

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Diabetes Melitus

1. Definisi

Diabetes Mellitus (DM) merupakan penyakit yang disebabkan oleh gangguan metabolisme yang ditandai dengan peningkatan gula darah yang disebut dengan kondisi hiperglikemia (ADA, 2018). DM merupakan penyakit yang tersembunyi sebelum muncul gejala yang tampak seperti mudah lapar, haus dan sering buang air kecil. Gejala tersebut seringkali disadari ketika penderita sudah merasakan keluhan, sehingga disebut dengan the silent killer (Isnaini & Ratnasari, 2018).

2. Etiologi

Table 2.1 Etiologi Diabetes Melitus

Tipe 1	Destruksi sel beta, umumnya menjurus ke defisiensi insulin absolut <ul style="list-style-type: none">• Autoimun• Idiopatik
Tipe 2	Bervariasi, mulai yang dominan resistensi insulin disertai defisiensi insulin relatif sampai yang dominan defek sekresi insulin disertai resistensi insulin.
Tipe lain	<ul style="list-style-type: none">• Defek genetik fungsi sel beta• Defek genetik kerja insulin• Penyakit eksokrin pankreas• Endokrinopati• Karena obat atau zat kimia• Infeksi• Sebab imunologi yang jarang• Sindrom genetik lain yang berkaitan dengan DM

Sumber : Konsensus Perkeni, 2015

3. Patogenesis

Patofisiologi DM menurut Konsensus Perkeni (2015) adalah sebagai berikut:

Resistensi insulin pada otot dan liver serta kegagalan sel beta pankreas telah dikenal sebagai patofisiologi kerusakan sentral dari DM tipe-2 belakangan

diketahui bahwa kegagalan sel beta terjadi lebih dini dan lebih berat dari pada yang diperkirakan sebelumnya. Selain otot, liver dan sel beta, organ lain seperti: jaringan lemak (meningkatnya lipolisis), gastrointestinal (defisiensi incretin), sel alpha pancreas (hiperglukagonemia), ginjal (peningkatan absorpsi glukosa), dan otak (resistensi insulin). Secara garis besar patogenesis DM tipe-2 disebabkan oleh delapan hal (omnious octet) berikut :

- a. Kegagalan sel beta pancreas: Pada saat diagnosis DM tipe-2 ditegakkan, fungsi sel beta sudah sangat berkurang. Obat anti diabetic yang bekerja melalui jalur ini adalah sulfonilurea, meglitinid, GLP-1 agonis dan DPP-4 inhibitor.
- b. Liver: Pada penderita DM tipe-2 terjadi resistensi insulin yang berat dan memicu gluconeogenesis sehingga produksi glukosa dalam keadaan basal oleh liver (HGP = hepatic glucose production) meningkat. Obat yang bekerja melalui jalur ini adalah metformin, yang menekan proses gluconeogenesis.
- c. Otot: Pada penderita DM tipe-2 didapatkan gangguan kinerja insulin yang multiple di intramioselular, akibat gangguan fosforilasi tirosin sehingga timbul gangguan transport glukosa dalam sel otot, penurunan sintesis glikogen, dan penurunan oksidasi glukosa. Obat yang bekerja di jalur ini adalah metformin, dan tiazolidindion.
- d. Sel lemak: Sel lemak yang resisten terhadap efek anti lipolisis dari insulin, menyebabkan peningkatan proses lipolysis dan kadar asam lemak bebas (FFA= Free Fatty Acid) dalam plasma. Peningkatan FFA akan merangsang proses glukoneogenesis, dan mencetuskan resistensi insulin di liver dan otot. FFA juga akan mengganggu sekresi insulin. Gangguan yang disebabkan oleh FFA ini disebut sebagai lipotoxicity. Obat yang bekerja di jalur ini adalah tiazolidindion.
- e. Usus: Glukosa yang ditelan memicu respon insulin jauh lebih besar dibanding kalau diberikan secara intravena. Efek yang dikenal sebagai efek incretin ini diperankan oleh 2 hormon GLP-1 (glucagon like polypeptide 1) dan GIP (glucose dependent insulinotrophic polypeptide atau disebut juga gastric inhibitory polypeptide). Pada penderita DM tipe 2 didapatkan defisiensi GLP-1 dan resisten terhadap GIP. Disamping hal tersebut incretin segera dipecah oleh keberadaan enzim DPP-4, sehingga hanya bekerja dalam beberapa menit. Obat yang bekerja menghambat kinerja DPP-4 adalah kelompok DPP-4 inhibitor. Saluran pencernaan juga mempunyai peran dalam penyerapan karbohidrat melalui kinerja enzim alfa-glukosidase yang memecah polisakarida menjadi monosakarida yang kemudian diserap oleh

usus dan berakibat meningkatkan glukosa darah setelah makan. Obat yang bekerja untuk menghambat kinerja enzim alfa-glukosidase adalah akarbosa.

