

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Tentang Singkong (*Manihot esculenta crantz*)

2.1.1 Klasifikasi Tanaman Singkong

Ubi kayu atau singkong (*Manihot esculenta crantz* atau *Manihot utilisima phol*) merupakan makanan pokok bagi penduduk di dunia, selain sebagai makanan pokok singkong juga digunakan sebagai bahan baku industri dan pakan ternak. Singkong termasuk dalam famili Euphorbiaceae atau suku jarak – jarakan. Singkong banyak mempunyai nama daerah, diantaranya ketela pohon, ubi kayu, pohung, kasbi, sepe, boled, budin (Jawa), sampeu (Sunda), kaspé (Papua), (Inggris) Cassava, tapioca plant (Pilipina) Kamoteng kahoy dan sebagainya. Secara umum klasifikasi singkong adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Euphorbiales
Famili	: Euphorbiaceae
Genus	: Manihot
Spesies	: <i>Manihot utilisima</i> Pohl.; <i>Manihot esculenta</i> Crantz

Singkong (*Manihot utilisima* atau *Manihot esculenta crantz*) merupakan salah satu tanaman yang tersebar luas di Indonesia yang sudah banyak dibudidayakan di berbagai negara di dunia (Gardjito dkk, 2013). Varietas-varietas ketela pohon unggul yang biasa ditanam, antara lain: Valenca, Mangi, Betawi, SPP, Muara, Mentega, Andira 1, Gading, Andira 2, Malang 1, Malang 2, dan Andira 4.

bi karbohidrat yang cukup potensial di Indonesia adalah singkong (*Manihot esculenta*), ubi jalar (*Ipomoea batatas*), uwi-uwian (*Dioscorea sp.*), talas (*Colocasia esculenta*) dan keladi (*Xanthosoma sp.*). dari kelima bahan tersebut singkong yang paling populer. Karna permintaan terhadap singkong terus meningkat setiap tahunnya, baik karna pertambahan jumlah penduduk, pesatnya perkembangan industri pangan dan nonpangan. Tanaman singkong tidak butuh tanah subur hanya memerlukan tanah yang cukup gembur sehingga hasilnya memuaskan. Oleh karna itu, singkong merupakan jenis umbu-umbian daerah tropis yang merupakan sumber energi paling murah.

2.1.2 Morfologi Tanaman

Singkong atau yang biasa disebut ubi kayu merupakan tanaman yang mudah sekali dibudidayakan, bahkan di tanah yang marginal tanaman ini bisa hidup dan dapat memberikan hasil. Selain itu kandungan karbohidrat yang berasal dari umbi kayu sangat tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai pengganti beras. berikut adalah Gambar 2.1 Singkong atau ubi kayu :



Gambar 2.1 Singkong (*Manihot esculenta* cratz) Dokumen pribadi 2019

Singkong atau ubi kayu terdiri dari :

1. Daun

Daun singkong tumbuh di sepanjang batang dengan tangkai yang panjang. Daun singkong berwarna kehijauan dan tulang daun yang majemuk menjari dengan anak daun berbentuk elips yang berujung runcing. Posisi duduk daun spiral dengan rumus $2/5$, ruas antara tangkai daun pendek 3-5 cm. Warna daun muda (pucuk) hijau kekuningan atau hijau keunguan sedangkan daun dewasa berwarna hijau tua dan bagian tiap daun (cuping daun) berukuran lebar ($p/l < 5$ cm) dengan jumlah tiap daun 5, 6, dan 7 helai, berbentuk lanset ujung daun meruncing (Rini Restiani, dkk 2014). Tangkai daun panjang dengan warna hijau, merah, kuning, atau kombinasi dari ketiganya (Najiyati dan Danarti, 2002 dalam Kurniani, 2009).

2. Batang

Menurut Rukmana (2002) dalam Kurniani (2009), batang tanaman singkong berbentuk bulat diameter 2,5 – 4 cm, berkayu beruas – ruas dan panjang. Ketinggiannya dapat mencapai 1 – 4 meter. Warna batang bervariasi tergantung dari kulit luar, tetapi batang yang masih muda pada umumnya berwarna hijau dan pada saat tua berubah keputih – putihan, kelabu, hijau kelabu atau coklat kelabu. Empulur batang berwarna putih, lunak, dan strukturnya empuk seperti gabus. sedang permukaan beralur dan bercabangan dan tidak bercabang (Rini Restiani, dkk 2014).

3. Akar

Akar penyokong memberikan tambahan topangan untuk tumbuh tegak dan membantu penyerapan hara. Akar akan membesar dan membentuk umbi. Umbi pada singkong merupakan akar pohon yang membesar. Umbi singkong berbeda

dengan umbi tanaman umbi-umbian lain. Umbi secara anatomis sama dengan akar, tidak mempunyai mata tunas sehingga tidak dapat digunakan sebagai alat perbanyakan vegetatif. Bagian umbi atau daging merupakan bagian terbesar, dan ditengahnya terdapat sumbu dimana sumbu ini berfungsi sebagai penyalur makanan hasil fotosintesis dari daun ke akar/umbi (Arif Hariana, 2015)

Secara morfologis, bagian umbi dibedakan menjadi tangkai, umbi, dan bagian ekor pada bagian ujung umbi. Tangkai ujung bervariasi dari sangat pendek (kurang dari 1 cm) hingga panjang (lebih dari 6 cm). Ekor umbi ada yang pendek dan ada yang panjang. Bentuk umbi beragam mulai agak gemuk membulat, lonjong, pendek hingga memanjang dengan rata – rata bergaris tengah 2- 3 cm dan panjang 50-80 cm, tergantung dari jenis singkong yang ditanam (Purnomo dan Purnamawati, 2007 dalam Savitri, 2014).

