

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Tentang Buah Naga Merah

##### 2.1.1 Klasifikasi Ilmiah

Buah naga termasuk kelompok tanaman kaktus atau famili *Cacteaceae* dan subfamili *Hylocereanaea*, genus *Hylocereus*. Empat diantaranya jenis buah naga, yaitu buah naga daging putih (*Hylocereus Undatus*), buah naga daging merah (*Hylocereus Polyrhizus*), buah naga daging super merah (*Hylocereus Costaricensis*) dan buah naga kulit daging putih (*selenecerius megalanthus*). Dari keempat jenis buah naga tersebut, buah naga merah paling banyak digemari dan diminati. Selain bentuk dan ukurannya yang lebih besar dari tiga jenis buah naga lainnya (*Taiwan Food Industry Develop & Research Authorities, 2009*).



**Tabel 2.1: Buah Naga merah (*Hylocereus Polyrhizus*)**  
**Sumber : <http://hazila.blogspot.com>**

Taksonomi Buah Naga Merah diklasifikasikan sebagai berikut (Daniel Kristanto, 2008)

|              |                                |
|--------------|--------------------------------|
| Kingdom      | : <i>Plantae</i>               |
| Subkingdom   | : <i>Tracheobionta</i>         |
| Superdivisio | : <i>Spermatophyta</i>         |
| Divisio      | : <i>Magnoliophyta</i>         |
| Kelas        | : <i>Magnoliopsida</i>         |
| Subkelas     | : <i>Hamamelidae</i>           |
| Ordo         | : <i>Caryophyllales</i>        |
| Famili       | : <i>Cactaceae</i>             |
| Genus        | : <i>Hylocereus</i>            |
| Spesies      | : <i>Hylocereus polyrhizus</i> |

### 2.1.2 Morfologi Buah Naga Merah

Secara morfologis, tanaman buah naga termasuk tanaman tidak lengkap karena tidak memiliki daun. Untuk beradaptasi dengan lingkungan gurun, tanaman buah naga memiliki duri di sepanjang batang dan cabangnya guna mengurangi penguapan. Tanaman buah naga merupakan tanaman memanjat dan bersifat epifit. Di habitat aslinya. Meskipun akarnya yang di dalam tanah dicabut, tanaman buah naga masih bisa bertahan hidup karena terdapat akar yang tumbuh di batang. Akar aerial (akar udara) tersebut mampu menyerap cadangan makanan dari udara. Berikut ini penjelasan lebih lanjut morfologi tanaman buah naga dari akar, batang dan cabang, bunga, buah, serta biji (Kristanto D, 2008)

#### 1. Akar

Akar buah naga umumnya dangkal, berkisar 20-30 cm. Namun, menjelang produksi buah, biasanya akar bisa mencapai kedalaman 50-60 cm, mengikuti perpanjangan batang berwarna cokelat yang tertanam di dalam tanah. Dengan mengetahui daerah akar buah naga maka pemupukan dapat dilakukan sesuai sasaran.

Buah naga mampu bertahan di daerah kering karena kemampuan akar beradaptasi dengan baik pada kondisi kekeringan (kurang air). Namun, akar tanaman buah naga umumnya tidak tahan terhadap genangan air dalam jangka waktu yang lama. Jika tergenang akar tanaman buah naga akan membusuk. Selain akar yang terdapat di dalam tanah, tanaman buah naga juga memiliki akar yang tumbuh di batang. Akar tersebut biasa disebut akar aerial (akar udara). Akar ini bersifat epifit yang berfungsi untuk menempel dan merambat pada tanaman lain. Jadi, meskipun akar dicabut dari tanah, tanaman tetap bisa hidup dengan cara menyerap makanan dan air dari akar udara yang tumbuh pada batang. Umumnya, tanaman buah naga menghendaki pH tanah yang normal (pH 6-7). Pada pH tersebut, tanaman akan tumbuh subur dan mampu berproduksi dengan baik. Beberapa literatur menyebutkan bahwa akar tanaman buah naga peka terhadap kemasaman tanah ( $\text{pH} < 5$ ). Apabila pH tanah di bawah 5 (macam), akar tanaman menjadi pendek dan rusak. Akibatnya, pertumbuhan tanaman menjadi lambat dan kerdil. Namun demikian, ternyata buah naga yang ditanam di lahan gambut dengan pH 3,5-5,5 juga mampu berproduksi dengan baik.

## **2. Batang dan cabang**

Batang buah naga berwarna hijau kebiru-biruan atau kehitaman. Batang tersebut berbentuk segitiga dan sukulen (banyak mengandung lendir). Pada jenis tertentu, seperti *Hylocereus polyrhizus*, bila sudah dewasa batang dilapisi oleh lendir. Dari batang tersebut, akan tumbuh cabang yang bentuk dan warnanya sama dengan batang. Cabang tersebut berfungsi sebagai "daun" untuk proses fotosintesis. Fotosintesis berperan untuk menghasilkan fotosiotat (cadangan makanan) yang

penting selama pertumbuhan dan perkembangan tanaman buah naga. Pada batang dan cabang tanaman, tumbuh duri-duri yang pendek dan keras. Duri tersebut terletak pada tepi sudut batang maupun cabang dan terdiri 4-5 buah duri pada setiap titik tumbuh.

