

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN KERANGKA PEMIKIRAN

2.1 Kajian Pustaka

2.1.1 Glukosa

2.1.1.1 Definisi Glukosa

Glukosa merupakan suatu gula monosakarida dan juga salah satu karbohidrat terpenting yang digunakan sebagai sumber tenaga utama dalam tubuh. Sebagian besar jaringan dan organ seperti otak membutuhkan glukosa sebagai sumber energi utama. Glukosa dan monosakarida lainnya diangkut melewati dinding intestinal menuju *hepatic portal vein* lalu ke sel liver dan jaringan lainnya. Glukosa merupakan prekursor untuk sintesis semua karbohidrat lain di dalam tubuh seperti glikogen, ribosa dan deoxiribosa dalam asam nukleat, galaktosa dalam laktosa susu, galaktosa dalam glikolipid, galaktosa dalam glikoprotein dan proteoglikan.^{9,10,11}

2.1.1.2 Kadar Glukosa Darah

Kadar glukosa darah mengacu ke tingkat glukosa di dalam darah yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti usia, hormon, insulin, emosi, keadaan psikologis, jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi serta aktivitas fisik yang dilakukan. Konsentrasi glukosa darah atau tingkat glukosa serum, diatur dengan baik oleh berbagai mekanisme di dalam tubuh. Umumnya tingkat glukosa darah berada pada batas 70–150 mg/dL. Biasanya glukosa darah meningkat setelah makan dan umumnya pada pagi hari berada pada level terendah.^{12,13}

Ada beberapa tipe pemeriksaan glukosa darah, pemeriksaan glukosa darah puasa mengukur kadar glukosa darah setelah tidak makan setidaknya 6–8 jam. Pemeriksaan glukosa darah *post prandial* 2 jam mengukur kadar glukosa darah tepat 2 jam setelah makan. Pemeriksaan glukosa darah sewaktu mengukur kadar glukosa darah kapan saja tanpa harus puasa terlebih dahulu ataupun menunggu 2 jam setelah mengonsumsi makanan.¹²

2.1.1.3 Pencernaan Karbohidrat

Setelah mengonsumsi makanan, komponen makanan akan diproses oleh enzim di dalam tubuh. Karbohidrat dipecah oleh enzim amilase yang terkandung dalam saliva dan enzim amilase yang dihasilkan oleh pankreas yang bekerja di usus halus. Selain itu di usus halus terjadi pemecahan disakarida diuraikan menjadi monosakarida, diantaranya enzim sukrase mengubah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa, enzim laktase mengubah laktosa menjadi glukosa dan galaktosa. Sel epitel usus akan menyerap monosakarida, glukosa, fruktosa bebas dan melepaskannya ke dalam vena porta hepatica.^{14,15}

2.1.1.4 Metabolisme Glukosa

Semua sel secara terus menerus mendapat suplai glukosa, tubuh mempertahankan kadar glukosa darah pada keadaan stabil yaitu sekitar 70–150 mg/dL pada orang dewasa dan 80–90 mg/dL pada anak.¹⁶ Proses ini disebut homeostasis glukosa. Kadar glukosa darah yang rendah, yaitu hipoglikemia dicegah dengan pembentukan glukosa dari cadangan glikogen hati yang besar melalui proses glikogenolisis dan sintesis glukosa dari laktat, gliserol, dan asam amino di hati melalui proses glukoneogenesis dan melalui pemecahan asam lemak dari cadangan jaringan adiposa apabila suplai glukosa darah tidak mencukupi.

Kadar glukosa darah yang tinggi yaitu hiperglikemia dicegah dengan cara mengubah glukosa menjadi glikogen dan perubahan glukosa menjadi triasilgliserol di jaringan adiposa. Keseimbangan antar jaringan dalam menggunakan dan menyimpan glukosa selama berpuasa dan juga ketika makan terutama dilakukan melalui kerja hormon homeostasis metabolik yaitu insulin dan glukagon.¹⁷

2.1.1.4.1 Glikolisis

Glikolisis adalah langkah pertama oksidasi glukosa menjadi asam piruvat. Glikolisis terjadi di sitoplasma sel dan terjadi di semua jaringan. Glikolisis merupakan jalur yang memecah enam karbon molekul glukosa menjadi dua molekul senyawa piruvat tiga karbon. Hasil akhir dari glikolisis adalah 2 molekul ATP dan 2 molekul $\text{NADH} + \text{H}^+$ (*Nicotinamide adenine dinucleotide*).⁵