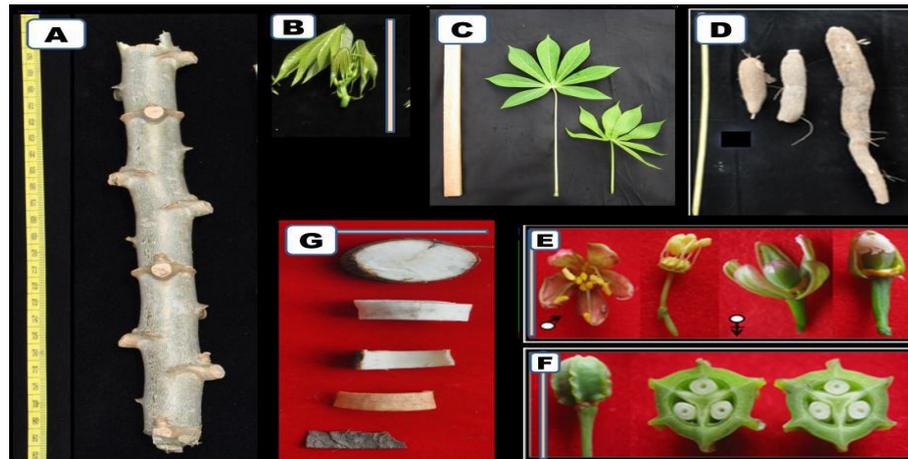
4. Kulit

Umbi singkong terdiri atas tiga lapis, yaitu kulit luar berwarna coklat, lapisan kulit dalam berwarna putih atau kekuningan, dan lapisan daging berwarna putih atau putih kekuningan sesuai dengan jenisnya. Di antara kulit dalam dan kulit luar, terdapat jaringan kambium yang menyebabkan umbi dapat membesar.

5. Bunga

Bunga pada singkong muncul saat 9 bulan setelah tanam. Umbi berbentuk silindris (*Cylindrical*) dengan ketebalan korteks, sedang (2-3 mm), Bunga betina lebih dulu muncul dan matang. bunganya berumah satu (*Monoecius*) dan proses penyerbukannya bersifat silang. Jika selama 24 jam bunga betina tidak dibuahi, bunga akan layu dan gugur (Rini Restiani, dkk 2014),

dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut :



Gambar 2.2 Morfologi batang (A), daun muda (pucuk) (B), daun dewasa (C), umbi (D) dan irisan melintang (G), bunga jantan dan betina (E), buah dan irisan melintang (F). *Sumber* : (Rini Restiani,2014)

2.1.3 Kandungan Kimia Singkong

Menurut widyastuti (2012) dan Depkes RI (1992) menyatakan bahwa singkong mengandung berbagai macam nutrisi yaitu protein, lemak, asam amino, karbohidrat dan berbagai macam vitamin dan mineral. Kandungan nutrisi singkong dalam 100 gram bahan dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.1 Kandungan Senyawa Singkong

Komponen	Kadar
Energi	157 Kal
Air	60 g
Protein	0,8 g
Lemak	0,3 g
Karbohidrat	37,9 g
Kalsium	33 g
Fosfor	40 g
Besi	0,7 g
Vitamin A	385 SI
Vitamin B1	0,06 mg
Vitamin C	30 mg

Sumber : Widyastuti (2012) dan Depkes RI (1992).

2.1.4 Manfaat Tanaman Singkong

Singkong memang sudah dikenal sebagai bahan pangan tetapi masih jarang khasiat singkong yang tidak diketahui masyarakat padahal singkong mengandung senyawa-senyawa kimia tertentu yang dapat di jadikan obat herbal untuk menyembuhkan penyakit tertentu.

1. Antioksidan

Dari hasil penelitian Christami Gagola dkk. (2014), bahwa singkong mengandung antioksidan. Antioksidan berfungsi sebagai penangkap radikal bebas yang banyak terbentuk didalam tubuh. Radikal bebas dapat di definisikan sebagai molekul atau senyawa yang keadaannya bebas dan mempunyai satu atau lebih elektron bebas yang tidak berpasangan. Elektron dari radikal bebas yang tidak berpasangan sangat mudah menarik elektron dari molekul lainnya sehingga radikal bebas menjadi lebih reaktif (Hermani, 2005).

2. Tiamin (Vitamin B)

Peran thiamin di dalam tubuh berkaitan dengan metabolisme karbohidrat dalam menghasilkan energi. Bentuk aktif dari thiamin adalah di dalam koenzim kokarboksilase yang masuk dalam siklus krebs menghasilkan metabolit berenergi tinggi yaitu Adenosine Triphosphate (ATP) (Sediaoetama, 2006). Thiamin juga berperan dalam memperbaiki kerja reseptor insulin dan transporter glukosa dalam sel.

