

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Umum Diabetes Melitus**

##### **2.1.1 Definisi Diabetes Melitus**

Menurut Maritim,dkk (2003) diabetes melitus adalah gangguan metabolisme yang ditandai dengan meningkatnya kadar glukosa dalam darah (*hiperglikemia*) dan kurangnya kerja insulin yang diproduksi oleh pankreas di dalam tubuh. Insulin adalah hormon yang disintesis dalam sel beta pankreas sebagai respons terhadap berbagai rangsangan seperti glukosa, sulfonilurea, dan arginin namun glukosa adalah penentu utama tercetusnya diabetes melitus (Joshi,dkk 2007). Peningkatan jangka panjang kadar glukosa darah dikaitkan dengan komplikasi makro dan mikro vaskular menjadi penyebab penyakit jantung, stroke, kebutaan, dan penyakit ginjal (Loghmani, 2005). Selain hiperglikemia, ada beberapa faktor lain yang berperan besar dalam patogenesis diabetes seperti hiperlipidemia dan stres oksidatif yang menyebabkan risiko komplikasi yang tinggi (Kangralkar,dkk 2010).

##### **2.1.2 Penyebab Diabetes Melitus**

Nurrahmi dan Kurniadi (2015) berpendapat bahwa banyak hal yang dapat menyebabkan timbulnya penyakit kencing manis atau diabetes melitus, antara lain:

1. Gen Diabetes dalam Keluarga

Gen merupakan sel pembawa sifat yang dapat diwariskan orang tua kepada keturunnya. Gen yang dimaksud pun tidak selalu berasal dari orang tua kandung,

tetapi bisa berasal dari kakek, nenek, atau generasi di atasnya. Bahkan meski orang tua terhindar dari diabetes karena gaya hidup yang baik, bukan berarti anaknya bisa terbebas dari faktor risiko terkena diabetes dikemudian hari.

## 2. Insulin dan Gula Darah

Makanan memegang peranan dalam kadar gula darah. Pada proses makan, makanan yang dikonsumsi akan dicerna di dalam saluran cerna dan kemudian akan diubah menjadi suatu bentuk gula yang disebut glukosa, selanjutnya gula akan diserap oleh dinding usus, beredar di dalam aliran darah, dan kemudian akan didistribusikan ke sel-sel tubuh. Inilah alasan terjadi kenaikan kadar glukosa di dalam darah sesudah makan. Sedangkan insulin yang berada dalam hormon yang diproduksi oleh sel beta di pankreas, dimana produksi itu dipengaruhi oleh tingginya kadar gula darah. Makin tinggi gula dalam darah, makin tinggi pula insulin yang akan diproduksi.

## 3. Kegemukan (Obesitas) dan Resistensi Insulin

Pada kegemukan atau obesitas, sel-sel lemak yang menggemuk seperti akan menghasilkan beberapa zat yang digolongkan sebagai adipositokin yang jumlahnya lebih banyak dari pada keadaan tidak gemuk. Zat-zat itulah yang dapat menyebabkan resistensi terhadap insulin. Akibat resistensi insulin itu, gula darah akan kesulitan masuk ke dalam sel sehingga di dalam darah tetap tinggi (hiperglikemi) dan terjadilah diabetes khususnya diabetes tipe 2.

## 4. Asma, KB, dan Diabetes

Pada penderita asma yang mengonsumsi obat asma juga akan memicu terjadinya diabetes, hormon yang digunakan pada obat asma tersebut adalah steroid yang bekerja berlawanan dengan insulin yang menaikkan gula darah.

Steroid dengan dosis tinggi bisa menyebabkan diabetes dan biasanya diabetes akan hilang ketika konsumsi dihentikan. Pil kontrasepsi juga merupakan salah satu obat yang mengandung hormon steroid dengan anti-insulin rendah. Selain beberapa hormon tersebut, obat cair (diuretik) mungkin mempunyai reaksi anti-insulin dan bisa memperburuk diabetes.

### **2.1.3 Faktor Resiko Diabetes Melitus**

Menurut Eryuda dan Soleha (2016) faktor risiko diabetes melitus secara umum antara lain obesitas, hipertensi, riwayat keluarga diabetes melitus, dislipidemia, umur, faktor genetik, alkohol dan rokok. Sedangkan menurut Isnaini dan Ratnasari (2018) faktor risiko penyakit diabetes melitus terbagi menjadi faktor yang berisiko tetapi dapat diubah oleh manusia, dalam hal ini dapat berupa pola makan, pola kebiasaan sehari-hari seperti makan, pola istirahat, pola aktifitas dan pengelolaan stres. Faktor yang kedua adalah faktor yang berisiko tetapi tidak dapat dirubah seperti usia, jenis kelamin serta faktor pasien dengan latar belakang keluarga dengan penyakit diabetes.