### **3. Bunga**

Sekilas bunga mirip dengan kulit buah nanas. Seluruh permukaan bunga tertutup oleh mahkota yang bersisik. Bentuknya corong memanjang, berukuran sekitar 30 cm. Kelopak bunga berwarna hijau. Jika kelopak bunga berwarna merah, pertanda bahwa bunga tidak akan menjadi buah. Selang beberapa hari akan terlihat mahkota bunga yang berwarna putih di dalam kelopak bunga tersebut. Bunga akan mekar pada sore hari dan akan mekar sempurna pada malam hari sekitar pukul 22.00 (*night blooming cereus*). Saat mekar, mahkota bunga bagian dalam berwarna putih bersih. Di dalamnya terdapat benang sari berwarna kuning dan akan mengeluarkan aroma harum. Sementara di bagian tengahnya terdapat tangkai dan kepala putik. Keesokan harinya setelah terjadi penyerbukan mahkota bunga akan layu. Hal tersebut menandakan awal dari tahap pembuahan.

### **4. Buah**

Bentuk buah ada yang bulat dan bulat panjang. Umumnya buah berada di dekat ujung cabang atau pertengahan cabang. Buah bisa tumbuh lebih dari satu pada setiap cabang sehingga terkadang posisi buah saling berdekatan. Kulit buah berwarna merah menyala buah matang dengan sirip berwarna hijau, berukuran sekitar 2 cm.

Matang sempurna, daging buah sangat tebal, berair dan warna daging buah sangat menawan (tergantung jenisnya). Daging buah dihiasi dengan tebaran biji-biji kecil berwarna hitam pekat. Ketebalan kulit buah sekitar 1-4 mm. Rata-rata bobot buah umumnya berkisar 400-800 g.

## **5. Biji**

Biji buah naga berwarna hitam dengan bentuk bulat kecil, pipih, dan sangat keras. Sekilas, biji buah naga mirip dengan biji wijen. Setiap buah mengandung lebih dari 1.000 biji, biji buah naga ini juga dipercaya rendah lemak biji ini merupakan lemak tak jenuh yang baik untuk kesehatan yang dapat menurunkan kadar kolestrol baik dan jahat. Berbeda dengan buah berbiji lainnya, biji buah naga yang kecil itu dapat dimakan bersama dengan daging buahnya. Biji dapat digunakan untuk memperbanyak tanaman secara generatif. Namun, cara tersebut jarang dilakukan karena memerlukan waktu yang cukup lama sampai tanaman berproduksi. Hasil buah dari biji pun belum tentu sesuai yang diharapkan karena sifat keturunannya merupakan gabungan dari kedua induknya. Namun, bagi para pemulia tanaman, biji merupakan plasma nutfah yang dapat digunakan untuk menghasilkan varietas baru yang lebih baik (unggul).

### 2.1.3 Kandungan Buah Naga Merah

**Tabel 2.1. Kandungan zat gizi buah naga merah per 100 gram**  
**Sumber : *Taiwan Food Industry Develop & Research Authoritis, 2009.***

| Zat         | Komponen Gizi    |
|-------------|------------------|
| Air         | 82,5 – 83 g      |
| Lemak       | 0,21 – 0,61 g    |
| Serat       | 0,7 – 0,9 g      |
| Betakaroten | 0,005 – 0,012 mg |
| Kalsium     | 6,3 – 8,8 mg     |
| Fosfor      | 30,2 – 36,1 mg   |
| Iron        | 0,55 – 0,65 mg   |
| Vitamin B1  | 0,28 – 0,043 mg  |
| Vitamin B2  | 0,043 – 0,045 mg |
| Vitamin B3  | 0,297 – 0,43 mg  |
| Vitamin C   | 8-9 g            |
| Thiamine    | 0,005 – 0,030 mg |
| Riboflavin  | 0,043 – 0,044 mg |
| Niacin      | 1,297 – 1,300 mg |
| Protein     | 0,159 – 0,229 mg |

Ditinjau dari segi kandungan unsur-unsur kimiawi yang ada pada daging buah naga mempunyai kandungan zat bioaktif yang bermanfaat bagi tubuh diantaranya antioksidan (dalam asam askorbat, betakaroten, dan antosianin) dan mengandung serat pangan dalam bentuk pektin. Selain itu, dalam buah naga terkandung beberapa mineral seperti kalsium, posfor, besi, dan lain-lain. Vitamin yang terdapat di dalam buah naga antara lain vitamin B1, vitamin B2, vitamin B3, dan vitamin C (Pratomo, 2008). Diantaranya Kandungan Zat Gizi mempunyai fungsi sebagai berikut ; (1) Protein dari buah naga merah mampu melancarkan metabolisme tubuh dan menjaga kesehatan jantung. (2) Serat berfungsi mencegah kanker usus, penyakit kencing manis dan baik diet. (3) Betakaroten berfungsi sebagai antioksidan. Keberadaan beta karoten, vitamin A, dan bersama antioksidan lain bermanfaat untuk membersihkan