Sehingga GLUT-4 dapat bertranslokasi ke membran sel membawa glukosa masuk ke intrasel dan kadar glukosa dalam darah dapat teregulasi dengan baik. Pada serat terdapat efek hipoglikemik yaitu serat mampu memperlambat pengosongan lambung, memperlambat difusi glukosa, dan menurunkan waktu

transit makanan sehingga absorpsi glukosa lambat. Jumlah asupan serat menurut Perkeni ± 25 gr per hari (Budiyanto, 2002).

3. Saponin

Saponin bekerja dengan cara menghambat kerja enzim α -glukosidase yaitu enzim yang ada di dalam usus yang berfungsi untuk mengubah karbohidrat menjadi glukosa. Enzim α -glukosidase inhibitor ini menghambat absorpsi glukosa pada usus halus, sehingga berfungsi sebagai antihiperqlikemi (penurun kadar glukosa darah). Pengaruh saponin terhadap susunan membran sel dapat menghambat absorpsi molekul dan menimbulkan gangguan pada sistem transporter glukosa sehingga akan terjadi hambatan untuk penyerapan glukosa (Nuzul Fiana¹, Dwita Oktaria² 2016).

4. HCN (Sebagai Penghasil Linamarin Anti Kanker)

Singkong merupakan tanaman yang mengandung sianida (HCN) Linamarin disebut juga sebagai nitrilosida yang memiliki kandungan vitamin B17 yang diharapkan pada proses hidrolisis dapat menghasilkan senyawa cytotoksik yakni HCN. Sel neoplastik (sel kanker) yang kekurangan akan enzim detoksifikasi (rhodenase) tetapi kaya akan enzim hidrolase akan terpapar terhadap terhadap efek lethal dari sianida yang dilepaskan oleh linamarin.

Asam sianida pada singkong terjadi secara enzimatis dari senyawa prekursor (bakal racun) yang bernama linamarin. Apabila umbi sudah mengalami kerusakan mekanis (terpotong atau tergores) atau kehilangan integritas fisiologi seperti kerusakan ketika panen. Senyawa prekursor tersebut akan kontak dengan enzim linamarase dan oksigen dari udara, serta merombaknya menjadi glukosa, aseton, dan asam sianida. Jika terjadi kerusakan mekanis pada singkong tidak

disertai perendaman di dalam air, secara perlahan akan terbentuk HCN. Jika dibandingkan dengan senyawa prekursor, maka dari itu, proses pencucian dalam air mengalir dan pemanasan yang cukup ampuh membentuk HCN yang beracun. Oleh karena itu, tidak perlu khawatir jika mengonsumsi produk pangan olahan singkong (arif hariana, 2015)

5. Bioetanol

Singkong sebagai Sumber bahan baku penghasil Bioetanol. Bioetanol merupakan etanol yang dibuat dengan cara fermentasi biomassa yang mengandung pati, gula, dan tanaman berselulosa. Biomassa yang mengandung pati misalnya singkong, ubi jalar, biji jagung, biji sorgum sagu dan kentang. Sumber bahan baku yang paling prospektif di Indonesia adalah Singkong (ubi kayu), ubi jalar, tetes tebu, sagu, nira kelapa, nira aren, nira lontar, sorgum dan rumput laut (Voulda D. Loupatty, 2014).

Dengan kandungan pati yang tinggi dalam singkong maka untuk menjadikan singkong sebagai bahan utama pembuatan bioetanol akan lebih baik. Penggunaan bioetanol menjadi bahan bakar kendaraan dapat menjadi sebuah alternatif yang aman, karena sumbernya berasal dari tumbuhan dan dapat mengurangi pencemaran lingkungan (Jhiro Ch. Mailool, dkk).

6. Singkong Bebas Gluten

Tidak adanya protein alergi gluten, membuat singkong dapat menjadi tepung pengganti yang baik. Orang yang didiagnosis dengan penyakit celiac dan penyakit yang berbasis pada alergi gluten, dapat dibantu dengan mengonsumsi makanan yang dibuat dengan menggunakan tepung tapioka atau tepung singkong. Meskipun memanggang kue, roti dan makanan lainnya membutuhkan gluten

untuk memungkinkan mereka membengkak dalam ukuran, dapat diganti dengan guar dan xanthan.

7. Sumber Karbohidrat

Umbi singkong mengandung karbohidrat sangat tinggi yaitu sekitar 34-38 gram, dan mengandung energi sekitar 146-157 kkal per 100 gramnya.

Dengan demikian, singkong bisa di seajarkan dengan kentang, terigu, dan beras. Maka tak salah jika singkong menjadi salah satu makanan pokok sebagai sumber karbohidrat. Dalam 100 gram singkong, mengandung 160 kalori, sebagian besar terdiri dari sukrosa.

8. Protein

Singkong lebih rendah lemak dibandingkan sereal dan kacang-kacangan. Walaupun begitu, singkong memiliki kandungan protein yang tinggi dibandingkan ubi, kentang dan pisang.

9. Vitamin K

Singkong kaya akan vitamin K yang memiliki peran dalam membangun masa tulang. Sehingga konsumsi singkong dapat menurunkan risiko osteoporosis. Selain itu, vitamin K akan melindungi dan berperan penting dalam pengobatan pasien Alzheimer dengan membatasi kerusakan saraf di otak.