2.1.1.4.2 Glikogenesis

Glikogenesis adalah proses pembentukan glikogen dimana molekul glukosa ditambahkan ke rantai glikogen untuk disimpan di hati dan otot. Proses ini terjadi ketika periode istirahat dan juga bisa diaktivasi oleh insulin sebagai respon terhadap level glukosa yang tinggi.⁵ Sintesis glikogen berawal dengan fosforilasi glukosa menjadi glukosa 6-fosfat oleh heksokinase atau, di hati, glukokinase. Glukosa 6-fosfat diubah menjadi glukosa 1-fosfat oleh fosfoglukomutase, suatu reaksi yang reversibel. Sintesis glikogen memerlukan pembentukan ikatan α -1,4-glikosidat untuk menyatukan residu-residu glikosil dalam suatu rantai yang panjang. Sebagian besar sintesis glikogen berlangsung

melalui pemanjangan rantai polisakarida molekul glikogen yang sudah ada di mana ujung pereduksi glikogen melekat ke protein glikogenin.¹⁵

2.1.1.4.3 Glukoneogenesis

Glukoneogenesis adalah proses konversi prekursor non karbohidrat menjadi glukosa atau glikogen. Substrat utama adalah asam amino glukogenik, laktat, gliserol, dan propionat. Hati dan ginjal adalah jaringan glukoneogenik utama. Glukoneogenesis memenuhi kebutuhan tubuh untuk glukosa ketika karbohidrat yang memadai tidak tersedia dari cadangan diet atau glikogen. Pasokan glukosa sangat dibutuhkan terutama untuk sistem saraf dan eritrosit. Kegagalan glukoneogenesis biasanya berakibat fatal. Selain itu, glukoneogenesis membersihkan laktat yang dihasilkan oleh otot dan eritrosit dan gliserol yang dihasilkan oleh jaringan adiposa. Pada ruminansia, propionat merupakan produk metabolisme rumen karbohidrat, dan merupakan substrat utama untuk glukoneogenesis.⁹

Terdapat tiga urutan reaksi pada glukoneogenesis yang berbeda dengan langkah padanan pada glikolisis. Ketiganya melibatkan perubahan piruvat menjadi fosfoenolpiruvat (PEP) dan reaksi yang mengeluarkan fosfat dari fruktosa 1,6-bifosfat untuk membentuk fruktosa 6-fosfat dan dari glukosa 6-fosfat untuk membentuk glukosa. Selama glukoneogenesis, serangkaian enzim mengkatalis perubahan piruvat menjadi fosfoenolpiruvat. Reaksi yang mengeluarkan fosfat dari fruktosa 1,6 bifosfat dan dari glukosa 6-fosfat masing-masing menggunakan enzim yang berbeda dengan enzim padanan pada glikolisis. Prekursor

glukoneogenesis adalah asam amino, laktat, dan gliserol. Reaksi glukoneogenesis menghasilkan ATP.⁵

2.1.1.4.4 Hormon Utama Pada Proses Metabolik

Hormon homeostasis metabolik berespon terhadap perubahan yang terjadi dalam asupan makanan dan status fisiologis dengan cara sedemikian sehingga ketersediaan bahan bakar dapat disesuaikan. Insulin dan glukagon secara terus-menerus berfluktuasi sebagai respon terhadap pola makan sehari-hari maka dianggap sebagai hormon yang utama dalam homeostasis metabolik di samping hormon-hormon tambahan lain seperti epinefrin, norepinefrin, dan kortisol. Homeostasis metabolik juga dipengaruhi oleh kadar metabolit yang beredar dalam darah dan sinyal neuron.¹⁶ Berikut adalah hormon-hormon yang berperan dalam metabolisme karbohidrat :

