalam erlenmeyer dan kertas saring dicuci dengan air mendidih, sampai air cucian tidak bersifat asam lagi (diperiksa dengan indikator universal). Dipindahkan residu ke dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan larutan NaOH sebanyak 200 mL. Dihubungkan dengan pendingin balik, dididihkan selama 30 menit. Residu disaring kembali dengan kertas saring yang telah diketahui beratnya sambil dicuci dengan larutan  $K_2SO_4$  10%, air mendidih, dan kemudian dengan alkohol 95%. Kertas saring kemudian dikeringkan dalam oven 110 °C. Setelah didinginkan dalam desikator (1-2 jam), kemudian ditimbang sampai berat konstan. Berat residu yang diperoleh merupakan berat serat kasar (Hernawati, 2010).

## 2. Metode Deterjen

Metode deterjen ini terdiri atas 2 yaitu *Acid Detergent Fiber* (ADF) dan *Neutral Detergent Fiber* (NDF). Kedua metode ini hanya dapat menentukan kadar total serat yang tak larut dalam larutan deterjen digunakan.

### a. *Acid Detergent Fiber* (ADF)

Metode ADF hanya dapat untuk menurunkan kadar total selulosa dan lignin. ADF merupakan sisa setelah ekstraksi dengan 0,5 M asam sulfat dan setilmetilammonium bromida, dan pada dasarnya merupakan fraksi lignin kasar dan selulosa bahan tumbuhan akan tetapi juga meliputi silika (Hernawati, 2010).

### b. *Neutral Detergent Fiber* (NDF)

Dengan metode NDF dapat ditentukan kadar total dari lignin, selulosa, dan hemiselulosa. NDF merupakan sisa setelah ekstraksi dalam keadaan mendidih dengan larutan netral natrium lauril sulfat dan asam etilendiamintetraasetat (EDTA) (Hernawati, 2010).

## 3. Metode Enzimatis

Metode enzimatis dirancang berdasarkan kondisi fisiologi tubuh manusia. Metode yang dikembangkan adalah fraksinasi enzimatis yaitu menggunakan enzim amilase, diikuti penggunaan enzim pepsin, kemudian pankreatin. Metode ini dapat mengukur kadar serat makan total, serat larut dan tak larut secara terpisah (Joseph, 2002).

Serat banyak membawa manfaat kepada tubuh. Di antaranya seperti mencegah konstipasi, kanker, memperkecil risiko sakit pada usus besar, membantu menurunkan kadar kolesterol, membantu mengontrol kadar gula dalam darah, mencegah wasir, membantu menurunkan berat badan dan masih banyak lagi. Serat yang merupakan zat non gizi terbagi dari dua jenis, yaitu serat pangan (*dietary fiber*) dan serat kasar (*crude fiber*).

Peran utama serat dalam makanan adalah pada kemampuannya mengikat air. Dengan adanya serat, sisa-sisa makanan akan melalui saluran pencernaan untuk diekskresikan lebih cepat. Tanpa bantuan serat, feses dengan kandungan air rendah akan lebih lama tinggal dalam saluran usus dan mengalami kesukaran melalui usus untuk dapat diekskresikan keluar, karena gerakan-gerakan peristaltik usus besar menjadi lebih lamban (Piliang dan Djojosoebagio, 2002). Selain itu, peningkatan konsumsi makana mengandung serat yang tinggi dapat mengurangi kadar kolesterol dalam darah. Penelitian menyebutkan bahwa *soluble fiber* (serat larut) seperti pektin lebih efektif menurunkan kadar kolesterol darah. Adanya *soluble fiber* akan mengikat kolesterol dan asam empedu sehingga dapat diekskresikan bersama feses (Smolin and Grosvenor, 2000).