### **2.1.4 Patofisiologi Diabetes Melitus**

Patofisiologi diabetes melitus berkaitan dengan kerjasama antara insulin dengan reseptor spesifik. Adanya defisiensi, keduanya atau salah satu dari unsur tersebut, adalah dasar timbulnya diabetes klinis dan merupakan dasar paradigma klasifikasi yang digunakan untuk diabetes melitus. Menurut Ullah,dkk (2015) patogenesis diabetes melitus dibagi menjadi dua yaitu:

#### **1. Patogenesis diabetes melitus Tipe 1**

Diabetes melitus yang tergantung pada insulin terdapat defisiensi sekresi insulin akibat kerusakan autoimun sel beta pankreas yang mengarah ke gangguan

metabolisme. Tahap akhir dari penghancuran sel- $\beta$  merupakan timbulnya penyakit klinis yang mengarah pada diabetes melitus tipe 1 di mana terdapat infiltrasi monosit, limfosit dan campuran pulau pseudoatrofik dengan beberapa sel mensekresi somatostatin, glikogen, dan polipeptida pankreas yang kemudian akibatnya melalui proses imunogenik menginduksi penyakit.

## 2. Patogenesis diabetes melitus tipe 2

Diabetes melitus yang tidak tergantung insulin ada beberapa mekanisme yang rusak dalam menjaga regulasi antara sensitivitas jaringan terhadap insulin yang akibatnya menyebabkan gangguan sekresi insulin oleh sel beta pankreas dan gangguan aksi insulin melalui insulin resistensi. Pada diabetes tipe ini, beberapa kelainan genetik, dan faktor lingkungan tertentu terutama obesitas adalah masing-masing bertanggung jawab atas kerusakan sel beta dan resistensi insulin jaringan perifer.

### 2.1.5 Diagnosis Diabetes Melitus

Menurut Fatimah (2015) keluhan dan gejala yang khas ditambah hasil pemeriksaan glukosa darah sewaktu  $>200$  mg/dl, glukosa darah puasa  $>126$  mg/dl sudah cukup untuk menegakkan diagnosis diabetes melitus. Untuk diagnosis diabetes melitus dan gangguan toleransi glukosa lainnya diperiksa glukosa darah dua jam setelah beban glukosa. Sekurang-kurangnya diperlukan kadar glukosa darah dua kali abnormal untuk konfirmasi diagnosis diabetes melitus pada hari yang lain atau Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO) yang abnormal. Konfirmasi tidak diperlukan pada keadaan khas hiperglikemia dengan dekompensasi metabolik akut, seperti ketoasidosis, berat badan yang menurun cepat.

Ada perbedaan antara uji diagnosis diabetes melitus dan pemeriksaan penyaring. Uji diagnosis dilakukan pada mereka yang menunjukkan gejala diabetes melitus, sedangkan pemeriksaan penyaring bertujuan untuk mengidentifikasi mereka yang tidak bergejala, tetapi punya resiko diabetes melitus (usia > 45 tahun, berat badan lebih, hipertensi, riwayat keluarga diabetes melitus, riwayat abortus berulang, melahirkan bayi > 4000 gr, kolesterol HDL  $\leq$  35 mg/dl, atau trigliserida  $\geq$  250 mg/dl). Uji diagnosis dilakukan pada mereka yang positif uji penyaring. Pemeriksaan penyaring dapat dilakukan melalui pemeriksaan kadar glukosa darah sewaktu atau kadar glukosa darah puasa, kemudian dapat diikuti dengan Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO) standar.

#### **2.1.6 Gejala Klinis Diabetes Melitus**

Menurut Eryuda dan Soleha (2016) gejala diabetes melitus dibedakan menjadi dua macam yaitu:

1. Gejala akut diabetes melitus meliputi poliphagia (banyak makan), polidipsia (banyak minum), poliuria (banyak kencing/sering kencing di malam hari), nafsu makan bertambah namun berat badan turun dengan cepat (5-10 kg dalam waktu 2-4 minggu), mudah lelah.
2. Gejala kroniknya adalah kesemutan, kulit terasa panas atau seperti tertusuk-tusuk jarum, rasa kebas di kulit, kram, kelelahan, mudah mengantuk, pandangan mulai kabur, gigi mudah goyah dan mudah lepas, kemampuan seksual menurun bahkan pada pria bisa terjadi impotensi, pada ibu hamil sering terjadi keguguran atau kematian janin dalam kandungan atau dengan bayi berat lahir lebih dari 4kg.

### 2.1.7 Tipe Diabetes Melitus

Menurut Nabyl (2012), tipe diabetes melitus dibagi menjadi 4, yaitu :

#### 1. Diabetes Melitus Tipe 1

Diabetes Tipe 1 merupakan 5-10 % dari semua kasus diabetes, biasanya ditemukan pada anak atau orang dewasa muda. Pada diabetes jenis ini, pankreas mengalami kerusakan dan tidak ada pembentukan insulin sehingga penderita memerlukan suntikan insulin setiap hari. Gangguan produksi insulin pada tipe 1 umumnya terjadi karena kerusakan sel-sel beta Pulau Langerhans yang disebabkan oleh reaksi autoimun. Namun ada pula yang disebabkan oleh bermacam-macam virus, di antaranya virus Cocksakie, Rubella, CMVirus, Herpes, dan lain-lain.

#### 2. Diabetes Melitus Tipe 2

Diabetes melitus tipe 2 merupakan diabetes yang lebih umum dengan jumlah penderita yang lebih banyak dibandingkan tipe 1. Tipe ini biasanya ditemukan pada orang-orang yang berusia diatas 40 tahun, dengan berat badan berlebih. Obesitas memang bisa menyebabkan tidak bekerjanya insulin secara baik sehingga pemecahan gula terganggu dan meningkatkan kadar gula darah. Etiologi tipe 2 terdiri dari berbagai faktor yang belum sepenuhnya terungkap dengan jelas. Faktor genetik dan pengaruh lingkungan cukup besar dalam penyebab terjadinya tipe 2, antara lain obesitas, diet tinggi lemak dan rendah serat, serta kurang gerak badan.