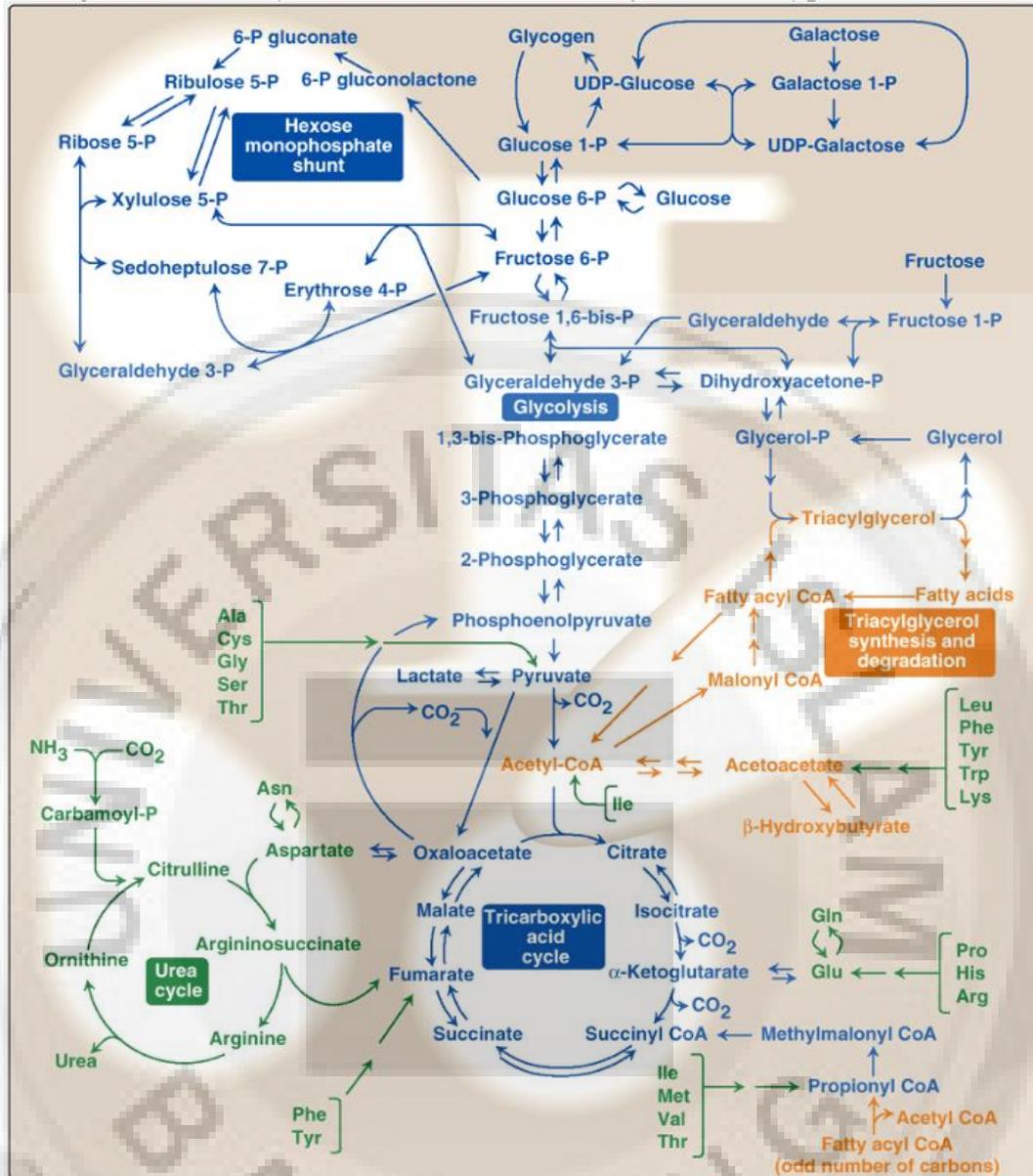
a. Insulin

Insulin adalah hormon yang bersifat anabolik yang melakukan penyimpanan glukosa sebagai glikogen di hati dan otot, perubahan glukosa menjadi triasilgliserol di hati dan penyimpanannya di jaringan adiposa, serta penyerapan asam amino dan sintesis protein di otot rangka. Insulin meningkatkan sintesis albumin dan protein darah lainnya oleh hati dan meningkatkan penggunaan glukosa sebagai bahan bakar dengan merangsang transpor glukosa ke dalam otot dan jaringan adiposa. Insulin juga bekerja menghambat mobilisasi bahan bakar. Pelepasan insulin ditentukan terutama oleh kadar glukosa darah, terjadi dalam beberapa menit setelah pankreas terpajan oleh kadar glukosa yang tinggi. Ambang untuk sekresi insulin adalah

sekitar 80 mg/dl. Kadar tertinggi insulin terjadi sekitar 30–45 menit setelah mengonsumsi makanan tinggi karbohidrat. Kadar insulin kembali ke tingkat basal seiring dengan penurunan kadar glukosa darah, sekitar 120 menit setelah makan.¹⁶

b. Glukagon

Glukagon berfungsi untuk mempertahankan ketersediaan bahan bakar apabila tidak tersedia glukosa makanan dengan merangsang pelepasan glukosa dari glikogen hati. Glukagon merangsang glukoneogenesis dari laktat, gliserol, asam amino dan bersama dengan penurunan insulin, glukagon memobilisasi asam lemak dari triasilgliserol adiposa sebagai sumber bahan bakar alternatif. Bekerja terutama di hati dan jaringan adiposa dan hormon ini tidak memiliki pengaruh terhadap metabolisme otot rangka. Pelepasan glukagon dikontrol terutama melalui supresi oleh glukosa dan insulin. Kadar terendah glukagon terjadi setelah makan makanan tinggi karbohidrat, karena semua efek glukagon dilawan oleh insulin, perangsangan sekresi insulin yang disertai tekanan sekresi glukagon oleh makanan tinggi karbohidrat, lemak, dan protein yang terintegrasi.¹⁶ Bagan metabolisme karbohidrat dapat dilihat pada gambar 2.1