- f. Sel Alpha Pancreas: Sel- α pancreas merupakan organ ke-6 yang berperan dalam hiperglikemia dan sudah diketahui sejak 1970. Sel- α berfungsi dalam sintesis glukagon yang dalam keadaan puasa kadarnya didalam plasma akan meningkat. Peningkatan ini menyebabkan HGP dalam keadaan basal meningkat secara signifikan dibanding individu yang normal. Obat yang menghambat sekresi glukagon atau menghambat reseptor glukagon meliputi GLP-1 agonis, DPP4 inhibitor dan amylin.
- g. Ginjal: Ginjal merupakan organ yang diketahui berperan dalam pathogenesis DM tipe 2. Ginjal memfiltrasi sekitar 163 gram glukosa sehari. Sembilan puluh persen dari glukosa terfiltrasi ini akan diserap kembali melalui peran SGLT-2 (Sodium Glucose co Transporter) pada bagian convulated tubulus proksimal. Sedang 10% sisanya akan di absorpsi melalui peran SGLT-1 pada tubulus desenden dan asenden, sehingga akhirnya tidak ada glukosa dalam urine. Pada penderita DM terjadi peningkatan ekspresi gen SGLT-2. Obat yang menghambat kinerja SGLT-2 ini akan menghambat penyerapan kembali glukosa di tubulus ginjal sehingga glukosa akan dikeluarkan lewat urine. Obat yang bekerja di jalur ini adalah SGLT-2 inhibitor. Dapaglifozin adalah salah satu contoh obatnya.
- h. Otak : Insulin merupakan penekan nafsu makan yang kuat. Pada individu yang obesitas baik yang DM maupun non-DM, didapatkan hiperinsulinemia yang merupakan mekanisme kompensasi dari resistensi insulin. Pada golongan ini asupan makanan justru meningkat akibat adanya resistensi insulin yang juga terjadi di otak. Obat yang bekerja di jalur ini adalah GLP-1 agonis, amylin dan bromokriptin.

4. Klasifikasi Diabetes Melitus

Berdasarkan ADA (2013), DM dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Diabetes Melitus tipe 1 atau Insulin Dependent Diabetes Melitus (IDDM).
DM tipe 1 terjadi karena adanya destruksi sel beta pankreas karena sebab autoimun. Pada DM tipe ini terdapat sedikit atau tidak sama sekali sekresi insulin yang dapat ditentukan dengan level protein c-peptida yang jumlahnya sedikit atau tidak terdeteksi sama sekali. Manifestasi klinik pertama dari penyakit ini adalah ketoasidosis.
- b. Diabetes Melitus tipe 2 atau Non Insulin Dependent Diabetes Melitus (NIDDM).

Pada penderita DM tipe ini terjadi hiperinsulinemia tetapi insulin tidak bisa membawa glukosa masuk ke dalam jaringan karena terjadi resistensi insulin yang merupakan turunya kemampuan insulin untuk merangsang pengambilan glukosa oleh jaringan perifer dan untuk menghambat produksi glukosa oleh hati. Oleh karena terjadinya resistensi insulin (reseptor insulin sudah tidak aktif karena dianggap kadarnya masih tinggi dalam darah) akan mengakibatkan defisiensi relatif insulin. Hal tersebut dapat mengakibatkan berkurangnya sekresi insulin pada adanya glukosa bersama bahan sekresi insulin lain sehingga sel beta pankreas akan mengalami desensitisasi terhadap adanya glukosa.

c. Diabetes Mellitus tipe lain

DM tipe ini terjadi karena etiologi lain, bisa jadi dikarenakan genetik fungsi sel beta, penyakit metabolik endokrin lain. Infeksi virus atau penyakit autoimun dan kelainan genetik lainnya.

d. Diabetes Melitus Gestational

DM tipe ini terjadi selama masa kehamilan, dimana intoleransi glukosa didapati pertama kali pada masa kehamilan, biasanya pada trimester kedua dan ketiga. DM gestasional berhubungan dengan meningkatnya komplikasi perinatal. Penderita DM gestasional memiliki risiko lebih besar untuk menderita DM yang menetap dalam jangka waktu 5-10 tahun setelah melahirkan.

5. Faktor Risiko

Faktor Risiko Diabetes Melitus Faktor risiko diabetes sama dengan faktor risiko untuk intoleransi glukosa yaitu :

a. Faktor Risiko yang Tidak Bisa Dimodifikasi

- Ras dan etnik
- Riwayat keluarga dengan DM
- Umur: Risiko untuk menderita intoleransi glukosa meningkat seiring dengan meningkatnya usia. Usia >45 tahun harus dilakukan pemeriksaan DM.
- Riwayat melahirkan bayi dengan BB lahir bayi >4000 gram atau riwayat pernah menderita DM gestasional (DMG).
- Riwayat lahir dengan berat badan rendah, kurang dari 2,5 kg. Bayi yang lahir dengan BB rendah mempunyai risiko yang lebih tinggi dibanding dengan bayi yang lahir dengan BB normal.