radikal bebas sehingga kualitas darah dan sel lebih sehat. (4) Kalsium untuk menguatkan tulang. (5) Fosfor untuk pertumbuhan jaringan tubuh. (6) Zat besi untuk menambah darah. (7) Vitamin B1 untuk kestabilan suhu tubuh. (8) Vitamin B2 untuk meningkatkan nafsu makan. (9) Vitamin B3 untuk menurunkan kadar kolesterol, dan menyeimbangkan gula darah. (10) Vitamin C untuk berperan dalam pembentukan substansi antar-sel dan berbagai jaringan, meningkatkan daya tahan tubuh, dan sebagai zat antioksidan yang mampu membersihkan tubuh dari radikal bebas. (11) Vitamin B1 (tiamin) memelihara sifat permeabilitas dari dinding pembuluh darah sehingga mencegah terjadinya penumpukan cairan jaringan tubuh (oedema) seperti pada penyakit beri-beri, memelihara fungsi syaraf sehingga mencegah terjadinya neuritis, meningkatkan sistem kekebalan tubuh, mencegah rematik, kanker, arterosklerosis, stroke, dan memperbaiki kontraksi dinding lambung. (12) Riboflavin Vitamin B2 (riboflavin): berperan untuk memproses asam amino, lemak, dan karbohidrat hingga menghasilkan energi ATP yang diperlukan sel tubuh, juga sebagai antioksidan, pemeliharaan jaringan saraf, jaringan pelapis, kulit, dan kornea mata, dari khasiat di atas disimpulkan bahwa buah naga merah cukup kaya dengan berbagai zat vitamin dan mineral yang sangat membantu meningkatkan daya tahan tubuh dan bermanfaat bagi metabolisme dalam tubuh salah satunya dapat mengontrol kadar glukosa darah penderita diabetes tipe 2 (Emil S, 2011).

Bagian-bagian lain (selain buah yang matang) dari tanaman buah naga juga dimanfaatkan untuk konsumsi manusia dan hewan. Buah naga yang belum masak dapat dibuat sup. Bunga buah naga dapat juga dikonsumsi sebagai sayur urap, digoreng, atau dapat dikeringkan untuk dijadikan minuman semacam teh. Dahan atau

cabang buah naga juga dapat dimakan dijadikan salad, urap, digoreng, dan dijadikan sup. Masakan dari dahan tumbuhan buah naga dipercaya dapat membuang racun dalam tubuh dan membersihkan pencernaan (Winarsih, 2009)

#### **2.1.4 Peranan Kandungan Buah Naga Merah Terhadap Kadar Glukosa darah**

##### **1. Antioksidan**

Antioksidan adalah senyawa kimia yang dapat menyumbangkan satu atau lebih elektron kepada radikal bebas sehingga radikal bebas tersebut dapat direndam, Berdasarkan sumber perolehannya ada dua macam antioksidan yaitu antioksidan alami dan antioksidan buatan (sintetik). Antioksidan alami mampu melindungi tubuh terhadap kerusakan yang disebabkan oksigen reaktif, mampu menghambat terjadinya penyakit degeneratif dan mampu menghambat peroksidase lipid pada makanan. Penggunaan senyawa antioksidan juga anti radikal saat ini semakin meluas seiring dengan semakin besarnya pemahaman masyarakat tentang peranan antioksidan dalam menghambat penyakit degeneratif, seperti penyakit jantung, arteriosclerosis, kanker, serta gejala penuaan. Masalah-masalah tersebut berkaitan dengan kemampuan antioksidan sebagai inhibitor (penghambat) reaksi oksidasi oleh radikal bebas reaktif yang merupakan salah satu pencetus penyakit-penyakit tersebut. Tubuh manusia menghasilkan senyawa antioksidan, tetapi dalam jumlah yang tidak mencukupi untuk menetralkan radikal bebas yang masuk ke dalam tubuh.

## 2. Quercetin

Quercetin Salah satu jenis flavonoid yang paling cukup banyak ditemukan dalam buah salah satunya pada buah naga ini memiliki senyawa multi fungsi ini bersifat alami dengan fungsi biologis beragam seperti anti-obesitas, anti-inflamasi, anti-aterogenik, hipolipidemia, anti-diabetes, anti-kanker, anti-hipertensi, anti histamine, dan antioksidan. Pemberian quercetin harian dapat menurunkan kejadian resistensi insulin, dislipidemia, dan hipertensi (Winarsih 2014)

## 3. Flavonoid

Flavonoid memiliki kerangka dasar karbon yang terdiri dari 15 atom karbon, dimana dua cincin benzen terikat pada suatu rantai propana sehingga membentuk suatu susunan C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub> Flavonoid dapat berperan sebagai antioksidan. Efektifitas penurunan kadar glukosa darah ini disebabkan karena adanya kandungan senyawa aktif flavonoid pada buah naga merah. Kandungan flavonoid pada daging buah naga merah sebanyak  $7,21 \pm 2,0$  mg atau dalam CE/100 gram buah naga merah (Lenry et al, 2006 dalam Markazlina, 2006)

Flavonoid diketahui memiliki aktifitas antioksidan yang berkaitan dengan aktifitas antidiabetes. Dalam mekanisme penyembuhan penyakit diabetes, Flavonoid diduga berperan secara signifikan meningkatkan aktifitas enzim antioksidan dan mampu meregenerasi sel-sel  $\beta$  pancreas yang rusak sehingga defisiensi insulin dapat diatasi. Flavonoid yang terkandung di dalam tumbuhan juga dapat memperbaiki sensitifitas reseptor insulin, sehingga adanya flavonoid memberikan efek yang menguntungkan pada keadaan diabetes mellitus (Fitria Y, 2014).