Gambar 2.1 Metabolisme Karbohidrat

Sumber: Champe PC, Harvey RA, Ferrier DR¹⁴

2.1.2 Madu

2.1.2.1 Definisi Madu

Madu adalah cairan manis yang berasal dari nektar tanaman yang diproses oleh lebah menjadi madu dan tersimpan dalam sel-sel sarang lebah. Kandungan nutrisi dalam madu yang berfungsi sebagai antioksidan adalah vitamin C, asam organik, enzim, asam fenolat, flavonoid dan beta karoten yang bermanfaat sebagai antioksidan tinggi. Senyawa dengan aktivitas antioksidan yang diteliti adalah senyawa fenolat. Senyawa fenolat dalam tumbuhan dapat berupa fenol, antraquinon, asam fenolat, kumarin, flavonoid, lignin dan tanin. Senyawa fenolat telah diketahui memiliki berbagai efek biologis seperti aktivitas antioksidan melalui mekanisme sebagai pereduksi, penangkap radikal bebas, pengkhelat logam, peredam terbentuknya oksigen singlet serta pendonor elektron.¹⁸

Karbohidrat madu termasuk tipe sederhana, dimana karbohidrat tersebut terdiri dari 38,5 % fruktosa dan 31 % glukosa. Madu memang merupakan bahan konsumsi yang sangat baik untuk mempertahankan kesehatan dan stamina jasman. Mineralnya diperlukan tubuh agar tetap segar, vitaminnya berperan dalam metabolisme protein dan mencegah penyakit kulit seperti eksim dan herpes. Kandungan fruktosa madu berperan dalam mempercepat proses oksidasi alkohol pada hati, sehingga dapat membantu menanggulangi kerusakan hati pada peminum minuman beralkohol. Kandungan nutrisi dalam madu yang berfungsi sebagai antioksidan adalah vitamin C, asam organik, enzim, asam fenolik, flavonoid dan beta karoten yang bermanfaat sebagai antioksidan tinggi serta Vitamin A, Vitamin E yang juga merupakan salah satu vitamin antioksidan esensial yang utama. Dengan demikian pada madu terdapat banyak nutrisi yang

berfungsi sebagai antioksidan dan semua senyawa tersebut bekerjasama dalam melindungi sel normal dan menetralsir radikal bebas.¹⁹

Berdasarkan hasil penelitian tentang aktivitas antioksidan yang telah diteliti pada madu floral Australia dari jenis bunga yang berbeda yaitu *Yapunyah*, *Leatherwood* dan *Salvation Jane* menunjukkan bahwa madu dari jenis bunga yang berbeda memiliki aktivitas antioksidan yang berbeda pula, seperti pada madu *Yapunyah* aktivitas antioksidannya sebesar 1258,28 $\mu\text{g}/100\text{g}$ madu sedangkan untuk madu *Leatherwood* adalah 2967,8 $\mu\text{g}/100\text{g}$ madu dan *Salvation Jane* 1139,2 $\mu\text{g}/100\text{g}$ madu. Salah satu senyawa yang berfungsi sebagai antioksidan dalam madu adalah beta karoten, karena beta karoten mempunyai kemampuan yang handal dalam meredam radikal bebas terutama radikal singlet oksigen.¹⁹

Karbohidrat dengan indeks glikemik memicu sedikit dari peningkatan kadar glukosa darah, ketika yang memiliki indeks glikemik tinggi memicu glukosa darah yang tinggi. Indeks glikemik untuk sebagian besar madu dengan porsi 25g itu rendah dan beberapa tipe ada dalam rentang sedang. Konsumsi tipe madu yang memiliki indeks glikemik rendah memiliki keuntungan efek fisiologikal dan bisa digunakan oleh pasien diabetes. Asupan 50g madu yang tidak spesifik oleh orang yang sehat dan pasien diabetes mengakibatkan peningkatan yang sedikit dari kadar insulin dan kadar glukosa darah daripada konsumsi jumlah yang sama dari glukosa atau campuran gula yang menyerupai madu.⁶

2.1.2.2 Kandungan Madu

1. Karbohidrat

Gula utama yang terkandung dalam madu adalah monosakarida fruktosa dan glukosa. Tambahan, sekitar 25 oligosakarida yang berbeda telah terdeteksi. Dalam proses digesti setelah asupan madu, prinsip karbohidrat fruktosa dan glukosa dengan cepat diangkut ke dalam darah dan bisa dimanfaatkan untuk kebutuhan energi bagi tubuh manusia.⁶

2. Protein, enzim dan asam amino

Madu mengandung kurang lebih 0,5% protein, sebagian besar enzim dan asam amino bebas. 3 enzim utama madu yaitu amilase, sukrase dan alfa-glukosidase.⁶

3. Vitamin, mineral dan elemen kecil lainnya

Madu unifloral yang berbeda mengandung jumlah yang bervariasi dari mineral dan elemen lainnya. Dari sudut pandang gizi kromium, mangan dan selenium itu penting, terutama untuk anak usia 1 sampai 15 tahun dan beberapa elemen yang lain juga penting dalam nutrisi manusia. Madu mengandung 0,3–25 mg / kg kolin dan 0,06–5 mg / kg asetilkolin. Kolin sangat penting untuk jantung dan fungsi otak serta untuk komposisi dan perbaikan membran sel, sementara asetilkolin bertindak sebagai neurotransmitter.⁶