10. Vitamin B Kompleks

Umbi yang lezat ini merupakan sumber dari vitamin B kompleks dan kelompok vitamin seperti folates, thiamin, piridoksin (vitamin B-6), riboflavin, dan asam pantotenat. Riboflavin berperan dalam pertumbuhan tubuh dan memproduksi sel darah merah untuk mengurangi anemia.

11. Mineral Penting

Singkong merupakan sumber mineral yang penting bagi tubuh, antara lain seng, magnesium, tembaga, besi, dan mangan. Selain itu, singkong memiliki jumlah kalium yang cukup sebagai komponen penting pembentukan sel tubuh dan mengatur tekanan darah. Sebuah penelitian seperti dilansir Affleap menunjukkan manfaat singkong sebagai penurun kadar kolesterol jahat dalam darah.

12. Vitamin C

Adanya vitamin c yang dapat tubuh menurunkan kadar sarbitol (gula yang dapat merusak saraf mata dan ginjal) dalam.

13. Sumber Serat

Tidak hanya itu, singkong juga dapat menurunkan kadar trigliserida dan menjadi sumber serat yang bagus. Tak heran jika singkong dapat menurunkan risiko penyakit jantung, stroke, kanker usus besar dan membantu mengendalikan diabetes. Dengan catatan, singkong diolah dengan cara kukus atau rebus. Sebuah penelitian seperti dilansir Affleap menunjukkan manfaat singkong sebagai :

- a. Menurunkan kadar kolestrol jahat dalam darah
- b. Menurunkan kadar trigliserida dan menjadi sumber serat yang bagus
- c. Menurunkan resiko penyakit jantung
- d. Menurunkan resiko penyakit stroke
- e. Menurunkan resiko penyakit kanker usus besar
- f. Membantu mengendalikan diabetes (dengan catatan singkong diolah dengan cara kukus atau rebus).
- g. Menyembuhkan kutu air

14. Cara Memasak Menu Diabetes

Cara memasak menu diabetes sangat penting perhatikan agar nutrisi dalam bahan mentah tetap terjaga, tidak terkontaminasi lemak dan kolesterol, selain itu aman dikonsumsi. Metode memasak seperti menngoreng sebaiknya dibatasi, karna dapat menyebabkan peningkatan kadar lemak dan kolesterol, serta menghilangkan banyak nutrisi yang terkandung dalam bahan makanan.

Metode memasak yang dianjurkan dalam menyajikan menu sehari-hari untuk penderita diabetes melitus adalah :

1. Steam Atau Kukus

Metode memasak ini sangat bagus diterapkan dalam mempersiapkan aneka jenis hidangan diabetes, karna tidak menambahkan minyak atau lemak, kandungan nutrisi tetap terjaga, dan menambah aroma khas pada makanan yang dapat meningkatkan cita rasa hidangan tersebut.

2. Roast atau panggang

Metode ini sangat bagus digunakan, karna mampu meningkatkan variasi dan cita rasa hidangan diabetes terutama untuk hidangan snack. Tanpa harus menambahkan minyak atau lemak berlebihan. Roast menjadi pilihan yang tepat dalam menyajikan hidangan penuh variasi, misalnya berbagai macam snack panggang, fillet panggang, dan sebagainya.

3. Setup

Cara memasak sangat baik, karna bebas minyak dan nutrisi alami tidak banyak yang hilang.

4. Bakar

Membakar berbagai jenis makanan terutama lauk hewani sangat baik. Sebab nutrisi tetap terjaga, penampilan makanan lebih menarik dan beraroma, bebas minyak, dan variatif. Hanya saja perlu diperhatikan pembungkus dari makanan untuk dibakar, agar melindungi makanan dari api secara tidak langsung dan tidak menimbulkan gosong sebab bersiap karsinogenik. Pergunakanlah daun pisang batu atau aluminium foil dan pegangan atau griller yang bersentuhan langsung dengan api, agar aman. Cara mengolah aneka jenis sayur dapat kita lakukan dengan menumis, cah, dan stir fry, dengan jumlah minyak yang ditentukan dan menggunakan jenis minyak yang dianjurkan.

2.2 Tinjauan Tentang Glukosa Darah

2.2.1 Definisi Gula Darah

Glukosa adalah suatu monosakarida sederhana yang mempunyai rumus molekul $C_6H_{12}O_6$ dan merupakan salah satu karbohidrat terpenting yang berguna sebagai sumber energi utama dalam tubuh. Nama lain dari glukosa adalah dekrosa, D-glukosa. Glukosa merupakan hasil hidrolisis disakarida dan polisakarida yang merupakan bagian terpenting dalam tubuh, terdapat dalam darah dan selalu digunakan oleh sel tubuh untuk membentuk energi (Fitria,2014). Diabetes militus merupakan suatu kelompok penyakit metabolik dengan karakteristik hiperglikemia terjadi karena kelainan sekresi insulin, kerja insulin atau keduanya. Keadaan ini berhubungan dengan resistensi insulin yang menyebabkan glukosa dalam darah tidak dapat masuk ke dalam sel (ADA, 2013).