### **3.6 Karbohidrat**

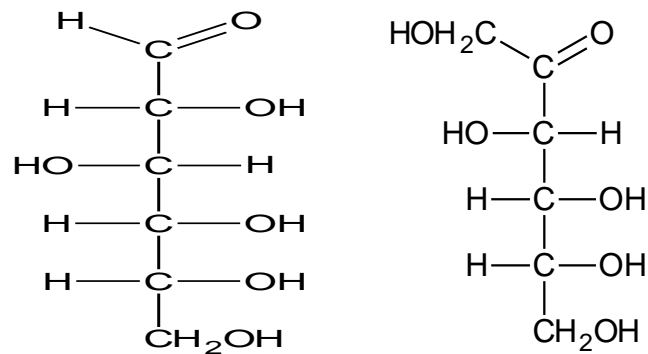
Susunan kimia karbohidrat terdiri dari atom karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O). Tanaman merupakan sumber karbohidrat yang utama, melalui proses fotosintesis senyawa air dari tanah dan karbon dioksida dari udara bereaksi dengan sinar matahari dan pigmen klorofil menghasilkan

glukosa dan oksigen. Energi yang terbentuk disimpan dalam daun, batang, akar, biji, maupun buah yang akan dilepaskan melalui proses oksidasi makanan dalam tubuh (Departemen Gizi dan Kesehatan Masyarakat, 2007).

Karbohidrat dapat dibedakan menjadi monosakarida, oligosakarida, dan polisakarida. Monosakarida ialah karbohidrat yang paling sederhana yang tidak dapat dihidrolisis menjadi karbohidrat lain. Sebagian besar monosakarida dikenal sebagai heksosa, karena terdiri atas 6-rantai atau cincin karbon. Ada tiga jenis heksosa yang penting dalam ilmu gizi, yaitu glukosa, fruktosa, dan galaktosa. Ketiga macam monosakarida ini mengandung jenis dan jumlah atom yang sama, yaitu 6 atom karbon, 12 atom hidrogen, dan 6 atom oksigen. Perbedaannya hanya terletak pada cara penyusunan atom-atom hidrogen dan oksigen di sekitar atom-atom karbon (Almatsier, 2009).

Glukosa memegang peranan sangat penting dalam ilmu gizi, dimana sel hidup menggunakan komponen ini sebagai sumber energi. Glukosa menjadi komponen utama yang membentuk pati, yaitu suatu unit polisakarida dalam gandum, beras, kentang dan sagu yang pada umumnya menjadi bahan makanan pokok di berbagai belahan dunia (Almatsier, 2009).

Fruktosa, dinamakan juga levulosa atau gula buah adalah gula paling manis. Fruktosa mempunyai rumus kimia yang sama dengan glukosa yaitu  $C_6H_{12}O_6$ , namun strukturnya berbeda. Gula ini terdapat dalam madu bersama glukosa, dalam buah, nektar bunga, dan juga di dalam sayur berbeda (Almatsier, 2009). Gambar berikut merupakan gambar struktur glukosa dan fruktosa.



**Gambar 1.** Struktur Glukosa dan Fruktosa (Almatsier, 2009).

Sedangkan oligosakarida adalah karbohidrat yang terdiri dari 3-10 unit monosakarida. Contohnya ialah rafinosa trisakarida (Gal-Glc-Fuc) dan stasiosa tetrasakarida (Gal-Gal-Glc-Fuc), keduanya terdapat pada biji-bijian. Karena tidak dapat dicerna pada usus halus, keduanya menyediakan substrat untuk fermentasi bakteri di usus besar dan khususnya pembentukan gas (gas lambung) (Nilamsari dan Fajriyah, 2013).

Polisakarida ialah karbohidrat yang lebih dari sepuluh satuan monosakarida dan dapat berantai lurus atau bercabang. Kebanyakan dari gula tersebut mengandung beberapa ratus atau bahkan ribuan gula sederhana. Polisakarida dirombak dalam saluran pencernaan menjadi karbohidrat yang sederhana dengan kelengkapan tingkatan yang beragam (Estien dan Lisda, 2006).