Kemampuan flavonoid sebagai antioksidan mampu menurunkan stress oksidatif dan mengurangi radikal bebas. Hal ini dapat menimbulkan efek protektif terhadap sel beta pankreas dan meningkatkan sensitivitas insulin. Mekanisme ini melalui dua jalur. Jalur pertama sebagai peredam radikal bebas secara langsung dengan menyumbangkan atom hidrogennya. Flavonoid akan teroksidasi oleh radikal menjadi senyawa yang lebih stabil. Jalur kedua melalui chelating ion logam. Flavonoid, terutama quercetin merupakan penghambat yang kuat terhadap GLUT 2 pada mukosa usus, suatu lintasan absorpsi glukosa dan fruktosa pada membran usus. Mekanisme penghambatan ini bersifat nonkompetitif. Hal ini menyebabkan pengurangan penyerapan glukosa dan fruktosa dari usus sehingga kadar glukosa darah turun. Mekanisme ini mengasumsikan bahwa penghambatan GLUT 2 usus dapat menjadi terapi potensial untuk mengontrol kadar gula darah. Flavonoid memiliki mekanisme dalam penghambatan *fosfodiesterase* sehingga kadar cAMP dalam sel beta pankreas meninggi. Hal ini akan merangsang sekresi insulin melalui jalur Ca. Peningkatan kadar cAMP ini akan menyebabkan penutupan kanal K<sup>+</sup>ATP dalam membran plasma sel beta. Keadaan ini mengakibatkan terjadinya depolarisasi membrane dan membukanya saluran Ca tergantung-voltasi sehingga mempercepat masuknya ion Ca ke dalam sel. Peningkatan ion Ca dalam sitoplasma sel beta ini akan menyebabkan sekresi insulin oleh sel beta pankreas mengandung serat tinggi dapat membantu mengontrol kadar glukosa darah (Jian Song et al, 2002; Oran et al, 2007).

#### 4. Pektin

Pektin termasuk polisakarida non selulose yang merupakan turunan dari galaktose itu sebabnya pektin dapat menyerap air dan membentuk gell, pektin (serat larut air) dapat digunakan untuk pembuatan gell atau geli yang bersifat menyerap air. Manfaat pektin yang lain adalah dapat menurunkan kadar kolesterol total dengan cara mengikat kolesterol dan asam empedu dalam tubuh serta membantu pengeluarannya. Pektin merupakan serat larut, adanya serat larut memperlambat absorbs glukosa, sehingga dapat berperan mengatur gula dalam darah dan memperlambat kenaikan glukosa darah. Serat pangan larut air dapat dianggap seperti spons ketika melewati saluran pencernaan. Dalam perjalanannya, serat akan menyerap air, mineral, glukosa dan asam empedu sehingga akan mengurangi efisiensi penyerapan zat-zat tersebut oleh usus. Serat larut mempunyai efek hipoglikemik dengan menunda pengosongan lambung, memperpendek waktu transit makanan di usus, menurunkan kadar glukosa darah dan respon insulin. Serat pangan larut air akan meningkatkan viskositas makanan. Meningkatnya viskositas akan menurunkan mobilitas gula sehingga jumlah glukosa yang diserap oleh usus akan berkurang. Dengan demikian, kadar glukosa darah juga akan menurun. Serat pangan larut air dapat menurunkan absorpsi glukosa oleh usus, karena respon insulin tubuh berkorelasi dengan kandungan glukosa darah, maka penurunan glukosa darah akan mengurangi produksi insulin dari pankreas.

### **2.1.5 Manfaat Buah naga merah**

Buah Naga merah ini sering cari karena buah ini pada umumnya sama dengan buah naga lainnya namun yang membedakanya adalah warna – warna dari tiap buah naga itu sendiri. Buah naga konon paling dominan di antara buah naga lain karena memilkik aroma Fruity ketimbang Sweety dan memiliki rasa yang manis. Buah naga merah diketahui mengandung senyawa antara lain seperti gula sederhana, serat alami, Betakaroten, Kalsium, Lemak, Fosfor, Protein, vitamin B1, B2, C, air dan masih banyak lagi lainnya. Kompleksnya kandungan buah naga merah ini berimbans pula pada manfaatnya yang juga beragam. Secara garis besar manfaat buah naga merupakan sebaga penghilang rasa dahaga yang memilki kandungan air yang sangat tinggi sebesar 90% dari berat total pada daging buah naga. Buah naga yang manis bisa menjadi menganjal perut juga buah naga rasanya yang manis memiliki kandungan 1318 briks tetapi tidak memberi efek negatif bagi para penderita diabetes. Kandungan serat pada buah naga merah yang cukup tinggi juga sangat bermanfaat (Emil S, 2011).