#### 3. Diabetes Gestasional

Diabetes melitus gestasional adalah kehamilan normal yang disertai peningkatan resistensi insulin (ibu hamil gagal mempertahankan euglycemia).

Faktor risiko diabetes gestasioanl antara lain riwayat keluarga, obesitas, dan glikosuria. Diabetes ini didapatkan pada 2-5 persen ibu hamil. Biasanya gula darah kembali normal bila sudah melahirkan, namun risiko ibu untuk mendapatkan diabetes tipe 2 dikemudian hari cukup besar.

#### 4. Diabetes Melitus yang lain

Diabetes ini timbul akibat penyakit lain yang mengakibatkan gula darah meningkat, misalnya infeksi berat, pemakaian obat kortikosteroid, dan lain-lain. Dalam diabetes ini individu mengalami hiperglikemia akibat kelainan spesifik (kelainan genetik fungsi sel beta), endokrinopati (penyakit akromegali), penggunaan obat yang mengganggu fungsi sel beta (dilantin), penggunaan obat yang mengganggu kerja insulin (b-adrenergik), dan infeksi atau sindroma genetik.

## 2.2 Tinjauan Umum Glukosa Darah

### 2.2.1 Definisi Gukosa Darah

Glukosa merupakan salah satu bentuk hasil metabolisme karbohidrat yang berfungsi sebagai sumber energi utama yang dikontrol oleh insulin. Kelebihan glukosa diubah menjadi glikogen yang akan disimpan di dalam hati dan otot untuk cadangan jika diperlukan. Peningkatan kadar glukosa darah terjadi pada penderita Toleransi Glukosa Terganggu (TGT), Gula Darah Puasa Terganggu (GDPT) dan Diabetes Mellitus (Auliya,dkk 2016). Menurut Wiatma dan Amin (2019) kadar glukosa darah dipengaruhi oleh faktor eksogen dan endogen. Faktor eksogen yaitu jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi serta aktivitas yang dilakukan. Sedangkan faktor endogen antara lain *humoral factor* seperti glukagon, kortisol dan insulin.

### 2.2.2 Kadar Glukosa Darah

Kadar gula darah adalah istilah yang mengacu kepada tingkat gula darah di dalam darah. Konsentrasi gula darah, atau tingkat glukosa serum, diatur dengan ketat di dalam tubuh. Menurut Yosmar,dkk (2018) seseorang dikatakan menderita diabetes melitus atau kencing manis apabila pada pemeriksaan darah dari pembuluh darah halus (kapiler) glukosa darah lebih dari 120 mg/dL, pada keadaan puasa lebih dari 200 mg/dL untuk 2 jam setelah makan. Bila yang diambil darah dari pembuluh balik (vena) maka kadar glukosa puasa lebih dari 140 mg/dL atau 200 mg/dL untuk 2 jam setelah makan. Glukosa darah yang kurang dari 120 atau 140 mg/dL pada keadaan puasa namun antara 140–200 mg/dL pada 2 jam setelah makan disebut sebagai Toleransi Glukosa Terganggu (TGT) yang tidak memerlukan pengobatan tapi tetap memerlukan pemantauan secara berkala.

Menurut Putra, dkk. (2015) tubuh mempertahankan kadar glukosa dalam darah yang konstan, yaitu sekitar 80-100 mg/dL bagi dewasa dan 80-90 mg/dL bagi anak, walaupun pasokan makanan dan kebutuhan jaringan berubah-ubah sewaktu kita tidur, makan, dan bekerja, proses ini disebut homeostasis glukosa. Kadar glukosa yang rendah yaitu hipoglikemia, dapat dicegah dengan pelepasan glukosa dari simpanan glikogen hati yang besar melalui jalur glikogenolisis dan sintesis glukosa dari laktat, gliserol, dan asam amino di hati melalui jalur glukoneogenesis dan melalui pelepasan asam lemak dari simpanan jaringan adiposa apabila pasokan glukosa tidak mencukupi. Kadar glukosa darah yang tinggi yaitu hiperglikemia dicegah oleh perubahan glukosa menjadi glikogen dan perubahan glukosa menjadi triasilgliserol di jaringan adiposa. Keseimbangan

antar jaringan dalam menggunakan dan menyimpan glukosa selama puasa dan makan terutama dilakukan melalui kerja hormon homeostasis metabolik yaitu insulin dan glukagon.

### **2.2.3 Metabolisme Glukosa Darah**

Tandra (2013) berpendapat bahwa glukosa merupakan sumber energi utama bagi sel tubuh di otot dan jaringan. Agar glukosa dapat melakukan fungsinya, butuh insulin. Hormon insulin ini diproduksi oleh sel beta dalam kelenjar pankreas. Tiap kali makan pankreas memberi respon dengan mengeluarkan insulin ke dalam aliran darah. Ibarat kunci, insulin membuka pintu sel agar glukosa masuk sehingga kadar glukosa dalam darah menjadi turun. Pada saat kadar insulin meningkat seiring dengan makanan yang masuk ke dalam tubuh, hati akan menimbun glukosa, yang nantinya akan dialirkan menuju sel-sel tubuh bilamana dibutuhkan. Ketika seseorang lapar atau tidak makan, insulin dalam darah menjadi rendah, timbunan gula dalam hati (glikogen) akan diubah menjadi glukosa kembali dan dikeluarkan ke aliran darah menuju sel-sel tubuh.