Polisakarida dibuat oleh tumbuhan dari karbon dioksida dan air (karbohidrat nabati) serta sedikit dari hewan (karbohidrat hewani). Di dalam tumbuhan karbohidrat mempunyai dua fungsi utama yaitu sebagai simpanan energi dan sebagai penguat struktur tumbuhan tersebut. Sumber energi tersebut terdapat dalam bentuk zat tepung (amilum) dan zat gula (mono dan

disakarida), timbunan zat tepung terdapat di dalam biji, akar, dan batang. Sedangkan gula terdapat di dalam daging buah dan di dalam cairan tumbuhan, misalnya di dalam batang tebu. Karbohidrat sebagai penguat struktur tumbuhan terdapat sebagai selulosa di dalam dinding sel. Menurut Almatsier (2009) karbohidrat memiliki berbagai macam fungsi bagi tubuh, diantaranya adalah :

- a. Sumber energi
- b. Pemberi rasa manis pada makanan. Karbohidrat memberi rasa manis pada makanan, khususnya mono dan disakarida. Alat kecap manusia merasakan rasa manis tersebut.
- c. Penghemat protein
- d. Pengatur metabolisme lemak
- e. Membantu pengeluaran feses

Kekurangan asupan karbohidrat dapat menimbulkan kehilangan energi, mudah lelah, terjadi pemecahan protein yang berlebihan dan akan mengalami gangguan keseimbangan air sehingga mengganggu pencernaan. Sebaliknya jika seseorang kelebihan mengkonsumsi karbohidrat akan menyebabkan berat badan meningkat dan terjadi obesitas serta penyakit diabetes mellitus. Namun konsumsi karbohidrat tidak boleh melebihi kadar yang dibutuhkan oleh tubuh. Bila karbohidrat itu meningkat setiap hari, maka akan terjadi pembentukan lemak sebagai akibat penyimpanan pada jaringan adiposa di bawah kulit.

Dalam analisis karbohidrat dapat dilakukan dengan pengukuran kadar total gula dengan metode fenol-asam sulfat. Metode fenol-asam sulfat merupakan salah satu uji kuantitatif yang digunakan untuk mengukur total gula. Total gula menunjukkan jumlah karbohidrat yang terkandung dalam hidrolisat, baik senyawa reduktif maupun nonreduktif. Total gula ditetapkan berdasarkan metode fenol dengan prinsip bahwa gula sederhana, oligosakarida, polisakarida dan turunannya bereaksi dengan fenol dan asam sulfat pekat menghasilkan warna orange-kekuningan yang stabil (Bintang, 2010).

Metode ini dapat digunakan untuk menetapkan total gula semua bahan pangan dengan persiapan sampel terlebih dahulu. Kurva standar dibuat dengan menggunakan larutan glukosa standar yang mengandung 0, 10, 20, 30, 40 dan 60 ppm glukosa, masing-masing dipipet sebanyak 1 mL lalu dimasukkan ke dalam tabung rekasi. Ditambahkan larutan fenol 5% lalu dikocok. Kemudian ditambahkan secara cepat larutan  $H_2SO_4$  (asam sulfat) pekat dengan cara menuangkan secara tegak lurus ke permukaan larutan. Biarkan selama 10 menit, kocok. Lalu tempatkan dalam penangas air (air panas) selama 15 menit. Diukur absorbansinya pada 490 nm untuk heksosa dan asam uronat. Penetapan sampel dilakukan dengan mengambil sampel yang telah diencerkan sebanyak 1 mL lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Ditambahkan larutan fenol 5% lalu di kocok. Kemudian ditambahkan secara cepat larutan  $H_2SO_4$  (asam sulfat) pekat dengan cara menuangkan secara tegak lurus ke permukaan larutan. Biarkan selama 10 menit, kocok.