Manfaat Buah Naga Merah bagi Kesehatan antara lain menurut Sri S, (2012)

1. Menghambat Penuaan Dini
2. Mencegah Kanker
3. Meningkatkan Kekebalan Tubuh
4. Meningkatkan Nafsu Makan
5. Menurunkan Kadar Kolesterol
6. Memperkuat Tulang dan Gigi

7. Mencegah Diabetes Melitus
8. Merawat Kesehatan Mata
9. Merawat Jantung Agar tetap sehat
10. Merawat Kesehatan Kulit

## 2.2 Tinjauan Tentang Mencit (*Mus musculus*)

Taksonomi tentang hewan coba mencit dapat diklasifikasikan sebagai berikut ;

|         |                       |
|---------|-----------------------|
| Kingdom | : Animalia            |
| Filum   | : Chordata            |
| Kelas   | : Mammalia            |
| Ordo    | : Rodentia            |
| Famili  | : Muridae             |
| Suku    | : Murinae             |
| Genus   | : Mus                 |
| Spesies | : <i>Mus musculus</i> |



**Gambar 2.4: Mencit (*Mus musculus*)**  
**Sumber: [www.naroputra.wordpress.com](http://www.naroputra.wordpress.com) (2009)**

Hewan coba adalah hewan yang dapat digunakan untuk tujuan suatu penelitian. Pemilihan hewan coba yang dipakai dalam suatu penelitian perlu disesuaikan dengan tujuan penelitian. Pengetahuan dasar tentang biologi spesies hewan coba sangatlah

penting untuk diketahui oleh peneliti. Informasi yang mencakup beberapa parameter dasar mengenai data biologis mencit (Reza.C, 2014)

**Tabel 2.4: Data Biologis Mencit**

**Sumber : Dikutip dari mitruka (1981) dan loeb (1989) dalam Ardilah (2014)**

| <b>Kriteria</b>        | <b>Nilai</b>                                   |
|------------------------|--|
| Lama hidup             | 1,5-3 tahun                                    |
| Lama produksi ekonomis | 9 bulan  |
| Lama bunting           | 18-22 hari                                     |
| Kawin sesudah beranak  | 1 – 24 jam                                     |
| Umur disapih           | 21 hari  |
| Umur dewasa            | 24-36 hari                                     |
| Umur dikawinkan        | 8 minggu (jantan dan betina)                   |
| Berat dewasa           | 30 – 40 gr jantan, 18 – 35 dewasa              |
| Berat lahir            | 0,5 – 1,5 gr                                   |
| Jumlah anak            | Rata – rata 6 – 15                             |
| Suhu                   | 36,5-38 °C                                     |
| Pernafasan             | 140-180/menit                                  |
| Denyut jantung         | 600-650/menit                                  |
| Tekanan darah          | 130-160 sistol, 102-110 diastol                |
| Volume darah           | 76 – 80 ml/kg BB                               |
| Sel darah merah        | 6,86–11,7 x 10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup>   |
| Sel darah putih        | 12,1-15,9 x 10 <sup>6</sup> /mm <sup>3</sup>   |
| Trombosit              | 150 – 400 x 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup>   |
| Hematokrit (PCV)       | 33,1 – 49,9 %                                  |
| Eosinofil              | 0,29 – 0,41 x 10 <sup>3</sup> /mm <sup>3</sup> |
| Hb                     | 10,7 – 11,6 mg/dl                              |
| Konsumsi pakan         | 4-8 gram per hari                              |
| Glukose                | 62,8-176 mg/dl                                 |
| Kolesterol             | 26,0-82,4 mg/dl                                |
| Total protein          | 4,00-8,62 g/dl                                 |
| Albumin                | 2.52-4.84 mg/dl                                |
| SGOT                   | 23.2-48,4 IU/I                                 |
| SGPT                   | 2.10-23.8 IU/I                                 |

Mencit termasuk dalam *genus Mus, subfamily Murinae, family Muridae, order Rodentia*.

Penelitian sering kali dilakukan terhadap hewan percobaan mencit dikarenakan ketersediannya mirip dengan manusia selain itu mencit mudah ditangani dan mudah diperoleh dengan harga yang lebih murah dibandingkan dengan hewan percobaan lainnya. Mencit yang sudah dipelihara di laboratorium masih satu family dengan mencit liar. *Mus musculus* adalah mencit yang paling sering dipakai untuk penelitian biomedis. Berbeda dengan hewan-hewan lainnya, mencit tidak memiliki kelenjar keringat. Pada umur empat minggu berat badannya mencapai 18-20 gram. Jantung mencit terdiri dari empat ruang dengan dinding atrium yang tipis dan dinding ventrikel yang lebih tebal. Peningkatan temperatur tubuh tidak mempengaruhi tekanan darah, sedangkan frekuensi jantung, cardiac output berkaitan dengan ukuran tubuhnya. Mencit memiliki karakter yang lebih aktif pada malam hari daripada siang hari.