b. Faktor Risiko yang Bisa Dimodifikasi

- Berat badan lebih (IMT ≥ 23 kg/m²).
- Kurangnya aktivitas fisik
- Hipertensi (>140/90 mmHg)
- Dislipidemia (HDL < 35 mg/dl dan/atau trigliserida >250 mg/dl)
- Diet tak sehat (unhealthy diet). Diet dengan tinggi glukosa dan rendah serat akan meningkatkan risiko menderita prediabetes/intoleransi glukosa dan DMT2.

c. Faktor Lain yang Terkait dengan Risiko Diabetes Melitus

- Penderita Polycystic Ovary Syndrome (PCOS) atau keadaan klinis lain yang terkait dengan resistensi insulin
- Penderita sindrom metabolik yang memiliki riwayat toleransi glukosa terganggu (TGT) atau glukosa darah puasa terganggu (GDPT) sebelumnya.
- Penderita yang memiliki riwayat penyakit kardiovaskular, seperti stroke, PJK, atau PAD (Peripheral Arterial Diseases).

6. Penatalaksanaan Diabets Melitus

Tujuan terapeutik pada setiap tipe DM adalah mencapai kadar glukosa darah normal (euglikemia) tanpa terjadinya hipoglikemia dan gangguan serius pada pola aktivitas pasien. Menurut Konsensus Perkeni 2015, ada empat pilar penatalaksanaan DM.

a. Edukasi

Edukasi dengan tujuan promosi hidup sehat, perlu selalu dilakukan sebagai bagian dari upaya pencegahan dan merupakan bagian yang sangat penting dari pengelolaan DM secara holistik. Pengelolaan mandiri DM secara optimal membutuhkan partisipasi aktif pasien dalam merubah perilaku yang tidak sehat. Tim kesehatan harus mendampingi pasien dalam perubahan perilaku tersebut, yang berlangsung seumur hidup.

b. Terapi Nutrisi Medis (TNM)

Prinsip pengaturan makan pada penyandang DM hampir sama dengan anjuran makan untuk masyarakat umum, yaitu makanan yang seimbang dan sesuai dengan kebutuhan kalori dan zat gizi masing-masing individu. Penyandang DM perlu diberikan penekanan mengenai pentingnya keteraturan jadwal makan, jenis dan jumlah kandungan kalori, terutama pada mereka yang menggunakan obat yang meningkatkan sekresi insulin atau terapi insulin itu sendiri.

c. Latihan Jasmani

Kegiatan jasmani sehari-hari dan latihan jasmani secara teratur (3-5 hari seminggu selama sekitar 30-45 menit , dengan total 150 menit perminggu, dengan jeda antar latihan tidak lebih dari 2 hari berturut-turut. Latihan jasmani yang dianjurkan berupa latihan jasmani yang bersifat aerobik dengan intensitas sedang (50-70% denyut jantung maksimal) seperti jalan cepat, bersepeda santai, Jogging dan berenang. Denyut jantung maksimal dihitung dengan cara = 220-usia pasien

d. Terapi Farmakologi

Pada DM tipe II, insulin mungkin diperlukan sebagai terapi jangka panjang untuk mengendalikan kadar glukosa darah, jika diet dan obat hipoglikemia oral tidak berhasil mengontrolnya. Disamping itu, sebagian pasien DM tipe II yang biasanya mengendalikan kadar glukosa darah dengan diet dan obat kadang membutuhkan insulin secara temporer selama mengalami sakit, infeksi, kehamilan pembedahan atau beberapa kejadian stres lainnya.

B. Diversifikasi Pangan

Menurut Tjokprawiro (2012) menyatakan dalam melaksanakan diet Diabetes Melitus sehari-hari hendaknya diikuti pedoman 3J (Jumlah, Jenis dan Jadwal). Salah satu cara yang dapat dilakukan oleh penderita diabetes melitus untuk mengontrol glukosa darah yaitu dengan mengubah jenis makanan ke pangan alternatif sebagai bentuk diversifikasi pangan. Diversifikasi pangan merupakan upaya penganeekaragaman pola konsumsi pangan masyarakat. Program diversifikasi pangan meliputi kegiatan pemanfaatan sumber daya alam hayati di Indonesia serta bentuk upaya promosi kepada masyarakat dalam mengonsumsi makanan yang beragam.

Dalam upaya memacu diversifikasi pangan, sorgum dan singkong merupakan salah satu alternatif yang dapat dipilih.

1. Singkong

a. Definisi

Singkong atau ubi kayu (*Manihot esculenta*) merupakan komoditas penting dalam industri pangan dan industri kimia sebagai salah satu sumber karbohidrat yang baik bagi tubuh. Singkong merupakan salah satu varietas umbi yang tidak asing bagi masyarakat Indonesia. Hal ini karena keberadaannya dapat disejajarkan dengan beras dan jagung yang merupakan bahan pokok sebagian besar masyarakat Indonesia. Ubi kayu

atau singkong merupakan tanaman yang berasal dari benua Amerika, tepatnya dari Negara Brazil. Penyebarannya hampir ke seluruh dunia, antara lain Afrika, Madagaskar, India, dan Tiongkok. Ubi kayu diperkirakan masuk ke Indonesia pada tahun 1852 (Rahmawati, 2010).