Dalam pankreas juga ada sel alfa yang memproduksi hormon glukagon. Bila kadar glukosa darah rendah, glukagon akan bekerja merangsang sel hati memecah glikogen menjadi glukosa. Tubuh masih mempunyai hormon-hormon lain yang fungsinya berlawanan dengan insulin, yaitu glukagon, epinefrin atau adrenalin, dan kortisol atau hormon steroid. Hormon-hormon ini memicu hati mengeluarkan glukosa sehingga glukosa darah dapat naik. Keseimbangan hormon-hormon dalam tubuh akan mempertahankan gula darah seseorang tetap dalam batas normal.

Pada penderita diabetes, ada gangguan keseimbangan antara transportasi glukosa ke dalam sel, glukosa yang disimpan di hati, dan glukosa yang dikeluarkan dari hati. Akibatnya, kadar glukosa dalam darah meningkat dan kelebihan ini akan keluar melalui urin sehingga jumlah urin banyak dan mengandung gula. Penyebab keadaan ini ada dua yaitu pankreas tidak mampu lagi membuat insulin dan sel tubuh tidak memberi respon pada kerja insulin sebagai kunci membuka pintu sel sehingga glukosa tidak dapat masuk sel. Bila tubuh seseorang gemuk kebanyakan lemak, banyak hormon dari lemak yang bersifat menghalangi kinerja insulin sehingga insulin tidak dapat berfungsi dengan baik dan gula darah pun menjadi sukar diturunkan. Itulah sebabnya mengapa gula darah pada orang gemuk biasanya tinggi.

#### **2.2.4 Metode Pemeriksaan Glukosa**

Metode pemeriksaan glukosa dibagi menjadi enam, yaitu :

1. Metode Folin

Filtrat darah bebas protein dipanaskan dengan larutan  $\text{CuSO}_4$  alkali. Endapan  $\text{CuO}$  yang dibentuk glukosa akan larut dengan penambahan larutan fosfat molibdat. Larutan ini dibandingkan secara kolorimetri dengan larutan standart glukosa (Galih, 2013).

2. Metode Samogyl-Nelson

Filtart mereduksi  $\text{Cu}$  dalam larutan alkali panas dan  $\text{Cu}$  direduksi kembali oleh arseno molibdat membentuk kompleks warna ungu (Galih, 2013).

### 3. Metode Ortho-Toluidin

Hydrogen jika dicampur dengan ortho-toluidin dalam larutan asam kuat yang panas akan menghasilkan warna hijau yang dapat ditentukan kadarnya secara fotometrik (Galih, 2013).

### 4. Metode Glukosa-Peroksidase

Hydrogen peroksidase akan bereaksi dengan oksigen aseptor. Orthodianiside, phenyl aminophenazone atau chromogenik oksigen aseptor, dimana didalam reaksi oleh peroksidase akan membentuk warna (Galih, 2013).

### 5. Metode Glukosa-Oksidase

GOD-PAP merupakan reaksi kolorimetri enzimatik untuk pengukuran pada daerah cahaya yang terlihat oleh mata.

Prinsip :

Glukosa dioksidasi (GOD) menjadi D-glukonat oleh glukosa oksidase bersama dengan hydrogen peroksidase. Adanya peroksidase, campuran fenol, dan 4-aminoantipirin akan dioksidasi oleh hydrogen peroksidase menghasilkan warna merah quinoneimina yang sebanding dengan konsentrasi glukosa dalam sample (Anonim, 2017).

### 6. Metode POCT Enzimatik

POCT (Point of Care Testing) Enzimatik adalah metode pemeriksaan yang hasilnya dapat diketahui sesegera mungkin dalam membantu menentukan tindakan selanjutnya bagi pasien. Salah satu contohnya ialah menggunakan alat glukosameter

Prinsip : Darah diserap ke dalam strip tes, kemudian mengalir ke arah tes dan bercampur dengan reagen untuk memulai proses pengukuran. Enzim *glucose*

*dehydrogenase* dan koenzim dalam strip tes mengkonversi glukosa dalam sampel darah menjadi glukonolakton. Reaksi tersebut menghasilkan listrik DC yang tidak berbahaya sehingga meter mampu mengukur gula darah (klinik, 2018).

### **2.2.5 Pemeriksaan Glukosa Darah**

Pemeriksaan glukosa darah menurut Lamaka (2017) dibagi menjadi lima, yaitu :

#### **1. Tes Gula Darah Sewaktu (GDS)**

Tes ini berfungsi untuk mengukur kadar gula darah kapan saja dan dimana saja sebelum atau sesudah makan. Tes GDS dilakukan secara acak dalam satu hari karena kadar glukosa darah bisa saja berubah setiap waktu pada penderita diabetes. Berbeda dengan orang sehat yang mempunyai kadar gula darah tidak mudah berubah dalam satu hari.

#### **2. Tes Gula Darah 2 Jam Post Parandial (GD2PP)**

Tes ini dilakukan 2 jam setelah selesai makan. Tes ini berfungsi untuk mengetahui apakah seseorang dengan diabetes sudah tepat dengan pola makannya. Jika hasilnya tinggi, kemungkinan makanan yang dimakan sebelumnya mengandung jumlah gula atau karbohidrat yang banyak, dan sebaliknya. Tes ini kurang tepat untuk mendiagnosis telah menderita diabetes atau tidak.