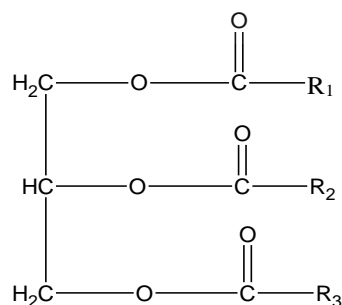
Lalu tempatkan dalam penangas air (air panas) selama 15 menit. Diukur absorbansinya pada 490 nm untuk heksosa dan 480 nm untuk pentosa dan asam uronat. Data yang diperoleh di plot pada persamaan kurva standar.

### 3.7 Lemak

Lipid (Yunani, lipos = lemak) adalah sekelompok besar senyawa alam yang tak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik non polar seperti n-heksan, kloroform, dan dietil eter. Sifat inilah yang membedakan lipid dari karbohidrat, protein, asam nukleat, dan kebanyakan molekul hayati lainnya (Tim Dosen Kimia UPT MKU, 2011).

Lipid adalah salah satu kategori molekul biologis yang besar yang tidak mencakup polimer. Senyawa yang disebut lipid dikelompokkan bersama karena memiliki satu ciri penting yaitu lipid tidak memiliki atau sedikit sekali afinitasnya terhadap air. Perilaku hidrofobik lipid didasarkan berdasarkan struktur molekulernya (Tim Dosen Biologi UPT MKU, 2010).

Menurut Herlina dan Ginting (2002), secara umum struktur lemak sebagai berikut:



**Gambar 2.** Struktur Lemak (Herlina dan Ginting, 2002).

Lemak atau lipid mempunyai sifat fisika. Adapun sifat fisika yang dimaksud adalah (Poedjiadi dan Supriyanti, 2009):

- 1) Tidak larut dalam air, tetapi larut dalam satu atau lebih dari satu pelarut organik misalnya eter, aseton, kloroform, benzena, yang sering juga disebut pelarut lemak
- 2) Ada hubungan dengan asam-asam lemak atau esternya
- 3) Mempunyai kemungkinan digunakan oleh makhluk hidup

Lemak mempunyai peran penting dalam tubuh manusia, sebab lemak adalah sumber energi yang tinggi. Lemak dibedakan menjadi lemak jenuh dan lemak tidak jenuh. Konsumsi lemak perlu dibatasi khususnya mengurangi lemak jenuh dengan makanan. Kelebihan lemak dalam tubuh terutama lemak dengan kandungan kolesterol yang tinggi akan menyebabkan kegemukan dan penyakit seperti jantung, ginjal, diabetes dan hipertensi (Wirakusumah *et al.*, 2002).

Senyawa-senyawa yang termasuk lipid ini dapat dibagi dalam tiga golongan besar, yakni lipid sederhana, yang merupakan ester asam lemak dengan berbagai alkohol, contohnya lemak atau gliserida dan lilin (*waxes*); kedua adalah lipid gabungan yaitu ester asam lemak yang mempunyai gugus tambahan, contohnya fosfolipid, serebrosida; dan ketiga merupakan derivat lipid, yaitu senyawa yang dihasilkan oleh proses hidrolisis lipid, contohnya asam lemak, gliserol, dan sterol. Di samping itu, berdasarkan sifat kimia yang penting, lipid dapat dibagi dalam dua golongan yang besar, yakni lipid yang dapat disabunkan, yakni dapat dihidrolisis dengan basa, contohnya lemak,

dan lipid yang tidak dapat disabunkan, contohnya steroid (Poedjadi dan Supriyanti, 2009).

Menurut Dadang (2006), fungsi lemak sebagai berikut:

- a. Melarut vitamin A,D,E, dan K dapat diserap oleh dinding usus halus
- b. Melindungi alat-alat tubuh yang halus
- c. Memperbaiki rasa pada makanan
- d. Penyimpan tenaga sebagai bahan penyekat yang melindungi dari rasa dingin yang merusak

Faktor yang menyebabkan kerusakan pada lipid, meliputi:

1. Penyerapan bau Lipid mudah sekali menyerap bau

Jika bahan pembungkus bahan dapat menyerap lipid, maka lipid yang terserap dapat teroksidasi oleh udara sehingga rusak dan berbau. Bau dari lipid yang rusak ini akan mudah terserap oleh lipid lain yang ada dalam bungkusannya sehingga seluruh lipid akan menjadi rusak.