Selain kandungan karbohidrat yang tinggi, singkong juga mengandung protein, lemak, mineral, vitamin B, vitamin K, serat dan merupakan bahan makanan dengan kandungan kalori yang sangat tinggi (Uhan, 2013).

b. Klasifikasi Singkong

Menurut (Uhan, 2013), klasifikasi tanaman singkong adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae (tumbuhan)

Divisi : Magnoliophyta (tumbuhan yang memiliki bunga)

Kelas : magnoliopsida (tumbuhan dengan biji berkeping dua)

Ordo : Euphorbiales

Familia: Euphorbiaceae

Genus : Manihot

Species: Manihot esculenta Crantz



Gambar 1. Singkong

c. Kandungan Gizi Singkong

Tabel 2.2 Kandungan Zat Gizi Singkong/100 gram

Singkong	Energi (kkal)	Protein (g)	Lemak (g)	KH (g)	Serat (g)
	131	1,1	0,3	31,9	1,5

Sumber : Nutrisurvey, 2017

Singkong mengandung 40% serat larut, yang sebagian besar terdiri dari asam uronat, pektin dan β -glukan, sedangkan fraksi tak larut kaya akan selulosa dan lignin. Kandungan tersebut memiliki efek hipokolesterolemik dan hipoglikemik yang diperlukan dalam manajemen diabetes. Serat memiliki kemampuan untuk mengikat asam empedu dan mencegah reabsorpsi di hati

sehingga menghambat sintesis kolesterol. Struktur serat makanan yang ganas dan berserat dapat mengontrol pelepasan glukosa seiring waktu dalam darah, sehingga membantu dalam pengendalian dan pengelolaan diabetes mellitus dan obesitas yang tepat.

d. Varietas Unggul Singkong

Table 2.3 Varietas Singkong

Varietas	Umur (bulan)	Hasil (t/ha)	Kadar pati (%)	Kadar HCN (ppm)	keterangan
Adira 1	7-10	22	45	27,5	Agak tahan tungau merah
Adira 2	8-12	22	41	124	Agak tahan tungau merah
Adira 4	10	35	18-22	68	Agak tahan tungau merah
Malang 1	9-10	36	32-36	<40	Toleran tungau merah
Malang 2	8-10	31	32-36	<40	Agak peka tungau merah
Darul Hidayah	8-12	31	25-31	<40	Agak peka tungau merah
UJ 3	8-10	30	20-27	-	Agak tahan CBB
UJ 5	9-10	32	19-30	-	Agak tahan CBB
Malang 4	9	39	25-32	>100	Agak peka tungau
Malang 6	9	36	25-32	>100	Agak peka tungau

Sumber : Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2012

e. Penelitian Pendukung

Dalam artikel penelitiannya (Bonaventure et al, 2018) menyebutkan bahwa serat larut dalam singkong termasuk asam uronat, pektin dan β -glukan. Memiliki nilai nutraceutical termasuk efek hipokolesterolemia dan hipoglikemik yang diperlukan dalam manajemen diabetes. Ini dapat diekstraksi untuk menghasilkan suplemen serat makanan alami yang menurunkan LDL plasma, VLDL-kolesterol dan trigliserida dan glukosa darah. Berpotensi meningkatkan ekonomi pertanian dan nilai gizi medis singkong.

Ratna et al, 2018 dalam penelitiannya tentang Diversifikasi Pangan Singkong sebagai Pangan Fungsional Berbasis Non Beras, membuat

berbagai produk berbahan singkong seperti beras analog singkong dan tiwul instan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beras analog singkong memiliki serat sebesar 4,72% dan energi sebesar 349,38 g, sedangkan tiwul instan mengandung serat sebesar 3,07% dan energi 309,37 g. Hasil penelitian ini juga menunjukkan nilai GI terendah diperoleh pada beras analog (56) dibandingkan dengan tiwul instan (59) dihasilkan dari perbedaan pengolahan. Bahan makanan tidak memiliki nilai GI yang pasti karena struktur dan komposisi nutrisi dapat berubah selama pemrosesan. Bahan makanan yang sama mungkin memiliki GI yang berbeda jika diproses dengan cara yang berbeda.

Menurut penelitian Fahmi (2015) yang dilakukan pada orang sehat, pemberian pangan nasi dan singkong sebanyak 100 gram menunjukkan bahwa kadar glukosa darah setelah mengkonsumsi nasi putih lebih tinggi dibanding dengan kadar glukosa setelah mengkonsumsi singkong. Kadar glukosa setelah mengkonsumsi nasi putih meningkat dari menit ke 30 dan 60 sebesar 126,7 mg/dl dan 133,5 mg/dl. Sedangkan kadar glukosa setelah mengkonsumsi singkong menurun dari menit 30 ke 60 sebesar 118,5 mg/dl menjadi 106,2 mg/dl.