Mencit digunakan sebagai hewan coba karena memiliki keunggulan-keunggulan seperti siklus hidup relatif pendek, jumlah anak per kelahiran banyak, variasi sifat-sifatnya tinggi, mudah ditangani, cepat berkembang biak, mudah dipelihara dalam jumlah banyak, variasi genetiknya tinggi, sifat anatomis dan fisiologisnya terkarakterisasi dengan baik. Mencit jantan lebih banyak digunakan karena siklus hormonnya lebih homogen dibandingkan hewan yang betina dan waktu tidur hewan betina empat kali lebih lama dari hewan jantan bila diberi obat. Mencit jantan tidak mengalami siklus estrus Kualitas makanan berpengaruh pada kondisi mencit, di antaranya mata, hidung, gerak dan rambut yang dapat mempengaruhi

kemampuan mencit mencapai potensi genetik untuk tumbuh, berbiak, umur, atau reaksi terhadap pengobatan dan lain-lain. Oleh karena itu status makanan hewan yang diberikan dalam percobaan biomedis mempunyai pengaruh nyata pada kualitas hasil percobaan. Persiapan dalam menyediakan makan mencit yang lengkap termasuk memperhatikan kira-kira 50 komponen penting. Persiapan ini meliputi membuat resep dan membuat makanan sehingga mengandung komponen-komponen dengan kadar yang diperlukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor lain yang mempunyai pengaruh terhadap kualitas makanan termasuk apakah bahan makanan mudah dicerna, lezat dan mencit berselera untuk makan, cara menyiapkan dan menyimpan makanan serta konsentrasi zat kimia atau bahkan bahan pencemar (Reza.C, 2014)

## **2.3 Tinjauan Glukosa Darah**

### **2.3.1 Definisi Glukosa Darah**

Glukosa merupakan bahan bakar utama untuk pembentukan energi di dalam tubuh. Di dalam sel, glukosa akan diolah menjadi energi atau tenaga untuk kebutuhan mendadak dan sebagian akan disimpan agar dapat dipakai pada suatu waktu nanti. Tubuh bergantung pada makanan untuk memenuhi kebutuhan energi yaitu untuk segala aktivitas mulai dari memompa darah keseluruh tubuh, berbicara, hingga berfikir. Makanan memegang peranan dalam peningkatan kadar glukosa darah. Pada proses makan, makanan yang dimakan akan dicerna didalam saluran cerna (usus) dan kemudian akan diubah menjadi suatu bentuk gula sederhana atau glukosa. Selanjutnya glukosa ini diserap oleh dinding usus dan diedarkan didalam aliran darah.

Kadar glukosa selalu fluktuatif bergantung pada asupan makanan. Pada keadaan setelah makan makanan yang mengandung karbohidrat, kadar glukosa darah akan meningkat dari normal 80-100 mg/dl naik menjadi 120-140 mg/dl (setelah 1 jam makan). Kemudian kadar glukosa darah mulai turun karena penyerapan glukosa oleh sel, terutama oleh sel-sel di hati, otot, dan jaringan adiposa. Sehingga kadar glukosa darah kembali ke kadar glukosa darah awal atau normal (Hartini S, 2009).

### **2.3.2 Pembentukan Glukosa Darah**

Glukosa darah berasal dari makanan, glukoneogenesis, dan glikogenolisis. Makanan ketika dikunyah akan bercampur dengan saliva yang terdiri atas enzim pencernaan ptialin yang terutama diekskresi oleh kelenjar parotis. Enzim ini menghidrolisis karbohidrat menjadi disakarida dan polimer glukosa kecil lainnya. Selanjutnya, pencernaan karbohidrat dilakukan oleh amilase, pankreas yang mengandung sejumlah besar alpha amilase. Enterosit pada vili usus halus mengandung enzim laktase, sukrase, maltase, alpha dekstrinase. Enzim–enzim ini mampu memecah disakarida dan unsur polimer glukosa kecil menjadi monosakarida, galaktosa, fruktosa, dan glukosa. Glukosa dan galaktosa diserap oleh transpor aktif sekunder sementara fruktosa diserap ke dalam darah melalui difusi terfasilitasi. Glukosa dibentuk melalui proses glukoneogenesis dari berbagai senyawa glukogenik. Senyawa ini terdiri dari dua golongan, yaitu senyawa yang meliputi konversi netto langsung menjadi glukosa tanpa daur ulang yang berarti seperti beberapa asam amino dan propionat. Serta senyawa yang merupakan hasil metabolisme parsial glukosa dalam jaringan tertentu yang diangkut ke dalam hati dan ginjal untuk disintesis

kembali menjadi glukosa, seperti senyawa laktat dan gliserol bebas. Glikogenolisis berarti pemecahan glikogen yang disimpan sel untuk membentuk kembali glukosa di dalam sel. Setiap molekul glukosa yang berurutan pada masing – masing cabang polimer glikogen dilepaskan melalui proses fosforilasi yang dikatalis oleh enzim fosforilase (Guyton and Hall, 2007 dalam Panjuatiningrum 2009).