2. Hidrolisis

Lipid dapat terhidrolisis menjadi asam-asam lemak bebas dan gliserol. Reaksi hidrolisis ini berlangsung karena adanya air dan dipercepat oleh adanya kondisi basa, kondisi asam, maupun enzim lipase. Jumlah asam lemak bebas yang meningkat pada bahan dapat memudahkan terjadinya oksidasi sehingga akan menghasilkan citarasa dan bau tengik yang tidak dikehendaki.

### 3. Oksidasi dan ketengikan

Ketengikan disebabkan oleh adanya autooksidasi radikal asam lemak tidak jenuh dalam lipid. Autooksidasi ini dimulai dengan pembentukan radikal-radikal bebas yang disebabkan oleh faktor, seperti oksigen, panas, enzim lipoksidase, cahaya, hidroperoksida, logam berat Cu, Fe, Mn, Co, dan logam porfirin. Radikal asam lemak tidak jenuh yang kontak dengan oksigen dari udara akan membentuk peroksida aktif yang dapat membentuk hidroperoksida yang bersifat sangat tidak stabil dan mudah pecah menjadi senyawa dengan rantai karbon lebih pendek, seperti aldehid, asam lemak, dan keton yang bersifat volatil sehingga dapat menimbulkan bau tengik pada lipid (Winarno, 2008).

Dalam analisis lemak, sulit untuk melakukan ekstraksi lemak secara murni. Hal itu disebabkan pada waktu ekstraksi lemak dengan pelarut lemak, seperti phospholipid, sterol, asam lemak bebas, pigmen karotenoid, dan klorofil. Oleh karena itu, hasil analisis lemak ditetapkan sebagai lemak kasar. Terdapat dua metode dalam penentuan kadar lemak suatu sampel, yaitu metode ekstraksi kering (menggunakan soklet) dan metode ekstraksi basah. Ekstraksi dengan soklet memberikan hasil ekstrak yang lebih tinggi karena pada cara ini digunakan pemanasan yang diduga memperbaiki kelarutan ekstrak. Dibandingkan dengan cara maserasi, ekstraksi dengan Soklet memberikan hasil ekstrak yang lebih tinggi. Pengukuran kadar lemak dapat dilakukan dengan menimbang kira-kira 5 gram sampel dibungkus dengan kertas saring, lalu dimasukkan ke dalam alat ekstraksi soklet yang telah berisi

pelarut non polar. Sokletasi dilakukan selama 5 jam. Selanjutnya labu lemak yang mengandung lemak hasil ekstraksi dipanaskan dalam oven pada suhu 105 °C. Setelah dikeringkan sampai berat konstan dan didinginkan dalam desikator, labu beserta lemak ditimbang. Analisis lemak mengacu pada metode AOAC tahun 2005 (Hernawati, 2010). Soklet biasa digunakan dalam pengekstrasian lemak pada suatu bahan makanan. Metode soklet ini dipilih karena pelarut yang digunakan lebih sedikit (efisiensi bahan) dan larutan sari yang dialirkan melalui sifon tetap tinggal dalam labu, sehingga pelarut yang digunakan untuk mengekstrak sampel selalu baru dan meningkatkan laju ekstraksi. Waktu yang digunakan lebih cepat. Kerugian metode ini ialah pelarut yang digunakan harus mudah menguap dan hanya digunakan untuk ekstraksi senyawa yang tahan panas.