2.1.2.3 Manfaat Madu

a. Aspek Obat dalam Kedokteran:

1. Sebagai obat untuk diare

Infeksi pada saluran pencernaan sering terjadi di seluruh dunia dan menyerang di segala usia. Diare infeksius dapat mengakibatkan defisiensi

nutrisi. Madu murni memiliki aktivitas bakterisidal terhadap banyak organisme enteropathogenic, termasuk spesies *Salmonella*, spesies *Shigella*, dan Enteropathogenic *E. Coli*. Dalam studi in vitro *Helicobacter pylori*, isolat yang menyebabkan gastritis telah terbukti bisa dihambat oleh larutan 20% madu, bahkan isolat yang telah resisten dengan antibiotik pun menunjukkan hal yang sama.²⁰

2. Sebagai Obat untuk Ulkus Lambung

Ulkus lambung telah terbukti bisa diobati dengan menggunakan madu sebagai suplemen makanan. Pada penelitian, madu diberikan secara oral sebelum administrasi etanol. Hasilnya adalah madu memberikan perlindungan terhadap kerusakan lambung dan mengembalikan perubahan pH yang disebabkan oleh etanol.²⁰

b. Kesehatan Kardiovaskular

Efek dari konsumsi 75 g madu alami dibandingkan dengan jumlah yang sama dari madu buatan (fruktosa ditambah glukosa) atau glukosa pada glukosa plasma, insulin plasma, kolesterol, trigliserida (TG), lipid darah, C-reaktif protein dan homosistein, yang kebanyakan dari zat-zat tersebut menjadi faktor risiko untuk penyakit kardiovaskular, telah dilakukan penelitian pada manusia. Peningkatan insulin dan protein C-reaktif secara signifikan lebih tinggi setelah asupan glukosa daripada setelah konsumsi madu. Glukosa mengurangi kolesterol dan low-density lipoprotein kolesterol (LDL-C). Madu buatan sedikit menurunkan kolesterol dan LDL-C dan meningkatkan triacylglycerol. Madu mengurangi kolesterol, LDL-C, dan TG dan sedikit meningkatkan high-density lipoprotein kolesterol (HDL-C).⁶

Pada pasien dengan hipertrigliseridemia, madu buatan meningkatkan TG, sementara madu murni menurunkan TG. Pada pasien dengan hiperlipidemia, madu buatan meningkatkan LDL-C, sedangkan madu murni menurunkan LDL-C. Pada pasien diabetes, madu murni dibandingkan dengan dextrose mengakibatkan kenaikan signifikan lebih rendah dari glukosa plasma. Madu bisa mengandung nitric oxide (NO) metabolit yang diketahui sebagai indikator risiko penyakit kardiovaskular. Peningkatan kadar nitric oxide (NO) dalam madu mungkin memiliki fungsi proteksi dalam penyakit kardiovaskular.⁶

c. Manfaat pada nutrisi bayi

Penerapan madu dalam nutrisi bayi digunakan untuk dijadikan sebagai rekomendasi umum sepanjang abad terakhir ini dan ada beberapa pengamatan yang menarik. Bayi pada pola makan dengan madu memiliki struktur darah yang lebih baik dan berat badan yang lebih tinggi daripada ketika diet tanpa madu diterapkan. Madu tampak lebih baik ditolerir oleh bayi dibandingkan sukrosa dan dibandingkan dengan plasebo berbasis air secara signifikan mengurangi fase menangis bayi. Bayi mengalami peningkatan berat badan yang lebih tinggi ketika diberi makan oleh madu dibandingkan oleh sukrosa, dan menunjukkan lebih sedikit muntah daripada kontrol sukrosa. Ketika bayi yang diberi madu daripada sukrosa peningkatan kadar hemoglobin, warna kulit yang lebih baik dan tidak ada masalah pencernaan yang muncul. Bayi dengan diet madu mengalami peningkatan berat badan yang lebih baik dan kurang rentan terhadap penyakit dibandingkan bayi yang diberi makan sebagaimana biasanya atau ketika diberi agen pembentuk darah.⁶

Tabel 2.1 Komposisi Madu (data dalam g/100 g)

Kandungan	Rata-rata	Kisaran	Deviasi Standar
Fruktosa / Glukosa	1,23	0,76–1,86	0,126
Fruktosa %	38,38	30,91–44,26	1,77
Glukosa %	30,31	22,89–44,26	3,04
Maltosa %	7,3	2,7–16,0	2,1
Sukrosa %	1,31	0,25–7,57	0,87
Gula%	83,72%		
Mineral %	0,169	0,020–1,028	0,15
Asam bebas	0,43	0,13–0,92	0,16
Nitrogen	0,041	0,000–0,133	0,026
Air %	17,2	13,4–22,9	1,5
Ph	3,91	3,42–6,01	–
Total	29,12	8,68–59,49	10,33
Keasaman meq/kg			
Protein mg/100g	168,6	57,7–56,7	70,9