Menurut penelitian Satyajaya dkk (2017) yang dilakukan pada 22 penderita diabetes mellitus tipe 2 berupa pemberian 150 g nasi putih dan nasi seger dari singkong menunjukkan bahwa kadar glukosa darah 2 jam post prandial seseorang yang mengkonsumsi nasi siger sebesar 89 mg/dL dari 77 mg/dL lebih rendah dibandingkan dengan nasi putih 95 mg/dL dari 79 mg/dL.

Menurut penelitian Rahman dkk (2017) yang dilakukan pada tikus wistar dislipidemia, pemberian susu singkong variasi 20% dan 40% biji pepaya dapat menurunkan kadar kolesterol sebesar 60,45% selama 32 hari sesudah dilakukan intervensi.

2. Sorgum

a. Definisi

Sorgum merupakan komoditas biji-bijian penting keempat setelah gandum, padi dan jagung. Sorgum yang dibudidayakan di Indonesia mempunyai nama ilmiah *Sorgum bicolor (L) Moench* dan dapat dikembangkan mulai dari dataran rendah sampai dengan ketinggian sekitar 700 mdpl. Salah satu kelebihan sorgum dibandingkan jagung adalah, ia tahan kekeringan. Areal yang berpotensi untuk pengembangan sorgum di Indonesia sangat luas meliputi daerah beriklim kering atau musim hujannya pendek

serta tanah yang kurang subur. Daerah penghasil sorgum adalah Jawa Tengah (Purwodadi, Pati, Demak, Wonogiri), Daerah Istimewa Yogyakarta (Gunung Kidul, Kulon Progo), Jawa Timur (Lamongan, Bojonegoro, Tuban, Probolinggo) dan sebagian Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur (Hermawan, 2013).

b. Klasifikasi Sorghum

Klasifikasi ilmiah tanaman sorgum menurut Iriani dan Makkulawu (2013) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Liliopsida
Ordo : Poales
Famili : Poaceae
Genus : Sorghum
Spesies : Sorghum bicolor



Gambar 2. Biji Sorgum

c. Kandungan Gizi Sorghum

Tabel 2.4 Kandungan Zat Gizi Sorghum/100 gram

Sorghum	Energi (kkal)	Protein (g)	Lemak (g)	KH (g)	Serat (g)	Abu (g)
	329	10,4	3,1	70,7	2	1,6

Sumber : Direktorat Gizi, 1992 dalam Suarni, 2012

Sorghum merupakan bahan makanan bebas gluten sehingga dapat dikonsumsi oleh penderita penyakit seliak. Nutrisi penting sorgum meliputi asam fenolik, flavanoid, dan tanin. Serta memiliki nilai indeks glikemik yang rendah dapat mengendalikan HbA1C dan glukosa darah pada subjek serta menghambat enzim pencernaan yaitu α -glukosidase dan α -amylase, serat makanan tinggi yang dapat memberikan efek hipoglikemik dan menurunkan

kadar glukosa darah postprandial karena memiliki daya cerna yang lambat, memperlambat pengosongan lambung.

d. Varietas Unggul Sorgum

Ada beberapa varietas unggul sorgum yang ada di Indonesia menurut Kementerian Pertanian Republik Indonesia pada tahun 2019, yaitu:

a. Kawali

- Umur panen 100-110 hari.
- Tinggi tanaman 135 cm.
- Malai kompak, berbentuk elips, Panjang 28-29 cm.
- Biji dan sekam berwarna krem, mudah rontok.
- Bobot 1.000 biji 30 g.
- Potensi hasil 4,0-5,0 t/ha, rata-rata hasil 2,96 ton/ha.
- Kadar protein biji 8,8%, kadar lemak 2,0%, dan kadar karbohidrat 87,9%.
- Tahan rebah, tahan penyakit karat dan bercak daun, agak tahan hama aphid.
- Dapat ditanam di lahan sawah dan tegalan

b. Numbu

- Umur panen 100-105 hari.
- Tinggi tanaman +- 187 cm.
- Malai kompak, berbentuk elips, Panjang 22-23 cm.
- Biji berwarna krem, sekam coklat muda, dan mudah rontok.
- Bobot 1.000 biji berkisar 36-37 g.
- Potensi hasil 4,0-5,0 t/ha, rata-rata 3,1 t/ha.
- Kadar protein biji 9,1%, kadar lemak 3,9%, dan kadar karbohidrat 84,6%.
- Tahan rebah, tahan hama aphid, tahan penyakit karat dan bercak daun.
- Dapat ditanam di lahan sawah dan tegalan.

c. Super 1

- Merupakan sorgum manis.
- Umur panen 105-110 hari.
- Tinggi tanaman rata-rata 204,8 cm.
- Malai kompak, berbentuk lonjong, Panjang rata-rata 26,7 cm.
- Biji berwarna putih, sekam coklat muda, mudah rontok.
- Bobot 1.000 biji rata-rata 28 g.