### **3.8 Metode Ekstraksi**

Ekstraksi adalah kegiatan penarikan kandungan kimia yang dapat larut sehingga terpisah dari bahan yang tidak larut dengan pelarut cair. Senyawa aktif yang terdapat dalam berbagai simplisia dapat digolongkan ke dalam golongan minyak atsiri, alkaloid, flavonoid, dan lain-lain. Dengan diketahuinya senyawa aktif yang dikandung simplisia akan mempermudah pemilihan pelarut dan cara ekstraksi yang tepat (Ditjen POM, 2000).

Menurut Darwis (2000), ada beberapa metode ekstraksi senyawa yang umum digunakan, diantaranya adalah maserasi, perkolasi, sokletasi, destilasi uap, dan pengempasan. Metode ekstraksi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sokletasi, refluks, dan evaporasi.

### 3.8.1 Sokletasi

Sebuah ekstraktor soklet adalah bagian dari peralatan laboratorium yang ditemukan pada tahun 1879 oleh Franz von Soxhlet. Soklet awalnya dirancang untuk ekstraksi lipid dari bahan padat. Namun, ekstraktor Soklet tidak terbatas pada ekstraksi lipid. Biasanya, ekstraksi Soklet hanya diperlukan apabila senyawa yang diinginkan memiliki kelarutan terbatas dalam pelarut, dan pengotor tidak larut dalam pelarut. Jika senyawa yang diinginkan memiliki kelarutan yang signifikan dalam pelarut maka filtrasi sederhana dapat digunakan untuk memisahkan senyawa dari substansi pelarut.

Biasanya bahan padat yang mengandung beberapa senyawa yang diinginkan ditempatkan dalam sebuah sarung tangan yang terbuat dari kertas filter tebal, yang dimuat ke dalam ruang utama dari ekstraktor soklet. Ekstraktor Soklet ditempatkan ke botol berisi ekstraksi pelarut. Soklet tersebut kemudian dilengkapi dengan sebuah kondensor. Prinsip soklet ialah ekstraksi menggunakan pelarut yang selalu baru yang umumnya sehingga terjadi ekstraksi kontinyu dengan jumlah pelarut konstan dengan adanya pendingin balik. Sokletasi merupakan proses ekstraksi yang menggunakan penyarian berulang dan pemanasan. Penggunaan metode sokletasi adalah dengan cara memanaskan pelarut hingga membentuk uap dan membasahi sampel. Pelarut yang sudah membasahi sampel kemudian akan turun menuju labu pemanasan dan kembali menjadi uap untuk membasahi sampel, sehingga penggunaan pelarut lebih hemat karena terjadi sirkulasi pelarut yang selalu

membasahi sampel. Proses ini sangat baik untuk senyawa yang tidak terpengaruh oleh panas (Darwis, 2000).

### 3.8.2 Refluks

Refluks adalah komponen kimia yang tahan terhadap pemanasan dan mempunyai tekstur yang keras seperti akar, batang, dan buah atau biji. Sampel atau bahan yang akan diekstraksi ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam labu alas bulat dan diisi dengan cairan penyari yang sesuai misalnya metanol sampai serbuk simplisia terendam kurang lebih 2 cm di atas permukaan simplisia, atau  $\frac{2}{3}$  volume labu kemudian labu alas bulat dipasang kuat pada statif dan ditempatkan di atas *water bath* atau *heating* mantel lalu dipasang kondensor pada labu alas bulat yang dikuatkan dengan klem pada statif. Aliran air dan pemanas dijalankan sesuai dengan suhu pelarut yang digunakan. Setelah 4 jam dilakukan penyaringan, filtrat ditampung dalam wadah penampung dan ampasnya ditambah laju dengan pelarut dan dikerjakan seperti semula. Ekstraksi dilakukan selama 3-4 jam. Filtrat yang diperoleh dikumpulkan dan dipekatkan dengan alat rotavapor (Makhmud, 2001).