#### **3. Tes Gula Darah Puasa (GDP)**

Tes ini dilakukan setelah berpuasa selama 8 jam. Biasanya disarankan untuk puasa pada malam hari dan pagi harinya melakukan tes GDP ini. Tes GDP sering digunakan sebagai tes pertama untuk mengetahui menderita prediabetes atau diabetes.

#### 4. Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO)

Tes ini bisa dilakukan setelah meminum cairan manis yang mengandung gula. Tes ini biasanya digunakan untuk mendiagnosis diabetes yang terjadi selama kehamilan (diabetes gestasional). Tes ini juga bisa dilakukan selama hamil jika wanita memiliki kadar gula darah tinggi selama kehamilan. TTGO juga bisa digunakan untuk mendiagnosis prediabetes atau diabetes pada orang sehat.

#### 5. Hemoglobin A1c (HbA1c)

Tes ini mengukur seberapa banyak glukosa yang menempel pada sel darah merah. Tes HbA1c biasanya dilakukan pada penderita diabetes untuk mengetahui seberapa baik dapat mengontrol penyakitnya dalam dua sampai tiga bulan terakhir.

### **2.3 Tinjauan Umum Pisang Batu**

#### **2.3.1 Klasifikasi Ilmiah Pisang Batu**

Pisang merupakan salah satu buah yang tumbuh subur di kawasan Indonesia. Tanaman ini tidak memiliki musim sehingga dapat berbuah sepanjang musim, memiliki jenis yang beraneka ragam dan tanaman ini mudah tumbuh. Salah satu jenis pisang yang tumbuh di Indonesia adalah pisang batu (Alkhadiri, 2018). Seperti jenis pisang yang lain pisang ini juga mengandung zat gizi yang relatif banyak, seperti karbohidrat, protein, lemak, kalsium, fosfor, besi, vitamin B dan vitamin C. Dibandingkan dengan jenis pisang yang lain, pisang batu kurang dimanfaatkan, karena bijinya yang banyak dan mengganggu proses pengunyahan di mulut, meskipun dari segi kemanisan lebih tinggi (Tambah, 2011).

Tak berbeda dengan buah pisang batu, jantung pisang batu seringkali hanya dibuang begitu saja, padahal jantung pisang memiliki nilai gizi yang dapat dimanfaatkan oleh manusia. Komposisi nilai gizi dari setiap jantung pisang berbeda-beda, hal ini dikarenakan jenis dan tempat pertumbuhannya berbeda-beda pula. Komposisi gizi jantung pisang disajikan pada Tabel 2.3

**Tabel 2.3 Komposisi gizi dari beberapa jantung pisang (per 100 gram)**

Jenis Jantung Pisang	Protein (Gram)	Lemak (Gram)	Karbohidrat (Gram)	Mineral			Vitamin		
				Ca (mg)	Fe (mg)	P (mg)	A (SI)	B (mg)	C (mg)
Raja	1,38	0,43	8,65	4,00	0,20	60	160	0,04	8,00
Susu	1,32	0,32	7,72	4,00	0,30	40	150	0,05	10,00
Kepok	1,26	0,35	8,31	6,00	0,40	50	140	0,06	9,00
Klutuk	2,10	0,46	6,24	8,00	0,70	60	170	0,03	7,00
Lilin	1,02	0,38	7,50	3,00	0,10	30	165	0,04	8,00

**Sumber : Rachmad (2013)**

Jantung pisang kaya akan protein, lemak, karbohidrat, kalsium, besi, fosfor, vitamin A, B dan vitamin C. Semua komponen gizi yang terdapat pada jantung pisang sangat bermanfaat bagi tubuh manusia. Jantung pisang klutuk atau yang lebih dikenal dengan jantung pisang batu merupakan jenis jantung pisang yang memiliki nilai gizi tertinggi jika dibandingkan dengan jantung pisang lainnya. Jantung pisang batu memiliki warna seludang merah hati sehingga jantung pisang batu dapat dibedakan dari jantung pisang lainnya.

Klasifikasi dari pisang klutuk menurut Borborah,dkk (2016) adalah sebagai berikut :

Kerajaan : Plantae  
 Divisi : Angiospermae  
 Kelas : Scitaminae  
 Bangsa : Zingiberales  
 Suku : Musaceae  
 Marga : *Musa*  
 Jenis : *Musa balbisiana Colla*  
 Nama lokal : Pisang batu, pisang klutuk.



**Gambar 2.3 Jantung Pisang Batu (*Musa balbisiana Colla*)  
(Rusyana, 2011)**

### **2.3.2 Morfologi Jantung Pisang Batu**

Tanaman pisang batu memiliki ciri-ciri pertumbuhan yaitu bersemak, berumpun, tinggi tanaman 3 meter dengan lingkaran batang 60-70 cm, memiliki batang semu, berpelepah, berwarna hijau dengan atau tanpa coklat kehitaman, memiliki daun tunggal yang panjangnya 60-200cm, bentuk lanset memanjang, mudah koyak, pada permukaan bawah daun berlilin, tandan buah mencapai panjang 80-100 cm, jantung berbentuk bulat telur memiliki daun pelindung (kelopak luar) berwarna ungu dan sebelah berwarna merah, mudah rontok, mahkota bunga segitiga berwarna putih kekuningan. Buah bulat memanjang tersusun seperti sisir dua baris, berwarna hijau. Biji kecil bulat dan hitam, Daging buah putih atau kekuning-kuningan, rasa kurang manis dan tekstur agak kasar (Rachmat,dkk 2013).