Menurut *international diabetes federation-7* Tahun 2015, dalam metabolisme tubuh hormon Insulin yang bertanggung jawab dalam mengatur

kadar Glukosa darah. Hormon ini diproduksi di dalam pankreas Kemudian dikeluarkan untuk digunakan sebagai Sumber energi. Apabila di dalam tubuh kekurangan Hormone insulin maka dapat menyebabkan Hiperglikemi (idf, 2015). Kadar gula darah merupakan tingkat glukosa dalam darah. Tubuh merupakan pengatur konsentrasi gula darah (Adrian, 2017). Sel-sel dalam tubuh memiliki sumber energi yang paling utama yaitu glukosa darah.

Gejala klinis Diabetes Militus biasanya ringan dan bahkan tidak ada gejala, perjalanan penyakit Diabetes Militus berkembang kronis dan cenderung mengalami peningkatan. Penyakit diabetes militus DM yang juga dikenal sebagai penyakit kencing manis atau penyakit gula darah merupakan gangguan metabolisme yang ditandai dengan kadar glukosa dalam plasma darah melebihi batas normal yang berhubungan dengan abnormalitas metabolisme karbohidrat, lemak dan protein yang disebabkan oleh penurunan sekresi atau sensitivitas insulin pada organ pankreas (Laimheheriwa, et al. 2014).

Selain Diabetes Militus kekurangan glukosa darah juga dapat menyebabkan penyakit Hipoglikemia. Hipoglikemia merupakan komplikasi yang paling sering muncul pada penderita diabetes mellitus. Hipoglikemia adalah menurunnya kadar glukosa darah yang menyebabkan kebutuhan metabolik yang diperlukan oleh sistem saraf tidak cukup sehingga akan timbul berbagai keluhan dan gejala klinik (Admin, 2012). The diabetes Control and Complication Trial (DCCT) melaporkan diperkirakan 2-4% kematian orang dengan diabetes tipe 1 berkaitan dengan hipoglikemia. Hipoglikemia juga umum terjadi pada penderita diabetes tipe 2, dengan tingkat prevalensi 70-80% (Setyohadi, 2011). Hipoglikemia suatu kegagalan dalam mencapai batas normal kadar glukosa darah

(Kedia, 2011). Dan menurut McNaughton (2011), hipoglikemia merupakan suatu keadaan dimana kadar glukosa darah ≤ 60 mg/dl, jadi dapat disimpulkan bahwa, hipoglikemia merupakan kadar glukosa darah dibawah normal yaitu ≤ 60 mg/dl.

2.2.2 Metabolisme Glukosa Darah

Glukosa, fruktosa dan galaktosa masuk melalui dinding usus halus kedalam aliran darah. Fruktosa dan galaktosa akan diubah dalam tubuh menjadi glukosa. Glukosa merupakan hasil akhir dari pencernaan dan diabsorpsi secara keseluruhan sebagai karbohidrat. Kadar glukosa dalam darah bervariasi dengan daya penyerapan, akan menjadi lebih tinggi setelah makan dan akan menjadi turun bila tidak ada makanan yang masuk selama beberapa jam.

Glikogen dapat lewat dengan bebas keluar dan masuk ke dalam sel dimana glukosa dapat digunakan semata-mata sebagai sumber energi. Glukosa disimpan sebagai glikogen di dalam sel hati oleh insulin (suatu hormon yang disekresi oleh pankreas). Glikogen akan diubah kembali menjadi glukosa oleh aksi dari glukagon (hormon lain yang disekresi oleh pankreas) dan adrenalin yaitu suatu hormon yang disekresi oleh kelenjar adrenalin. (Jan Tambayong, 2001)

2.2.3 Kadar Glukosa Darah

Kadar gula darah dalam darah kita biasanya berfluktuasi, artinya naik turun sepanjang hari dan setiap saat, tergantung pada makanan yang masuk dan aktivitas fisik seseorang. Apabila puasa semalam, kadar gula darah normal adalah 70-100 mg/dl. Kadar ini kira-kira sama dengan satu sendok teh dalam satuan galon air. Menurut kriteria *Internasional Diabetes Federation (IDF)*, *American Diabetes Association (ADA)*, dan *Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (Perkeni)*, semuanya sepakat bahwa apabila gula darah pada saat puasa diatas 126 mg/dl dan

2 jam sesudah makan diatas 200 mg/dl, maka diagnosis diabetes bisa dipastikan (Tandra, 2014).

2.2.4 Macam-Macam Pemeriksaan Glukosa Darah

1. Jenis Pemeriksaan Glukosa Darah dikenal beberapa jenis pemeriksaan yang berhubungan dengan pemeriksaan glukosa darah yaitu :

- a. Glukosa darah puasa
- b. Sebelum pemeriksaan ini dilakukan pasien harus puasa 10 – 14 jam.
- c. Glukosa darah sewaktu
- d. Pemeriksaan ini dilakukan pada pasien tanpa perlu memperhatikan waktu terakhir pasien makan.
- e. Glukosa darah 2 jam PP

Pemeriksaan ini sukar sekali distandarisasikan, karena makanan yang dimakan baik jenis maupun jumlahnya sukar disamakan dan juga sukar diawasi dalam tenggang waktu 2 jam untuk tidak makan dan minum lagi, juga selama menunggu pasien perlu duduk istirahat tenang dan tidak melakukan kegiatan jasmani (berat) serta tidak merokok.

2. Metode Pemeriksaan Glukosa Darah

- a. Metode Kimia atau Reduksi

Prinsip : Proses kondensasi dengan akromatik amin dan asam asetat glacial pada suasana panas, sehingga terbentuk senyawa berwarna hijau yang kemudian diukur secara fotometris.