Sumber: Bogdanov⁶

Tabel 2.2 Nutrien yang terkandung dalam madu dan *Recommended daily intake*(RDI)/Angka Kebutuhan Nutrisi (AKI)⁶

Nutrisi	Unit	Jumlah rata-rata dalam 100 gr Madu	Rekomendasi Kebutuhan sehari (RDA)
Kalori	Kkal	304	2.800
Vitamin A	IU	–	5.000
Vitamin B1	Mg	0,004–0,006	1,5
Vitamin B2	Mg	0,002–0,06	1,7
As. Nikotinat	Mg	0,11–0,36	20
Vitamin B6	Mg	0,008–0,32	2,0
As. Pantotenat	Mg	0,02–0,11	10
As. Folat	Mg	–	0,4
Vitamin B12	Mg	–	6
Vitamin C	IU	2,2–2,4	60
Vitamin D	IU	–	400
Vitamin E		–	30
Kalsium	Mg	4–30	1.000
Klor	Mg	2–20	–
Tembaga	Mg	0,01–0,12	–
Seng	Mg	0,2–0,5	15
Besi	Mg	1–3,4	18
Magnesium	Mg	0,7–13	400
Fosfor	Mg	2–60	1.00
Kalium	Mg	10–470	–
Natrium	Mg	0,6–40	–

Sumber: Bogdanov⁶

2.1.3 Jenis – Jenis Gula

Gula mempunyai bentuk, aroma dan fungsi yang berbeda. Berikut ini beberapa jenis gula untuk memudahkan dalam pengolahan dan penggunaan yang tepat.²¹

1. Gula Pasir (*Granulated Sugar*)

Gula jenis ini terbuat dari sari tebu yang mengalami proses kristalisasi. Warnanya ada yang putih dan kecoklatan (*raw sugar*). Gula jenis ini sering disebut gula pasir, karena ukuran butirannya seperti pasir.

2. Gula Pasir Berbutir Kasar (*Crystallized Sugar*)

Gula ini memiliki bentuk butiran yang agak besar, lebih besar dari gula pasir. Biasanya digunakan untuk taburan pada kue yang dipanggang seperti kue kering, karena tidak meleleh pada suhu oven.

3. Gula Kastor (*Caster Sugar*)

Memiliki ukuran butiran lebih halus dari gula pasir, warnanya putih bersih.

4. Gula Bubuk (*Icing Sugar atau Confectioners Sugar*)

Gula ini mengalami proses penghalusan, sehingga berbentuk bubuk. Kadang disebut juga dengan tepung gula.

5. Gula Donat

Gula ini memang khusus digunakan untuk taburan donat. Teksturnya berbentuk tepung halus dan warnanya putih.

6. Gula Dadu (*Cube Sugar*)

Gula ini berbentuk dadu dan mempunyai mutu yang baik.

7. *Brown Sugar*

Gula jenis ini adalah gula pasir yang proses pembuatannya belum selesai dan dibubuhi molasses, sehingga berwarna kecoklatan. Ada beberapa macam *brown sugar* yaitu *Soft/Light Brown Sugar* dan *Dark Brown Sugar*.

8. Gula Palem (*Palm Sugar*)

Disebut juga gula semut, berasal dari nira/sari batang bunga pohon aren, berbutir seperti pasir halus dan berwarna coklat.

9. Gula Jawa/Gula Merah

Istilah gula merah biasanya diasosiasikan dengan segala jenis gula yang dibuat dari nira yaitu cairan yang dikeluarkan dari bunga pohon dari

keluarga palma, seperti kelapa, aren, tebu dan lontar. Berikut ini adalah jenis – jenis gula merah yaitu:

- Gula Kelapa (Gula Jawa)

Gula merah yang paling banyak ditemui adalah gula jawa atau gula kelapa. Nira pohon kelapa disadap, diolah, dan dicetak dalam bambu (gula jawa bentuk silinder) atau tempurung kelapa (gula jawa bentuk batok). Gula kelapa banyak digunakan masyarakat jawa untuk bahan baku kecap manis, pemanis minuman, dodol, kinca, atau kue. Warna cokelatnya lebih tua dibanding gula aren dan biasanya agak kotor, sehingga harus disaring terlebih dahulu.

- Gula Aren

Gula aren hampir sama dengan gula jawa. Bedanya, gula aren diambil dari nira pohon aren (enau atau kolang-kaling) dan berwarna cokelat cerah. Bentuknya ada yang silindris dan ada yang berbentuk batok runcing, namun biasanya dibungkus dengan daun kelapa kering. Sebagian orang lebih menyukai gula aren untuk membuat kue karena dianggap lebih harum, enak, dan bersih.