Menurut Satuhu dan Supriyadi (2004), bunga jantung pisang berkelamin satu dan berumah satu dalam tandan. Daun penumpu bunga berjejal rapat dan tersusun secara spiral. Daun pelindung bunga atau seludang yang berada di luar berwarna merah tua dan di dalam berwarna putih kekuningan, daun pelindung berlilin dan mudah rontok dengan panjang 10-25 cm. Bunga tersusun dalam dua baris melintang. Rangkaian bunga pada pangkal merupakan bunga betina dan bisa

menjadi buah. Rangkaian bunga bagian tengah merupakan bunga sempurna dan dapat menjadi buah. Sedangkan bunga yang berada di bagian pucuk adalah bunga jantan dan tidak bisa menjadi buah. Bunga betina berada di bawah bunga jantan (jika ada). Lima daun tenda bunga melekat sampai tinggi, panjangnya 6-7 cm. Benang sari 5 buah pada bunga betina tidak sempurna, bakal buah persegi, sedangkan pada bunga jantan tidak ada benang sari (Rusmianto, 2007).

Menurut Rachmad,dkk (2013), jantung pisang terdiri dari empat rasa. Keempat rasa tersebut yaitu :

1. Rasa gurih dan hambar, terdapat pada jantung pisang kepok, jantung pisang batu (klutuk), dan jantung pisang hutan.
2. Rasa asam, terdapat pada jantung pisang marlin, jantung pisang kole dan jantung pisang muli.

### **2.3.3 Kandungan Kimia Jantung Pisang Batu**

Pada umumnya jantung pisang mengandung gizi yaitu protein, lemak, karbohidrat, kalsium, besi, fosfor, vitamin A, vitamin B dan vitamin C (Rachmat,dkk 2013). Uji fitokimia yang dilakukan Rachmat, dkk. (2013) pada jantung pisang batu (*Musa balbisiana Colla*) mengandung senyawa flavonoid, steroid, tanin, polifenol, dan antioksidan yang sangat tinggi. Menurut Eryuda dan Soleha (2016) flavonoid berperan secara signifikan meningkatkan aktifitas enzim antioksidan dan mampu meregenerasi sel  $\beta$  pankreas yang rusak sehingga defisiensi insulin dapat diatasi. Tanin yang berfungsi sebagai penghambat  $\alpha$ -glukosidase yang bermanfaat untuk menunda absorpsi glukosa setelah makan sehingga menghambat kondisi hiperglikemia postprandial. Dan antioksidan yang dapat menekan apoptosis sel beta tanpa mengubah proliferasi dari sel beta

pankreas, serta mengikat radikal bebas, sehingga dapat mengurangi resistensi insulin.

#### **2.3.4 Manfaat Jantung Pisang Batu**

Menurut Novitasari,dkk (2013) jantung pisang mempunyai indeks glikemik yang rendah sehingga aman dikonsumsi oleh penderita diabetes. Selain itu jantung pisang juga memberikan efek kenyang yang lebih lama dibandingkan dengan nasi dan berkhasiat untuk melancarkan pencernaan manusia (Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Barat, 2014). Jantung pisang batu (*Musa balbisiana Colla*) juga sering dimanfaatkan oleh masyarakat, seperti menyembuhkan luka lecet pada kaki, digunakan untuk membuat sayur karena kandungan protein dan vitamin, serta dimakan untuk memperlancar dan memperbanyak produksi ASI (Wahyuni, dkk 2012).

#### **2.3.5 Kreteria Pemilihan Jantung Pisang**

Menurut Dwi (2019) selain buah pisang, bagian lain dari pohon pisang juga sering digunakan untuk diolah seperti jantung pisang. Dalam mengolah jantung pisang sering kali seseorang mengalami kendala yaitu karena getah maupun menghitam saat diolah sehingga hasilnya akan pahit serta sepat. Untuk menghindari hal tersebut, berikut ini adalah kreteria pemilihan jantung pisang yang tepat agar dapat digunakan :

##### **1. Pilih Jantung Pisang Batu**

Jantung pisang batu memiliki rasa yang tidak terlalu sepat karena getahnya tidak terlalu pekat. Ciri-ciri jantung pisang batu memiliki bentuk yang besar membulat tidak panjang ramping serta warnanya yang merah tua cerah.

## 2. Pilih Jantung Pisang Yang Tua

Jantung pisang yang tua sudah banyak mengeluarkan pisang. Sehingga bagian jantungnya lebih tidak sepat rasanya.

## 3. Pilih bagian dalam jantung pisang

Untuk menghindari terkenanya kotoran dibagian pelepah luar jantung pisang, maka pengupasan dilakukan sebanyak 3-4 kali kulit atau pelepah luar jantung pisang batu.

## 4. Pilih berat jantung pisang yang sesuai

Berat jantung pisang yang bisa dimanfaatkan minimal 200 gram, sehingga dapat memperoleh bagian dalam dari jantung pisang lebih banyak.