Beberapa kelemahan / kekurangannya adalah metode kimia ini memerlukan langkah pemeriksaan yang panjang dengan pemanasan, sehingga kemungkinan

terjadi kesalahan lebih besar. Selain itu reagen pada metode ortho-toluidin bersifat korosif.

b. Metode Enzimatik

1). Metode Glukosa Oksidase (GOD-PAP)

Prinsip : Enzim glukosa oksidase mengkatalisis reaksi oksidasi glukosa menjadi glukonolakton dan hydrogen peroksida.



Penambahan enzim peroksidase dan aseptor oksigen kromogenik seperti Odianisidine.



Enzim glukosa oksidase yang digunakan pada reaksi pertama menyebabkan sifat reaksi pertama spesifik untuk glukosa, khususnya B-D glukosa, sedangkan reaksi kedua tidak spesifik, karena zat yang bisa teroksidasi dapat menyebabkan hasil pemeriksaan lebih rendah. Asam urat, asam askorbat, bilirubin dan glutation menghambat reaksi karena zat-zat ini akan berkompetisi dengan kromogen bereaksi dengan hidrogen peroksida sehingga hasil pemeriksaan akan lebih rendah. Keunggulan dari metode glukosa oksidase adalah karena murah reagen dan hasil yang cukup memadai.

2) Metode Heksokinase

Prinsip : Heksokinase akan mengkatalis reaksi fosforilasi glukosa dengan ATP membentuk glukosa 6-fosfat dan ADP. Enzim kedua yaitu glukosa 6-fosfat dehidrogenase akan mengkatalis oksidasi glukosa 6-fosfat dengan nikolinamide adnine dinueleotide phosphate (NAPP+)



c. Metode Strip Tes (Reagen Kering)

Adalah alat pemeriksaan glukosa darah secara *invitro*, dapat dipergunakan untuk mengukur kadar glukosa darah secara kuantitatif, dan untuk *screening* pemeriksaan kadar glukosa darah. Sampel dapat dipergunakan darah segar kapiler atau darah vena, tidak dapat menggunakan sampel berupa plasma atau serum darah. Prinsip : Tes strip menggunakan enzim glukosa oksidase dan didasarkan pada teknologi biosensor yang spesifik untuk pengukuran glukosa, tes strip mempunyai bagian yang dapat menarik darah utuh dari lokasi pengambilan/tetes darah kedalam zona reaksi. Glukosa oksidase dalam zona reaksi kemudian akan mengoksidasi glukosa di dalam darah. Intensitas arus electron terukur oleh alat dan terbaca sebagai konsentrasi glukosa di dalam sampel darah.

2.2.5 Gejala - gejala Diabetes

1. Sering buang air kecil dengan volume yang banyak pada malam hari (poliuri)

Jika kadar gula darah melebihi Nilai ambang ginjal (> 180 mg/dl), maka gula akan keluar bersama urine. Untuk menjaga agar urine yang keluar (yang mengandung gula) tidak terlalu pekat tubuh akan menarik air sebanyak mungkin kedalam urine sehingga urine keluar dalam volume yang banyak dan kencingpun menjadi sering. Dalam keadaan normal, urine akan keluar sekitar 1,5 liter perhari, tetapi penderita diabetes tidak terkontrol.

2. Sering merasa haus dan ingin minum sebanyak-banyaknya (polidipsi)

Dengan banyaknya urine yang keluar, badan akan kekurangan air atau dehidrasi. Untuk mengatasi hal tersebut tubuh akan menimbulkan rasa haus sehingga ingin selalu minum banyak.

3. Nafsu makan meningkat (polifagi)

Pada penderita diabetes karna insulin bermasalah, pemasukan gula kedalam sel-sel tubuh kurang sehingga energi yang dibentuk menjadi kurang. Inilah sebabnya orang merasa kurang tenaga. Maka tubuh kemudian berusaha meningkatkan asupan makanan dengan menimbulkan rasa lapar. Maka, timbulah perasaan selalu ingin makan.

4. Berat badan turun dan menjadi kurus

Ketika tubuh tidak bisa mendapatkan energi yang cukup dari gula karena kekurangan insulin, tubuh akan bergegas mengelola lemak dan protein yang ada di dalam tubuh untuk diubah menjadi energi. Apabila hal tersebut berlangsung cukup lama, maka orang akan tampak kurus dan berat badannya akan turun karena masa lemak dan protein yang tersimpan di jaringan otot dan lemak menyusut. Pembuangan urine yang tidak terkendali pada penderita diabetes menyebabkan kehilangan urine sebanyak 500 gram glukosa dalam urine per 24 jam (setara dengan kehilangan 2000 kalori per hari dari tubuh). Hal ini tentu saja mengurangi berat badan yang drastis.

2.2.6 Tipe - tipe Diabetes Militus

1. DM Tipe-1

Faktor penyebab diabetes tipe-1 adalah infeksi virus atau reaksi auto-imun (rusaknya sistem kekebalan tubuh) yang merusak sel-sel penghasil insulin, yaitu sel β pada pankreas, secara menyeluruh. Oleh karena itu, pada tipe ini pankreas

sama sekali tidak dapat menghasilkan insulin. Untuk bertahan hidup, insulin harus diberikan dari luar dengan cara di suntikkan. Belum ada cara yang lain karena insulin akan dirusak asam lambung jika diminum. Biasanya, gejala dan tanda-tanda pada diabetes tipe-1 muncul secara mendadak.