## 3.9 Evaporasi

Evaporasi dapat didefinisikan dalam dua kondisi, yaitu evaporasi yang berarti proses penguapan yang terjadi secara alami dan evaporasi yang dimaknai proses penguapan yang timbul akibat diberikan uap panas (*steam*) dalam suatu peralatan. Evaporasi merupakan suatu proses penguapan

sebagian dari pelarut sehingga didapatkan larutan zat cair pekat yang konsentrasinya lebih tinggi. Tujuan dari evaporasi itu sendiri yaitu untuk memekatkan larutan yang terdiri dari zat terlarut yang tak mudah menguap dan pelarut yang mudah menguap.

Menurut (Wirakartakusumah, 2001) di dalam pengolahan hasil pertanian proses evaporasi bertujuan untuk:

1. Meningkatkan konsentrasi atau viskositas larutan sebelum diproses lebih lanjut
2. Memperkecil volume larutan sehingga dapat menghemat biaya pengepakan, penyimpanan dan transportasi
3. Menurunkan aktivitas air dengan cara meningkatkan konsentrasi solid terlarut sehingga bahan menjadi awet
4. Mekanisme kerja evaporator adalah *steam* yang dihasilkan oleh alat pemindah panas, kemudian panas yang ada (*steam*) berpindah pada bahan atau larutan sehingga suhu larutan akan naik sampai mencapai titik didih. *Steam* masih digunakan atau disuplai sehingga terjadi peningkatan tekanan uap.

Selama proses evaporasi dapat terjadi perubahan-perubahan pada bahan, baik yang menguntungkan maupun yang merugikan. Perubahan-perubahan yang terjadiantara lain perubahan viskositas, kehilangan aroma, kerusakan komponen gizi, terjadinya pencokelatan dan lain-lain. Peralatan yang digunakan untuk memindahkan panas ke bahan bermacam-macam bentuk dan jenisnya. Penggunaan bermacam-macam peralatan ini akan berpengaruh pada



kemudahan penguapan dan retensi zat gizi. Retensi zat gizi juga dipengaruhi oleh lama waktu pemanasan larutan di dalam evaporator. Semakin lama pemanasan maka retensi zat gizi semakin menurun (Tejasari, 2005).

Menurut (Wirakartakusumah, 2001) faktor yang dapat mempengaruhi proses evaporasi terhadap kecepatan penguapan, perubahan komponen kimia bahan pangan dan lainnya :

1. Suhu dan Tekanan

Suhu evaporasi berpengaruh pada kecepatan penguapan. Makin tinggi suhu evaporasi maka penguapan yang terjadi semakin cepat. Namun, penggunaan suhu yang tinggi dapat menyebabkan beberapa bahan yang sensitif terhadap panas mengalami kerusakan. Untuk memperkecil resiko kerusakan tersebut maka suhu evaporasi yang digunakan harus rendah.

2. Lama evaporasi

Makin tinggi suhu evaporasi maka penguapan yang terjadi semakin cepat. Semakin lama evaporasi yang terjadi maka semakin banyak zat gizi yang hilang dari bahan pangan. Suhu evaporasi seharusnya dilakukan serendah mungkin dan waktu proses juga dilakukan sesingkat mungkin.

3. Luas permukaan

Dengan lebih luasnya permukaan bahan maka semakin luas pula permukaan bahan pangan yang berhubungan langsung dengan medium pemanasan dan lebih banyak air yang dapat keluar dengan cepat dari bahan makanan sehingga evaporasi semakin cepat.

#### 4. Jenis bahan dan Viskositas cairan

Jenis bahan juga mempengaruhi teknik evaporasi yang digunakan. Makin tinggi viskositas cairan, tingkat sirkulasi akan menurun, sehingga menurunkan koefisien transfer panas. Hal ini akan menghambat proses penguapan.

#### 5. Adanya kerak

Selama proses evaporasi adanya padatan yang tersuspensi dalam cairan akan menimbulkan kerak pada evaporator. Adanya kerak tersebut menyebabkan koefisien transfer panas mengalami penurunan sehingga proses penguapan terhambat.