### **2.3.3 Metabolisme Glukosa**

Metabolisme Glukosa dapat melewati 4 jalur sebagai berikut:

1. Glikolisis merupakan jalur penguraian karbohidrat (glikogen atau glukosa) menjadi asam piruvat. Glikolisis terjadi di dalam protoplasma dan sering disebutkan jalur metabolisme Embden Meyerhof. Reaksi glikolisis yang kompleks dan panjang dapat dipecah menjadi 2 tahap yaitu:
  - a. Tahap yang membutuhkan ATP
  - b. Tahap yang menghasilkan ATP
2. Glikogenesis merupakan biosintesis glikogen dari glukosa. Perubahan enzimatik ini berjalan secara bertahap. Reaksi ini diawali dengan proses fosforilasi glukosa menjadi glukosa-6-fosfat dengan bantuan enzim glukokinase. Kemudian glukosa-6-fosfat di ubah menjadi isomernya glukosa-1-fosfat dibawah pengaruh enzim fosfoglukomutase. Kemudian terjadi reaksi antara glukosa-1-fosfat dengan uridin trifosfat dengan bantuan enzim uridil transferase menjadi uridin difosfat glukosa. Selanjutnya uridin difosfat glukosa dirubah menjadi glikogen melalui beberapa reaksi enzimatik.

3. Glikoneogenesis merupakan biosintesis glukosa atau glikogen dari senyawa-senyawa non karbohidrat seperti gliserol, asam laktat, dan asam amino glikogenik. Gliserol secara terus-menerus diproduksi di jaringan adiposa. Melalui beberapa tahap, gliserol yang terbentuk dapat dirubah menjadi glukosa atau glikogen.
4. Glikogenolisis merupakan proses glikogen didalam sel diubah menjadi glukosa. Proses fosforilasi glikogen oleh enzim fosforilase sehingga melepaskan glukosa-1-fosfat. Selanjutnya glukosa-1-fosfat diubah menjadi glukosa-6-fosfat oleh enzim fosfoglukomutase. Proses terakhir defosforilasi glukosa-6-fosfat oleh enzim glukosa-6-fosfatase sehingga terbentuklah glukosa (Sumardjo D, 2008)

#### **2.3.4 Pengaturan Kadar Glukosa dalam Darah**

Pengatur kadar glukosa melibatkan hati, jaringan ekstra hepatic dan beberapa hormon. Sel-sel hepar dapat dilewati glukosa dengan bebas melalui transporter GLUT2, sedangkan pada jaringan ekstrahepatic glukosa membutuhkan transporter yang diatur oleh insulin untuk dapat masuk ke dalam sel. Dalam pengaturan kadar glukosa darah dibutuhkan insulin dan glukagon. Insulin dan glukagon merupakan hormon yang disekresikan oleh pankreas. Insulin berkaitan dengan pankreas sebagai tempat untuk membentuknya. Pankreas terdiri dari dua jaringan utama yaitu pulau Langerhans yang mengandung tiga jenis sel utama, yaitu: sel  $\alpha$  (alfa) yang mensekresikan glukagon langsung ke darah, sel  $\beta$  (beta) yang mensekresikan insulin langsung ke darah, dan sel  $\Delta$  (delta) yang mensekresi somatostatin, yang fungsi pentingnya belum diketahui pasti (Wijayakusuma, 2004 dalam Yatim. F, 2014). Menurut Laras.U, (2014) mekanisme pengaturan kadar glukosa darah meliputi:

1. Fungsi hati sebagai buffer glukosa, apabila glukosa darah meningkat setelah makan mencapai konsentrasi yang tinggi, maka kecepatan sekresi insulin juga meningkat. Sebanyak dua pertiga glukosa diabsorpsi oleh usus dan segera disimpan di dalam darah.
2. Fungsi insulin dan glukagon sebagai umpan balik dan memiliki peran yang berbeda dan sangat penting untuk mempertahankan konsentrasi glukosa darah yang normal.
3. Pada keadaan hipoglikemik, efek dari glukosa yang rendah pada hipotalamus akan merangsang susunan syaraf simpatis. Sebaliknya epinefrin yang disekresikan oleh kelenjar adrenal menyebabkan pelepasan glukosa lebih lanjut di hati untuk mengatasi hipoglikemia berat.
4. Hormon pertumbuhan dan kortisol disekresikan pada respon terhadap hipoglikemia yang terus menerus akan menurunkan kecepatan penggunaan glukosa oleh sebagian besar sel-sel tubuh.