2. DM Tipe-2

Dari seluruh penderita diabetes, jumlah penderita diabetes tipe-2 adalah yang paling banyak, yaitu sekitar 90-99%. Diabetes tipe-2 juga bisa disebut diabetes life style karena selain faktor keturunan, juga disebabkan gaya hidup yang tidak sehat. Diabetes tipe-2 berkembang sangat lambat, bisa sampai bertahun-tahun. Oleh karena itu, gejala dan tanda-tandanya seringkali tidak jelas. Penderita diabetes tipe-2 biasanya memiliki riwayat keturunan diabetes.

Faktor diabetes tipe-2, khususnya kegemukan di daerah perut, kurang bergerak, dan terlalu banyak makan dengan gizi yang tidak seimbang. Upaya penurunan berat badan, khususnya lemak tubuh, meningkatkan kepekaan sel akan insulin sehingga gula pun akan lebih mudah masuk sel yang menyebabkan kadar gula dalam darah akan turun. Selain itu energi dapat dibentuk dengan lebih baik. Penderita diabetes tipe-2 mutlak memerlukan suntikan insulin karena pankreasnya masih meghasilkan insulin.

3. DM Ibu Hamil (Diabetes gestasional)

Diabetes gestasional hanya akan terjadi pada seorang ibu yang sedang hamil. Diabetes ini muncul pada minggu ke - 24 (bulan keenam). Faktor risiko DM gestasional dapat diketahui dalam riwayat kehamilan yang mencurigakan diantaranya beberapa kali keguguran, riwayat pernah melahirkan anak mati tanpa sebab yang jelas, riwayat pernah melahirkan bayi 4000 gram, umur ibu hamil > 30

tahun, riwayat DM dalam keluarga, pernah mengalami diabetes gestasional pada kehamilan sebelumnya, obesitas, berat badan ibu waktu lahir > 5 kg, infeksi saluran kemih berulang-ulang selama hamil.

4. DM Pada Anak

DM tipe-1 yang menyerang anak-anak adalah kelainan sistemik yang terjadi akibat gangguan metabolisme glukosa yang ditandai oleh hiperglikemia kronik. Keadaan ini diakibatkan oleh kerusakan sel penghasil insulin di kelenjar liur lambung (pankreas) sehingga produksi insulin berkurang dan bahkan terhenti.

2.2.7 Faktor - faktor yang Mempengaruhi Tingginya Gula Darah

1. Faktor Makan

Makan secara berlebihan dan melebihi jumlah kadar kalori yang dibutuhkan oleh tubuh dapat memicu timbulnya diabetes militus, konsumsi makan yang berlebihan dan tidak diimbangi dengan sekresi insulin dalam jumlah yang memadai dapat menyebabkan kadar gula dalam darah meningkat dan menyebabkan diabetes (Hasdianah, 2012).

2. Faktor Kelebihan Berat Badan

Kelebihan berat badan atau kegemukan (obesitas) adalah pemicu timbulnya berbagai penyakit serius, termasuk diabetes militus akut. Orang yang berat badannya berlebihan biasanya mengalami kesulitan bergerak secara bebas sehingga kurang gerak ini bisa menjadi faktor terjadinya diabetes militus (Susilo & Wulandari, 2011).

3. Faktor Keturunan (genetik)

Diabetes militus dapat diwariskan dari orang tua kepada anak. Gen penyebab diabetes militus akan dibawah oleh anak jika orang tuanya menderita diabetes militus.

4. Faktor Usia

Semakin bertambahnya usia maka perubahan fisik dan penurunan fisiologi tubuh akan mempengaruhi konsumsi serta penyerapan zat gizi berlebih yang menyebabkan kegemukan dapat memicu terjadinya Diabetes Militus.

5. Bahan-bahan Kimia Dan Obat-Obatan Yang Dapat Merusak Pankreas

Bahan-bahan kimia dapat mengiritasi pankreas yang menyebabkan radang pankreas, radang pada pankreas akan mengakibatkan fungsi pankreas menurun sehingga tidak ada sekresi hormon-hormon untuk proses metabolisme tubuh termasuk insulin (Hasdianah, 2012).

6. Penyakit dan Infeksi Pada Pankreas

Infeksi mikroorganisme dan virus pada pankreas juga dapat menyebabkan radang pankreas yang otomatis akan menyebabkan fungsi pankreas turun sehingga tidak ada sekresi hormon-hormon untuk proses metabolisme tubuh termasuk insulin.

2.2.8 Peranan Kandungan Singkong Terhadap Kadar Glukosa Darah

Adanya kandungan Thiamin yang berperan dalam memperbaiki kerja reseptor insulin dan transporter glukosa dalam sel sehingga GLUT-4 dapat bertranslokasi ke membran sel membawa glukosa masuk ke intrasel dan kadar glukosa dalam darah dapat teregulasi dengan baik Dan Pengaruh saponin terhadap susunan membran sel dapat menghambat absorpsi molekul dan menimbulkan gangguan pada sistem transporter glukosa sehingga akan terjadi hambatan untuk

penyerapan glukosa serta antiosidan yang terkandung dalam singkong sebagai penangkal radikal bebas dan anti oksidan dalam singkong.