- Gula Tebu

Gula tebu diambil dari nira tanaman tebu, kualitas gula merah tebu sangat ditentukan oleh kegiatan penanganan pasca pemotongan batang tebu. Makin lama batang tebu disimpan, maka produk gula merahnya cenderung berwarna kecoklat – coklatan hingga hitam.

- Gula Semut

Gula semut atau palm sugar atau gula palem adalah gula kelapa atau gula aren dalam bentuk kristal atau bubuk, sehingga kadang juga disebut gula kristal.

10. Gula Batu

Gula ini bentuknya seperti bongkahan kecil batu dan butirannya kasar.

11. Gula Maltosa (*Maltose Sugar*)

Merupakan hasil fermentasi tepung beras (padi-padian) yang telah mengalami perendaman, pengeringan, pemangangan dan penggilingan. Bentuknya seperti madu, berwarna kuning, kental dan rasanya lebih manis dari madu.

12. Karamel (*Caramel*)

Dibuat dengan memanaskan gula pasir sampai gula meleleh dan berwarna kuning kecoklatan. Karamel mempunyai keharuman yang khas.

13. Gula Jeli (*Jelly Mallow*)

Yaitu larutan gula yang berwarna kuning kental sehingga mirip dengan jeli (*jelly*).

2.2 Kerangka Pemikiran

Kebutuhan energi seseorang menurut FAO/WHO adalah konsumsi energi berasal dari makanan yang diperlukan untuk menutupi pengeluaran energi seseorang bila seseorang mempunyai ukuran dan komposisi tubuh dengan tingkat aktivitas yang sesuai dengan kesehatan jangka panjang dan yang memungkinkan pemeliharaan aktivitas fisik yang dibutuhkan secara sosial dan ekonomi. Konsumsi makanan dan minuman dengan kandungan zat sumber energi dan

nutrisi yang cukup sesuai dengan kebutuhan tubuh manusia diperlukan untuk memenuhi kebutuhan energi, selain itu mengurangi aktivitas berat, istirahat, dan tidur merupakan salah satu cara untuk membantu memenuhi kebutuhan energi.

Glukosa adalah salah satu karbohidrat terpenting yang digunakan sebagai sumber tenaga utama dalam tubuh. Umumnya tingkat glukosa darah berada pada batas 70–150 mg/dl. Biasanya glukosa darah meningkat setelah makan dan umumnya pada pagi hari berada pada level terendah. Glukosa darah sewaktu adalah pemeriksaan kadar glukosa darah yang dilakukan setiap waktu sepanjang hari tanpa memperhatikan makanan terakhir yang dimakan dan kondisi tubuh orang tersebut. Glukosa darah puasa adalah pemeriksaan kadar glukosa darah 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.

Asupan karbohidrat atau glukosa yang berlebihan dapat menyebabkan kadar glukosa darah melebihi batas normal atau hiperglikemia. Tanda dan gejala dini hiperglikemia yaitu peningkatan rasa haus, nyeri kepala, sulit konsentrasi, pengelihatn kabur, peningkatan frekuensi berkemih, letih, lemah, penurunan berat badan, glukosa darah lebih dari 180 mg/dL (10 mmol/L), tinggi kadar gula dalam urin. Asupan karbohidrat atau glukosa kurang dapat menyebabkan kadar glukosa darah rendah atau hipoglikemi. Tanda dan gejala hipoglikemia yaitu gangguan kesadaran, gangguan penglihatan, gangguan daya ingat, berkeringat, tremor, palpitasi, takikardia, gelisah, pucat, kedinginan, gugup, rasa lapar. Pada keadaan berpuasa, kadar glukosa darah bisa turun sampai dibawah 60 mg/dL