- Potensi hasil 5,7 t/ha, rata-rata hasil 2,6 t/ha.
- Potensi produksi etanol 4.380 liter/ha, rata-rata 2.851 liter/ha.
- Kadar protein biji 12,9%, kadar lemak 2,2%, kadar karbohidrat 71,3%, kadar gula (brix) 13,5%, kadar tanin 0,11%.
- Tahan rebah, tahan hama aphis, tahan penyakit karat daun dan hawar daun.
- Cocok ditanam pada musim kering dan beradaptasi pada lingkungan yang luas.

d. Super 2

- Termasuk sorgum manis.
- Umur panen 105-120 hari.
- Tinggi tanaman 229,7 cm.
- Malai berserak, simetris, panjang 26,3 cm.
- Biji berwarna krem kemerahan, warna sekam putih-krem (depan) dan coklat (belakang).
- Bobot 1.000 biji 30,1 g (kadar air 10%).
- Potensi hasil 6,3 t/ha, rata-rata hasil 3,0 t/ha.
- Potensi produksi etanol 3.941 liter/ha, rata-rata 2.766 liter/ha.
- Kadar protein biji 9,2%, kadar lemak 3,1%, kadar karbohidrat 75,6%, kadar gula (brix) 12,7%, dan kadar tanin 0,3%.
- Tahan rebah, tahan hama aphis, tahan penyakit karat daun dan hawar daun, agak tahan antraknose.
- Cocok ditanam pada musim kering dan beradaptasi pada lingkungan yang luas.

e. Suri 3 Agritan

- Umur panen 100-105 hari.
- Tinggi tanam +- 187 cm.
- Malai kompak, berbentuk elips, panjang 22-23 cm.
- Biji berwarna krem, sekam coklat muda, dan mudah rontok.
- Bobot 1.000 biji 36-37 g.
- Potensi hasil 4,0-5,0 t/ha, rata-rata 3,11 t/ha.
- Kadar protein biji 9,1%, kadar lemak 3,9%, dan kadar karbohidrat 84,6%.
- Tahan rebah, tahan hama aphis, tahan penyakit karat dan bercak daun.
- Dapat ditanam di lahan sawah dan tegalan.

f. Suri 4 Agritan

- Umur panen 95 hari.
- Tinggi tanam +- 239 cm.
- Malai kompak, simetris, Panjang 29,7 cm.
- Biji cokelat tua kemerahan, sekam kuning muda, tidak mudah rontok.
- Bobot 1.000 biji 32,4 g.
- Potensi hasil 5,7 t/ha, rata-rata 4,8 t/ha.
- Kadar protein biji 15,42%, kadar lemak 3,96%, kadar karbohidrat 64,93%, kadar gula (brix) 15,5%, kadar tanin 0,13%.
- Tahan rebah, tahan hama aphid, agak tahan penyakit antraknose dan bercak daun.
- Beradaptasi baik pada lingkungan optimal.
- Potensial untuk pangan dan bahan baku energi.

e. Penelitian Pendukung

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh (Adistya, 2006) nilai indeks glikemik nasi sorghum A sebesar 41. Maka, nasi sorghum A dapat digolongkan sebagai makanan ber-indeks glikemik rendah (<55). Bila nilai IG perorangan dihitung dahulu kemudian dirata-rata didapat IG nasi sorghum sebesar 45. Nilai IG yang rendah disebabkan karena kemampuan tanin untuk berikatan dengan protein dan polisakarida. Tanin akan membentuk kompleks dengan enzim amilase (protein) yang akan mengakibatkan turunnya aktifitas dari amilase. Hal tersebut akan mengakibatkan turunnya kemampuan tubuh untuk memecah karbohidrat, sehingga tidak mengakibatkan kenaikan gula darah yang tinggi dalam waktu singkat. Semakin banyak tanin, maka akan semakin banyak pula enzim amilase yang terkompleks sehingga akan makin menurunkan kemampuan tubuh untuk mencerna karbohidrat. Selain itu, tanin juga dapat berikatan dengan karbohidrat yang mengakibatkan karbohidrat menjadi lebih sulit untuk dipecah tubuh.

Dalam penelitian yang dilakukan oleh (Diyah et al, 2016) sorghum kukus mempunyai kadar glukosa/100 g bahan sebesar 7,34 g dan IG 43. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Dewi Arini (2020) pada tikus wistar diabetes melitus, pemberian tepung sorgum sebanyak 5 g dan pakan standar sebanyak 15 g. Campuran tersebut dicetak dalam bentuk pellet terbukti dapat

menurunkan kadar glukosa tikus wistar diabetes mellitus sebesar 56,40% dari 267,06 mg/dl menjadi 116,43 mg/dl.