### **2.2.5 Faktor Penyebab Tingginya Kadar Glukosa darah**

Penyebab dari diabetes mellitus sangat beragam. Diabetes mellitus tipe 2 merupakan diabetes yang tidak tergantung insulin, kebanyakan muncul pada orang di atas umur 40 tahun. Perkembangan dari penyakit ini sangat lambat. Diagnosis diabetes mellitus seringkali terlambat karena awalnya pasien tidak ada keluhan. Biang keladi diabetes mellitus adalah kurang aktifnya produksi hormon insulin dari sel kelenjar Langerhans pada organ pankreas. Macetnya produksi ini bisa dikarenakan menyusutnya jumlah sel penghasil hormon insulin sejak seseorang dilahirkan

(bawaan atau keturunan), serangan virus penyakit degeneratif, bahkan disebabkan karena adanya penyakit auto imun. Namun, ada juga orang yang mengidap diabetes mellitus meski insulin dalam tubuhnya cukup. Hal ini disebabkan reaksi tubuh terhadap kehadiran insulin kurang efisien, tubuh tidak mampu mengoksidasi glukosa menjadi energi. Penyebab diabetes mellitus tipe 2 tidak mudah ditelusuri karena banyak faktor yang berperan di dalamnya, yakni sebagai berikut :

- a. Faktor keturunan.
- b. Interaksi antara *pituitary*, *adrenal gland*, *pancreas*, dan liver sering terganggu akibat stress dan penggunaan obat-obatan. Gangguan organ-organ tersebut mempengaruhi metabolisme ACTH (hormon dari pituitary), kortisol, glucocorticoids (hormon adrenal gland), glukagon, merangsang gluconeogenesis di liver yang akhirnya meningkatkan kadar glukosa darah.
- c. Pola hidup dan pola makan yang tidak normal.
- d. Obesitas akan menyebabkan adanya resistensi insulin. Misalnya sel-sel lemak pada pasien obesitas akan mengeluarkan lebih banyak lemak asam (lipid acid) yang menyebabkan menurunnya fungsi sel beta di pancreas dan menurunnya sensitivitas jaringan insulin atau sel terhadap insulin.
- e. Kurangnya olah raga, Bila tubuh bergerak, maka terjadi proses energy tinggi yang memerlukan sejumlah glukosa untuk pembakarannya. Pada proses tersebut, kebutuhan terhadap hormon insulin menjadi berkurang. Pada keadaan kurang gerak atau berolahraga, glukosa tidak banyak dibakar, maka bahan makanan yang masuk akan disimpan dalam tubuh menjadi glikogen dan lemak. Hal ini memerlukan lebih banyak hormon insulin untuk

mempertahankan glikogen dan lemak dalam tubuh. Kebutuhan yang berlebihan ini akan memicu sel beta pancreas untuk memproduksi insulin.

- f. Kehamilan, Hormon pada orang hamil juga bisa sebagai faktor penyebab glukosa darah tinggi karena pada orang hamil juga bisa menyebabkan adanya resistensi terhadap insulin (menurunnya toleransi terhadap glukosa), (Ade. T, 2010).

### **2.3.6 Macam-macam pemeriksaan glukosa darah**

1. Glukosa darah sewaktu

Pemeriksaan gula darah yang dilakukan setiap waktu sepanjang hari tanpa memperhatikan makanan terakhir yang dimakan dan kondisi tubuh orang tersebut.

2. Glukosa darah puasa dan 2 jam

Setelah makan pemeriksaan glukosa darah puasa adalah pemeriksaan glukosa yang dilakukan setelah pasien berpuasa selama 8-10 jam sedangkan pemeriksaan glukosa 2 jam setelah makan adalah pemeriksaan yang dilakukan 2 jam dihitung setelah pasien menyelesaikan makan.

## **2.4 Metode Pemeriksaan Glukosa darah**

### **2.4.1 Macam-macam metode Glukosa darah**

- 1) Metode GOD-PAP (Reagen Basah)

Prinsip: glukosa diukur setelah oksidasi enzimatis adanya glukosa oksidase.

Hidrogen peroksida di bawah katalisa proksida bereaksi dengan phenol dan 4-

aminophenazone membentuk zat warna merah-violet quinoneimine sebagai indikator.



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

## 2) Metode Stick test/ strip test (Reagen kering)

Prinsip: Darah masuk ke dalam stick test, maka terjadi reaksi glukosa dengan reagen kering pada elektroda stick yang menggunakan arus listrik sehingga secara otomatis darah di tarik ke dalam tempat reaksi dan hasil muncul dalam waktu 10 detik. Generasi terbaru alat sudah semakin bagus dalam hal keakuratan dan ketepatannya dibandingkan model lama. Alat ini mampu untuk mengontrol kadar glukosa darah dalam darah atau sering digunakan sebagai *self-monitor* (pemantauan sendiri). Metode ini hanya memerlukan waktu sekitar 2 menit, metode ini dapat diandalkan. (Lefever J, 2007) Pemeriksaan khusus ini juga membutuhkan alat khusus yang sering di jumpai di apotek maupun toko menjual alat kesehatan seperti alat *easy touch*, *one touch*, *accu check*, dan *optium*. Caranya dengan menusuk jari dan mengambil darah sedikit kemudian darah yang muncul akan diserap oleh stick yang sudah dirancang khusus dan hasil akan muncul. (Hartini S, 2009) Cara untuk memastikan akurasi kerja alat Meter Glukosa Darah, maka setiap kali menggunakan strip test dari tabung kemasan yang baru *code chip* harus diganti. Karena setiap kemasan *code chip* bisa berbeda nomor serinya.

## 2.5 Hipotesis

Ha : Ada pengaruh pemberian buah naga merah terhadap kadar glukosa darah pada Mencit.