2.3 Tinjauan Tentang Mencit

Berikut adalah sistematika hewan coba mencit (*mus musculus*) berdasarkan taksonomi berikut :

Kingdom	: Anemalia
Phylum	: Chordata
Sub-phylum	: Vertebrata
Class	: Mamalia
Ordo	: Rodentia
Sub-ordo	: Myomorpha
Familia	: Muridae
Genus	: Mus
Spesies	: <i>Mus musculus</i>

Sebagai salah satu hewan percobaan mencit (*Mus musculus*) telah mengalami perkembangan yang pesat. Untuk mendapatkan aspek-aspek khusus yang diinginkan telah dilakukan berbagai upaya domestikasi, pemuliaan, dan rekayasa genetik dalam perkembangbiakannya, Mencit (*Mus musculus*) merupakan kelompok mamalia yang termasuk dalam ordo rodentia dan family muridae. Berikut adalah gambar mencit dapat dilihat pada Gambar 2.3 :



Gambar 2.3 Mencit (*Mus musculus*) Dokumen pribadi 2019

Hewan tersebut diduga sebagai mamalia terbanyak kedua di dunia setelah manusia, hewan ini sangat mudah menyesuaikan diri dengan perubahan tempat

yang dibuat manusia, bahkan jumlahnya yang hidup liar dalam hutan mungkin lebih sedikit daripada yang tinggal diperkotaan. Dari sekian banyak hewan percobaan, mencitlah yang paling banyak digunakan sebagai penelitian medis sekitar 60-80% karna murah dan berkembang biak dengan baik. Saat ini mencit juga dikembangkan menjadi hewan peliharaan.

Banyak keunggulan yang dimiliki oleh mencit sebagai hewan untuk percobaan, yaitu mempunyai kesamaan fisiologis dengan manusia, siklus hidup yang relatif pendek, jumlah kelahiran banyak, variasi sifat-sifatnya tinggi dan mudah dalam penanganan. Hewan tersebut memiliki kebiasaan aktif pada malam hari. Mencit memiliki tubuh yang panjang dan ramping, dan memiliki ekor meruncing yang sedikit ditutupi oleh rambut dan sisik. Mencit jantan dewasa memiliki berat tubuh sebesar 25 - 40 gram, sedangkan mencit betina dewasa memiliki berat tubuh sebesar 20 - 40 gram (Maharani, 2012).

Hewan percobaan ini biasanya diberi makanan berbentuk pelet, kotak berbentuk seperti kotak sepatu tertutup yang dilengkapi tempat makan di atasnya, dan perlu diperhatikan juga bahwa mencit laboratorium tidak boleh dalam keadaan tanpa air minum. Biasanya air diberikan dalam wadah berupa botol yang di tutupnya terdapat pipa gelas atau logam panjang untuk menyalurkan air dan mempermudah minum. Alas tidur juga harus mampu menyerap air dan tidak mengandung bahan atau zat-zat yang dapat membahayakan hewan percobaan dan dapat mengganggu proses penelitian. Biasanya di daerah tropis menggunakan serbuk gergaji atau sekam padi sebagai alas tidur.

Tabel 2.2 Data Biologis Mencit

No.	Kriteria	Nilai
1	Lama Hidup	1,5 - 3 Tahun
2	Lama Produksi Ekomonis	9 Bulan
3	Lama Bunting	18 - 22 Hari
4	Kawin Sesudah Beranak	1 - 24 Jam
5	Umur Disapih	21 Hari
6	Umur Dewasa	24 - 36 Hari
7	Umur Dikawinkan	8 Minggu
8	Berat Dewasa	30 - 40 Gr Jantan, 18 - 35 Gr Betina
9	Berat Dilahirkan	0,5 - 1,5 Gram
10	Jumlah Anak	Rata - Rata 6 – 15
11	Suhu	36,5 - 38,0 °C
12	Pernafasan	140 - 180/Mencit
13	Denyut Jantung	600 - 650/Mencit
14	Tekanan Darah	130 - 160 Sistol, 102 - 110 Diastol
15	Volume Darah	76 - 80 ml/Kg BB
16	Sel Darah Merah	6,86 - 11,7 x 10 ⁶ /mm ³
17	Sel Darah Putih	12,1 - 15,9 x 10 ⁶ /mm ³
18	Trombosit	150 - 400 x 10 ³ /mm ³
19	Hematokrit	33,1 - 49,9 %
20	Eosinofil	0,29 - 0,41 x 10 ³ /mm ³
21	Hemoglobin	10,7 - 11,6 mg/dl
22	Konsumsi Pakan	4 - 8 gram per hari
23	Glukosa	62,8 - 176 mg/dl
24	Kolesterol	26,0 - 82,4 mg/dl
25	Total Protein	4,00 - 8,62 g/dl
26	Albumin	2,52 - 4,84 mg/dl
27	SGOT	23,2 - 48,4 IU/l
28	SGPT	2,10 - 23,8 IU/l

2.4 Hipotesis

Berdasarkan teori diatas maka hipotesis yang diambil yaitu ada pengaruh pemberian singkong kukus (*Manihot esculenta*) terhadap kadar glukosa darah pada mencit (*Mus musculus*).