C. Glukosa Darah

Pada suatu saat kadar glukosa dalam tubuh dapat mengalami peningkatan. Kelebihan kadar glukosa dalam darah disebut hiperglikemia. Hiperglikemia adalah keadaan dimana kadar gula darah melonjak atau berlebihan, yang akhirnya akan menjadi penyakit yang disebut Diabetes Melitus (DM) yaitu suatu kelainan yang terjadi akibat tubuh kekurangan hormone insulin (Prasetyo & Teti, 2015). Maka perlunya pengontrolan kadar glukosa darah dengan mengonsumsi makanan yang tinggi serat, serat memiliki fungsi untuk mencegah dan memperbaiki keadaan hiperglikemik. Pada serat larut air dapat membentuk gel yang dapat memperlambat pengosongan lambung, memperlambat transit di usus kecil, dan menurunkan difusi glukosa sehingga dapat menurunkan glukosa darah postprandial. Sedangkan pada serat tak larut air dapat mempercepat pelepasan hormon incretin yang menstimulasi produksi insulin dan pembentukan asam lemak rantai pendek melalui fermentasi sehingga terjadi penurunan glukosa darah (Dewi et al, 2020).

1. Definisi Glukosa Darah

Glukosa darah merupakan gula yang terdapat dalam darah yang berasal dari karbohidrat dalam makanan dan disimpan sebagai glikogen dihati dan otot rangka. Glukosa darah berfungsi sebagai penyedia energi tubuh dan jaringan- jaringan dalam tubuh (Widyastuti, 2011). Kadar glukosa juga dipengaruhi berbagai faktor dan hormone insulin yang dihasilkan kelenjar pankreas, sehingga hati dapat mengatur kadar glukosa dalam darah (Ekawati, 2012).

Glukosa darah dibagi menjadi dua yaitu hiperglikemia dan hipoglikemia. Hiperglikemia bisa terjadi karena asupan karbohidrat dan glukosa yang berlebihan. Beberapa tanda dan gejala dari hiperglikemia yaitu peningkatan rasa haus, nyeri kepala, sulit konsentrasi, pengelihatn kabur, peningkatan frekuensi berkemih, letih, lemah, penurunan berat badan. Sedangkan hipoglikemia juga bisa terjadi karena asupan karbohidrat dan glukosa kurang. Beberapa tanda dan gejala dari hipoglikemia yaitu gangguan kesadaran, gangguan penglihatan, gangguan daya ingat, berkeringat, tremor, palpitasi, takikardia, gelisah, pucat, kedinginan, gugup, rasa lapar (M.Mufti dkk, 2015).

2. Metabolisme

Metabolisme merupakan proses reaksi kimia yang terjadi di dalam tubuh makhluk hidup. Proses yang melibatkan banyak enzim didalamnya, sehingga terjadi

penukaran bahan dan energi. Dibawah ini metabolisme yang mempengaruhi kadar glukosa darah yang terjadi didalam tubuh yaitu : (Widyastuti, 2011).

a. Metabolisme karbohidrat

Karbohidrat dalam makanan diubah menjadi glukosa, galaktosa, dan fruktosa disalurkan cerna. Monosakarida diserap usus, masuk kedalam darah, dan berpindah ke jaringan dimana zat itu dimetabolis. Setelah dibawa kedalam sel, glukosa mengalami fosforilasi oleh heksokinase menjadi glukosa 6-fosfat. Glukosa 6- fosfat kemudian masuk kesejumlah jalur metabolik. Tiga jalur yang terdapat jenis sel yaitu glikolisis, jalur pentosa fosfat, dan sintesis glikogen. Jaringan, fruktosa dan galaktosa diubah menjadi zat antara metabolisme glukosa. Dengan demikian nasib gula-gula ini sejajar dengan nasib yang dialami glukosa.

Glukosa 6-fosfat adalah jalur glikolisis yang merupakan sumber ATP untuk semua jenis sel. Sel yang tidak memiliki mitokondria tidak dapat mengoksidasi bahan bakar lain. Sel tersebut menghasilkan ATP dan glikolisis aerobik. Sel yang memiliki mitokondria mengoksidasi glukosa menjadi CO_2 dan H_2O melalui glikolisis dan siklus asam trikarboksilat.

Glukosa 6-fosfat juga mengoksidasi melalui jalur pentosa fosfat yang menghasilkan NADPH. Glukosa 6-fosfat juga diubah menjadi UDP glukosa yang mempunyai banyak fungsi dalam sel. Nasib utama UDP glukosa adalah sintesis glikogen (polimer untuk menyimpan glukosa). Sel memiliki glikogen sebagai pemasok glukosa, simpanan terbesar glikogen adalah otot dan hati. Glikogen di otot digunakan untuk menghasilkan ATP selama kontraksi otot. Glikogen hati digunakan untuk mempertahankan kadar glukosa darah (Marks dkk, 2000).

b. Metabolisme glukosa

Glukosa darah diserap oleh dinding usus masuk aliran darah lalu masuk hati dan disintesis menghasilkan glikogen. Glikogen dioksidasi menjadi CO_2 dan H_2O atau dilepas dibawa aliran darah ke dalam sel tubuh yang memerlukan. Glukosa darah dari sirkulasi ke dalam sel tidak terjadi penumpukan glukosa di dalam aliran glukosa darah. Kadar glukosa dikendalikan hormon yang dihasilkan oleh sel beta *langerhans* dari pancreas yaitu hormon insulin.