## **2.4 Peran Kandungan Jantung Pisang Batu Terhadap Kadar Glukosa Darah**

Seperti yang sudah dijelaskan sub bab sebelumnya, bahwasannya pada jantung pisang batu mempunyai indeks glikemik yang rendah sehingga aman dikonsumsi oleh penderita diabetes (Novitasari,dkk 2013). Serta pada uji fitokimia yang dilakukan Rachmat,dkk. (2013) pada jantung pisang batu (*Musa balbisiana Colla*) mengandung senyawa flavonoid, steroid, tanin, polifenol, dan antioksidan yang sangat tinggi. Berikut ini akan dipaparkan lebih lanjut mengenai manfaat kandungan fitokimia yang terdapat pada jantung pisang batu (*Musa balbisiana Colla*) :

### 1. Flavonoid

Menurut pendapat Gafur,dkk (2014) flavonoid adalah suatu kelompok senyawa fenol yang terbesar ditemukan di alam. Senyawa-senyawa ini merupakan

zat warna merah, ungu, dan biru, dan sebagian zat warna kuning yang ditemukan dalam tumbuh-tumbuhan. Flavonoid merupakan salah satu metabolit sekunder yang terdapat pada tumbuhan. Senyawa ini dapat digunakan sebagai anti mikroba, obat infeksi pada luka, anti jamur, anti virus, anti kanker, dan anti tumor. Selain itu flavonoid juga dapat digunakan sebagai anti bakteri, anti alergi, sitotoksik, dan anti hipertensi.

Berdasarkan penelitian pada hewan coba, dan beberapa penelitian *in vivo* yang dilakukan oleh Testa,dkk (2016), memberikan bukti yang semakin kuat bahwa sejumlah besar flavonoid memiliki tindakan bermanfaat untuk memerangi komplikasi diabetes.

## 2. Tanin

Tanin adalah sejenis kandungan tanaman bersifat fenol yang memiliki rasa sepat. Tanin ini larut, setidaknya sampai batas tertentu, dalam pelarut organik yang polar, tetapi tidak larut dalam pelarut organik non polar seperti benzena. Kadar tanin yang tinggi mungkin mempunyai arti pertahanan bagi tanaman yaitu untuk membantu mengusir hewan pemangsa tanaman. Beberapa tanin terbukti mempunyai aktivitas antioksidan, menghambat pertumbuhan tumor, dan menghambat enzim seperti reverse transkriptase dan DNA topoisomerase (Puspita, 2010).

Menurut pendapat Kumari M. dan Jain S. (2012) senyawa tanin banyak terdapat dalam tanaman misalnya buah-buahan, sayuran hijau, coklat, anggur merah, dan biji-bijian seperti sorgum dan kacang-kacangan. Berdasarkan beberapa penelitian yang menggunakan tikus diabetes sebagai hewan uji coba, tanin berperan sebagai agen anti-hiperglikemik, karena tanin bertugas sebagai mediator

dalam mengaktifkan insulin, seperti PI3K (Phosphoinositide 3-Kinase) dan p38 MAPK (Mitogen-Activated Protein Kinase) dan GLUT-4.

### 3. Antioksidan

Antioksidan adalah suatu senyawa yang dapat menyerap atau menetralkan radikal bebas sehingga mampu mencegah penyakit-penyakit degeneratif seperti kardiovaskuler, karsinogenesis, dan penyakit lainnya. Senyawa antioksidan merupakan substansi yang diperlukan tubuh untuk menetralkan radikal bebas dan mencegah kerusakan yang ditimbulkan oleh radikal bebas terhadap sel normal, protein, dan lemak. Senyawa ini memiliki struktur molekul yang dapat memberikan elektronnya kepada molekul radikal bebas tanpa terganggu sama sekali fungsinya dan dapat memutus reaksi berantai dari radikal bebas (Parwata, 2016).

Berdasarkan hal tersebut, biasanya pada penyakit diabetes melitus (hiperglikemi) mendorong oksidasi glukosa secara otomatis untuk membentuk radikal bebas. Radikal bebas ini sebagian besar merupakan hasil metabolisme sel normal di dalam tubuh dan sebagian kecil merupakan paparan dari zat-zat lain atau radikal-radikal dari luar tubuh yang dapat menyebabkan terjadinya inflamasi atau peradangan (Parwata, 2016). Dalam hal ini antioksidan seperti N-asetilsistein, vitamin C, dan asam  $\alpha$ -lipoat efektif dalam mengurangi komplikasi diabetes akibat radikal bebas (Bajaj S. dan Khan A. 2012).

### 4. Polifenol

Polifenol (*polyphenol*) adalah senyawa kimia yang terkandung di dalam tumbuhan. Polifenol ini berperan melindungi sel tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas dengan cara mengikat radikal bebas sehingga mencegah proses

inflamasi dan peradangan pada sel tubuh. Polifenol juga berfungsi sebagai penghambat radikal bebas dan pengkelat dari ion-ion logam yang mampu mengkatalisa peroksidasi lemak (Prasetyo, 2015). Terkait dengan sifat biologisnya, polifenol merupakan nutraceutical (senyawa kimia bioaktif alami) yang bermanfaat dalam perawatan tambahan untuk berbagai aspek diabetes melitus. Berdasarkan percobaan pada hewan in vitro dan beberapa penelitian pada manusia, polifenol dapat berperan dalam banyak proses metabolisme. Polifenol dapat mengubah metabolisme karbohidrat dan lipid, melemahkan hiperglikemia, dislipidemia dan resistensi insulin, meningkatkan metabolisme jaringan adiposa, dan mengurangi stres oksidatif (Testa,dkk 2016).