### 1.10 Spektrofotometri UV-Visible

Spektrofotometri UV-Vis adalah pengukuran panjang gelombang dan intensitas sinar ultraviolet dan cahaya tampak yang diabsorpsi oleh sampel. Sinar ultraviolet dan cahaya tampak memiliki energi yang cukup untuk mempromosikan elektron pada kulit terluar ke tingkat energi yang lebih tinggi. Spektrum UV-Vis mempunyai bentuk yang lebar dan hanya sedikit informasi tentang struktur yang bisa didapatkan dari spektrum ini. Tetapi spektrum ini sangat berguna untuk pengukuran secara kuantitatif (Dachriyanus, 2004).

Prinsip kerja spektrofotometer berdasarkan hukum Lambert Beer adalah bila cahaya monokromatik melalui suatu media, maka sebagian cahaya tersebut diserap, sebagian dipantulkan dan sebagian lagi dipancarkan. Cahaya yang berasal dari lampu deuterium maupun wolfram yang bersifat

polikromatis diteruskan melalui lensa menuju ke monokromator pada spektrofotometer dan filter cahaya pada fotometer. Monokromator kemudian akan mengubah cahaya polikromatis menjadi cahaya monokromatis (tunggal). Berkas-berkas cahaya dengan panjang tertentu kemudian akan dilewatkan pada sampel yang mengandung suatu zat dalam konsentrasi tertentu. Oleh karena itu, terdapat cahaya yang diserap (diabsorpsi) dan ada pula yang dilewatkan. Cahaya yang dilewatkan ini kemudian diterima oleh detektor. Sinyal listrik dari detektor diproses, diubah ke digital dan dilihat hasilnya, perhitungan dilakukan dengan komputer yang sudah terprogram untuk mengetahui cahaya yang diserap oleh sampel. Cahaya yang diserap sebanding dengan konsentrasi zat yang terkandung dalam sampel sehingga akan diketahui konsentrasi zat dalam sampel secara kuantitatif (Clark, 2007).

Sinar ultraviolet mempunyai panjang gelombang antara 200-400 nm, sementara sinar tampak mempunyai panjang gelombang 400-800 nm (Dachriyanus, 2004). Untuk mendapatkan hasil pengukuran yang optimum, setiap komponen dari instrumen yang dipakai harus berfungsi dengan baik. Komponen-komponen spektrofotometri UV-Vis meliputi :

1. Sebagai sumber sinar; lampu deuterium atau lampu hidrogen untuk pengukuran UV dan lampu tungsten digunakan untuk daerah visibel.
2. Monokromator; digunakan untuk mendispersikan sinar ke dalam komponen-komponen panjang gelombangnya yang selanjutnya akan dipilih oleh celah (*slit*). Monokromator berputar sedemikian rupa

sehingga kisaran panjang gelombang dilewatkan pada sampel sebagai *scan* instrumen melewati spektrum.

3. Optik-optik, dapat didesain untuk memecah sumber sinar sehingga sumber sinar melewati dua kompartemen, dan sebagaimana dalam spektrofotometer berkas ganda (*double beam*), suatu larutan blanko dapat digunakan dalam satu kompartemen untuk mengkoreksi pembacaan atau spektrum sampel. Yang paling sering digunakan sebagai blanko dalam spektrofotometri adalah semua pelarut yang digunakan untuk melarutkan sampel atau pereaksi (Rohman, 2007).

### **3.11 Hipotesis Penelitian**

Banyaknya kandungan nutrisi yang baik dan produksi yang tinggi pada ubi jalar putih dapat dibuat suatu tepung modifikasi dengan cara fermentasi menggunakan starter bakteri *Lactobacillus plantarum* yang dapat mempengaruhi kandungan serat, karbohidrat, dan lemak. Hal ini dapat mengurangi ketergantungan impor gandum (sebagai bahan baku tepung terigu).