Hormon insulin yang tersedia kurang dari kebutuhan maka glukosa menumpuk dalam sirkulasi darah sehingga darah akan meningkat dan jika kadar glukosa tinggi melebihi ambang ginjal maka glukosa darah akan keluar bersama urine (Munjariyani, 2009).

3. Kadar Glukosa Darah

Tabel. 1 Kadar tes laboratorium darah untuk diagnosis diabetes dan prediabetes.

	HbA1c (%)	Glukosa Darah Pusa (mg/dL)	Glukosa Plasma 2 Setelah TTGO (mg/dL)
Diabetes	≥6,5	≥126	≥200
Prediabetes	5,7-6,4	100-125	140-199
Normal	<5,7	<100	<140

Sumber: Konsensus Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 di Indonesia 2015.

D. Kolesterol

Salah satu hal yang dapat dilakukan untuk mencegah kondisi hiperkolesterol pada penderita diabetes melitus adalah dengan mengonsumsi bahan makanan alami yang dapat menurunkan kadar kolesterol, salah satunya adalah dengan mengonsumsi serat pangan atau dietary fiber. Serat pangan memiliki beberapa mekanisme tersendiri untuk menurunkan kadar kolesterol. setiap macam jenis serat pangan mampu mempengaruhi kadar kolesterol dengan mekanisme yang berbeda-beda. Pada serat pangan yang larut air, akan dengan mudah terfermentasi. Produk hasil fermentasi serat pangan oleh bakteri usus, yaitu Short Chain Fatty Acids (SCFA) atau disebut juga asam lemak rantai pendek yang memiliki pengaruh terhadap penurunan kolesterol, yaitu dari pembentukan propionate, yang dapat menghambat enzim HMG-koA reduktase, sehingga menghambat sintesis kolesterol (Fairudz & Khairun, 2015).

1. Definisi

Kolesterol adalah salah satu komponen dalam membentuk lemak. Di dalam lemak terdapat berbagai macam komponen yaitu seperti zat trigliserida, fosfolipid, asam lemak bebas, dan juga kolesterol. Secara umum, kolesterol berfungsi untuk membangun dinding didalam sel (membran sel) dalam tubuh. Bukan hanya itu saja, kolesterol juga berperan penting dalam memproduksi hormon seks, vitamin D, serta berperan penting dalam menjalankan fungsi saraf dan otak (Mumpuni & Wulandari, 2011).

2. Klasifikasi

Klasifikasi Kolesterol dibagi menjadi 2 yaitu jenis kolesterol dan kadar kolesterol.

a. Jenis Kolesterol

- *Low Density Lipoprotein (LDL)*
LDL atau sering juga disebut sebagai kolesterol jahat, LDL lipoprotein deposito kolesterol bersama didalam dinding arteri, yang menyebabkan terjadinya pembentukan zat yang keras, tebal, atau sering disebut juga sebagai plak kolesterol, dan denganseiring berjalannya waktu dapat menempel didalam dinding arteri dan terjadinya penyempitan arteri (Yovina, 2012).
- *High Density Lipoprotein (HDL)*
HDL adalah kolesterol yang bermanfaat bagi tubuh manusia, fungsi dari HDL yaitu mengangkut LDL didalam jaringan perifer ke hepar akan membersihkan lemak-lemak yang menempel di pembuluh darah yang kemudian akan dikeluarkan melalui saluran empedu dalam bentuk lemak empedu (Sutanto, 2010).

2. Kadar Kolesterol

Tabel 2. Pengelompokan Kadar Kolesterol

Kadar Kolesterol Total	Kategori Kolesterol Total
Kurang dari 200 mg/dl	Bagus
200-239 mg/dl	Ambang Batas Atas
240 mg/dl dan lebih	Tinggi
Kadar Kolesterol LDL	Kategori Kadar Kolesterol LDL
Kurang dari 100 mg/dl	Optimal
100-129 mg/dl	Hampir optimal / diatas optimal
130-159 mg/dl	Ambang batas atas
160-189 mg/dl	Tinggi
190 mg/dl dan lebih	Sangat tinggi
Kadar Kolesterol HDL	Kategori Kolesterol HDL
Kurang dari 40 mg/dl	Rendah
60 mg/dl	Tinggi

Sumber : NationalInstitutes of Health, Detection, Evaluation, dan Treatment of High Blood Cholesterol in Adults III (Mumpuni & Wulandari, 2011).