## **2.5 Tinjauan Umum Mencit**

### **2.5.1 Biologi Mencit**

Mencit termasuk dalam genus mus, sub famili murinae, famili muridae, order rodentia. Mencit yang sudah dipelihara di laboratorium sebenarnya masih satu famili dengan mencit liar, sedangkan mencit yang sering dipakai untuk penelitian biomedis adalah *Mus musculus* L. berbeda dengan hewan lainnya, mencit tidak memiliki kelenjar keringat. Pada umur empat minggu berat badannya mencapai 18-20 gram. Jantung terdiri dari empat ruang dengan dinding atrium yang tipis dan dinding ventrikel yang lebih tebal.

### **2.5.2 Klasifikasi Mencit**

Akbar (2010) menyatakan bahwa taksonomi mencit dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kerajaan : Animalia  
Phylum : Chordata

Sub phylum : Vertebrata  
Kelas : Mamalia  
Bangsa : Rodentia  
Suku : Muridae  
Marga : *Mus*  
Jenis : *Mus musculus L*



**Gambar 2.5 Mencit (*Mus musculus*)  
Dokumentasi Pribadi (2019)**

### **2.5.3 Morfologi Mencit**

*Mus musculus* atau yang dikenal dengan nama lain mencit, telah banyak digunakan sebagai organisme model di laboratorium merupakan anggota dari subfilum vertebrata dan kelas mamalia. Mencit telah diketahui memiliki kemiripan secara genomik dan fisiologis dengan manusia sehingga digunakan sebagai objek uji coba sebelum dilakukan pada manusia untuk minimalisasi resiko (Adha dan Hanifa, 2016)

Menurut Aspinall dan Cappello (2015) jika diukur tanpa ekor panjang mencit berukuran dari 6 - 8 cm dan memiliki berat 20-40 gram. Anatomi eksternal mencit berupa kepala yang kecil dengan kumis yang berfungsi untuk sensor di dalam kegelapan. Mencit memiliki pengelihatannya yang lemah serta fotofobik. Ekor mencit hampir tidak memiliki rambut dan ditutupi oleh sisik yang dapat terlihat dengan mata telanjang. Seluruh tubuhnya ditutupi oleh rambut dan memiliki empat kaki dengan lima jari bercakar pada tiap kakinya.

Anatomi internal mencit tidak berbeda jauh dengan mamalia pada umumnya, yang membedakan mencit anggota *eutheria*, dengan mamalia dari kelompok lain adalah tipe uterusnya. Uterus pada mencit bercabang pada serviksnya menjadi dua bagian seperti tanduk (horned) yang dikenal dengan tipe duplex. Struktur uterus duplex memberi kemampuan pada mencit untuk melahirkan keturunan lebih banyak daripada mamalia lainnya dalam satu kali kelahiran (Feldhamer, 2007).

#### **2.5.4 Pemilihan Mencit Untuk Percobaan**

Menurut Syakirby (2017) mencit dipilih menjadi subjek penelitian sebagai bentuk relevansinya pada manusia. Walaupun mencit mempunyai struktur fisik dan anatomi yang jelas berbeda dengan manusia, tetapi mencit adalah hewan mamalia yang hampir menyerupai manusia. Disamping itu, mencit mudah dipelihara, tidak memerlukan tempat luas, mempunyai jarak gestasi yang pendek untuk berkembangbiak.

Mencit atau *Mus musculus* ini memiliki karakter yang lebih aktif pada malam hari dari pada siang hari, diantara spesies hewan lainnya, mencit yang paling banyak digunakan untuk tujuan penelitian medis (60-80%) karena murah dan mudah berkembang biak (Kusumawati, 2004). Dalam data biologis mencit yang bersumber dari Akbar (2010) mencit (*Mus musculus L.*) memiliki ciri-ciri berupa bentuk tubuh kecil, berwarna putih, memiliki siklus estrus teratur yaitu 4-5 hari. Kondisi ruang untuk pemeliharaan mencit (*Mus musculus L.*) harus senantiasa bersih, kering dan jauh dari kebisingan. Suhu ruang pemeliharaan juga harus dijaga kisarannya antara 18-19°C serta kelembaban udara antara 30-70%. Mencit betina dewasa dengan umur 35-60 hari memiliki berat badan 18-35 g.

Lama hidupnya 1-2 tahun, dapat mencapai 3 tahun. Masa reproduksi mencit betina berlangsung 1,5 tahun. Mencit betina ataupun jantan dapat dikawinkan pada umur 8 minggu. Lama kebuntingan 19-20 hari. Jumlah anak mencit rata-rata 6-15 ekor dengan berat lahir antara 0,5-1,5 g. Mencit sering digunakan dalam penelitian dengan pertimbangan hewan tersebut memiliki beberapa keuntungan yaitu daur estrusnya teratur dan dapat dideteksi, periode kebuntingannya relatif singkat, dan mempunyai anak yang banyak serta terdapat keselarasan pertumbuhan dengan kondisi manusia.

## **2.6 Hipotesis**

Ada pengaruh pemberian perasan jantung pisang batu (*Musa balbisiana Colla*) terhadap kadar glukosa darah pada mencit (*Mus musculus*).