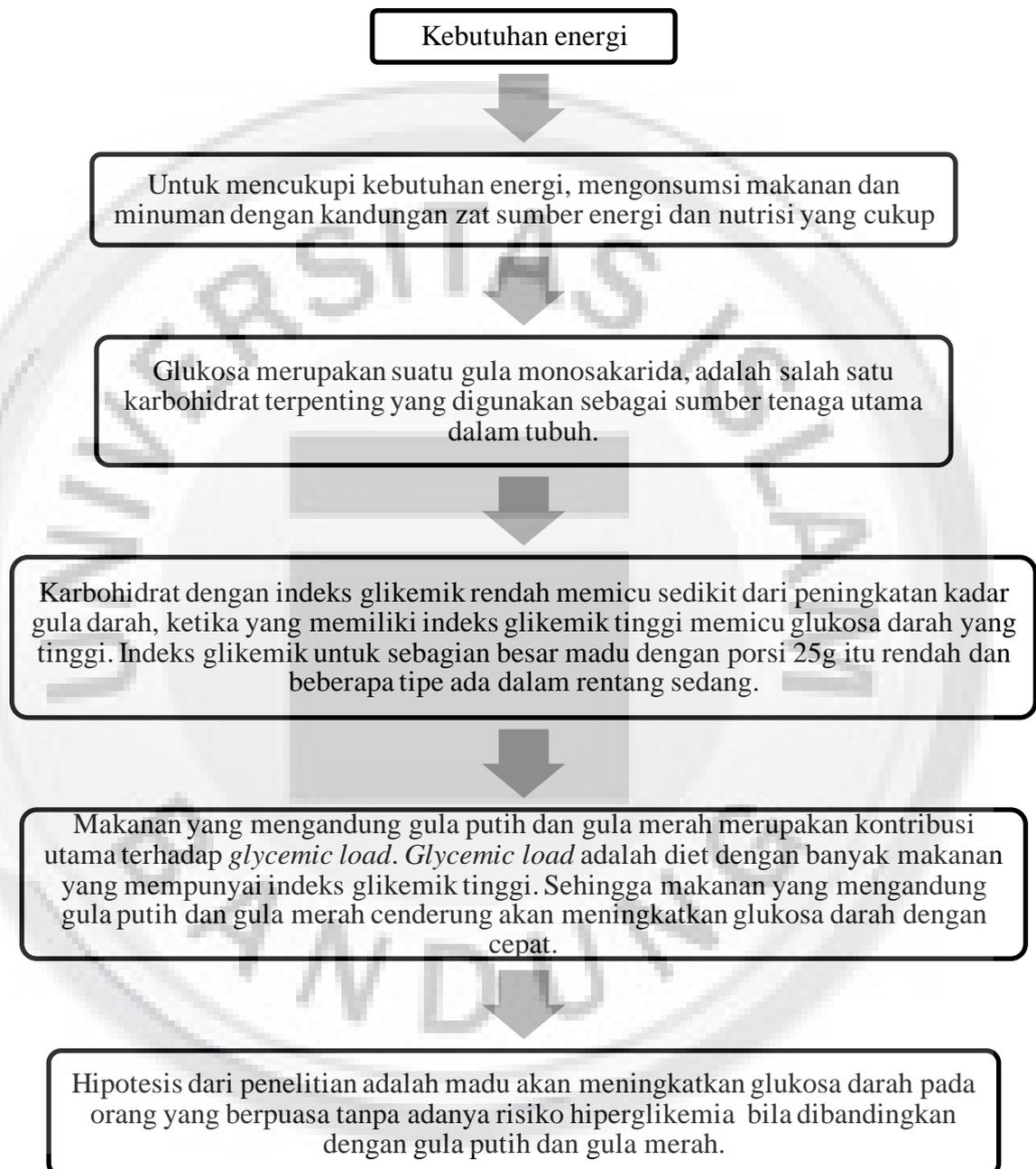
bahkan bisa sampai dibawah 50 mg/dL tetapi hal ini tidak mengindikasikan suatu keadaan yang abnormalitas atau suatu penyakit.

Madu adalah cairan manis yang berasal dari nektar tanaman yang diproses oleh lebah pekerja menjadi madu dan tersimpan dalam sel-sel sarang lebah. Madu mengandung vitamin A, B1, B2, B3, B5, B6, C, D, E, K, beta karoten, flavonoid, asam fenolik, asam urat dan asam nikotinat. Di dalam madu juga terdapat kandungan mineral dan garam atau zat lain seperti zat besi, sulfur, magnesium, kalsium, kalium, khlor, natrium, fosfor dan sodium serta antibiotika dan enzim pencernaan. Rata-rata komposisi madu adalah 17,1 % air ; 82,4 % karbohidrat ; 0,5 % protein, asam amino, vitamin dan mineral.

Karbohidrat dengan indeks glikemik rendah memicu sedikit dari peningkatan kadar gula darah, ketika yang memiliki indeks glikemik tinggi memicu glukosa darah yang tinggi. Indeks glikemik untuk sebagian besar madu dengan porsi 25g itu rendah dan beberapa tipe ada dalam rentang sedang. Konsumsi tipe madu yang memiliki indeks glikemik rendah memiliki keuntungan efek fisiologi. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Al-Khalidi A, Jawad FH, Tawfiq NH menyatakan bahwa asupan 50g madu yang tidak spesifik oleh orang yang sehat dan pasien diabetes mengakibatkan peningkatan yang sedikit dari kadar insulin dan kadar glukosa darah daripada konsumsi jumlah yang sama dari glukosa atau campuran gula yang menyerupai madu.⁵

Makanan yang mengandung gula putih dan gula merah merupakan kontribusi utama terhadap *glycemic load*. *Glycemic load* adalah diet dengan banyak makanan yang mempunyai indeks glikemik tinggi sehingga makanan yang mengandung gula putih dan gula merah cenderung akan meningkatkan

glukosa darah dengan cepat. Hipotesis dari penelitian adalah madu akan meningkatkan glukosa darah pada orang yang berpuasa tanpa adanya risiko hiperglikemia jika dibandingkan dengan gula putih dan gula merah.



Gambar 2.2 Kerangka Pemikiran