

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Tinjauan Teori**

##### **1) Glukosa Darah**

Glukosa darah merupakan karbohidrat berupa monosakarida yang terdapat di dalam darah dihasilkan dari proses pencernaan yang beredar dalam sirkulasi darah yang diperlukan sebagai sumber energi untuk proses metabolisme tubuh. Kadar glukosa dalam darah harus dipertahankan pada batas-batas tertentu, yakni 70-120 mg/dL dalam keadaan puasa, untuk memaksimalkan fungsinya. Ketika kadar glukosa darah melebihi 170 mg/dL, glukosa akan dikeluarkan melalui urine. Sebaliknya, ketika glukosa turun hingga 40-50 mg/dL, kita akan merasa pusing, lemas dan lapar. Kadar gula darah yang dapat berubah seiring perubahan yang terjadi di tubuh, dan asupan glukosa, juga dipengaruhi oleh enzim dan hormon tertentu dari organ yang dapat mempengaruhi metabolisme glukosa (Putra dkk, 2012).

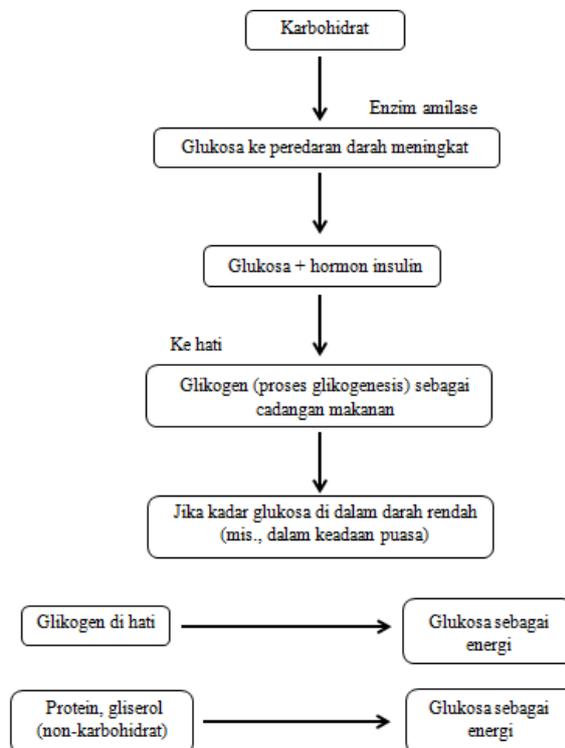
Kadar glukosa darah tinggi terjadi pada penderita Toleransi Glukosa Terganggu (TGT), Gula Darah Puasa Terganggu (GDPT) dan Diabetes Melitus (DM). Peningkatan kadar glukosa darah sewaktu  $\geq 200$  mg/dL dengan gejala poliuria, polidipsia, polifagia, dan penurunan berat badan yang tidak dapat ditemukan penyebabnya dapat digunakan sebagai penegakkan diagnosis Diabetes Melitus (Susanti & Firdayanti, 2021).

##### **a. Metabolisme Glukosa**

Kurang lebih 50% dari energi tubuh berasal dari metabolisme karbohidrat. Karbohidrat dicerna oleh enzim amilase menjadi monosakarida (glukosa, laktosa, fruktosa, galaktosa) dan sebagian kecil disakarida.

Absorpsi monosakarida terjadi di usus kecil, dan sebagian besar dihidrolisis menjadi glukosa untuk kemudian masuk dalam sirkulasi darah sehingga menyebabkan kadar glukosa dalam darah menjadi tinggi. Akibat pengaruh insulin, glukosa diserap dalam hati dan ditimbun sebagai glikogen (proses ini dinamakan glikogenesis). Fruktosa dan galaktosa juga diserap dalam hati dan diubah menjadi glukosa. Apabila kadar glukosa darah turun, akan diambil simpanan glikogen dalam hati yang kemudian diubah kembali menjadi glukosa (glikogen-glukosa).

Proses ini disebut glikogenolisis. Selain itu, glukosa juga dapat diperoleh dari asam amino/glisерol dan kortikosteroid (pengobatan jangka panjang). Proses ini dinamakan glukoneogenesis (Kurniawan, 2015).



Sumber: Kurniawan, 2015.

Gambar 2.1 Metabolisme glukosa.

#### b. Faktor-faktor yang mempengaruhi Kadar Glukosa Darah

Terjadinya gangguan glukosa darah dipicu oleh beberapa hal. Berikut ini adalah faktor-faktor yang mempengaruhi kadar glukosa darah:

##### 1) Aktifitas fisik

Kurangnya aktivitas fisik dapat mempengaruhi naiknya kadar glukosa darah karena kurangnya pembakaran energi pada tubuh sehingga kelebihan energi di dalam tubuh disimpan dalam bentuk lemak di dalam tubuh dan menyebabkan jumlah timbunan lemak di dalam tubuh tidak berkurang (Ugahari et al, 2016).

Aktivitas fisik pada individu dikaitkan dengan tingkat pemanfaatan insulin melalui glikoneogenesis. Melakukan aktivitas fisik yang cukup dapat mengurangi resistensi insulin, dan kurangnya aktivitas fisik dapat

menyebabkan resistensi insulin dan meningkatkan kadar glukosa (Pratama dkk, 2018).

## 2) Makanan dan minuman

Mengonsumsi makanan sumber karbohidrat sederhana, seperti gula akan meningkatkan kadar glukosa darah. Makanan yang mengandung banyak energi berkaitan dengan kenaikan berat badan sehingga menyebabkan terjadinya obesitas. Obesitas mengakibatkan terjadinya resistensi insulin dan toleransi glukosa terganggu jika terjadi pada waktu lama (Pratama dkk, 2018).

## 3) Penyakit

Beberapa penyakit yang mempengaruhi kadar glukosa di dalam darah seseorang, seperti gangguan metabolisme, diabetes melitus dan tirotoksikosis. Tirotoksikosis adalah respon tubuh terhadap efek metabolik dari jumlah hormon tiroid yang berlebihan. Hormon tiroid mempengaruhi pertumbuhan sel, perkembangan dan metabolisme energi.

Tiroksikosis dapat meningkatkan kadar glukosa darah melalui aksi hormon tiroid pada metabolisme karbohidrat. Hormon tiroid dapat meningkatkan kecepatan penggunaan glukosa oleh sel, mempercepat proses glukoneogenesis, meningkatkan kecepatan absorpsi dari saluran cerna, bahkan meningkatkan sekresi insulin (Guyton and Hall, 2014).

## 4) Stres

Stres merupakan faktor yang berpengaruh penting penyebab kadar glukosa darah menjadi meningkat. Kondisi stres akan menyebabkan produksi hormon kortisol menjadi berlebihan, sehingga kadar glukosa darah meningkat (Boku, 2019).

## 5) Hormon

Konsentrasi glukosa dalam darah diatur oleh beberapa hormon seperti insulin dan glukagon. Glukagon meningkatkan kadar gula darah dengan meningkatkan proses glikogenolisis di hati. Sekresi glukagon dipengaruhi oleh kadar glukosa darah, tetapi tidak dipengaruhi oleh mekanisme insulin. Selain itu, aktivitas insulin dapat meningkatkan ambilan glukosa, mengurangi glukoneogenesis, dan mengatur metabolisme glukosa. Jika tubuh tidak mampu

memproduksi insulin, kadar gula darah akan meningkat. Ini adalah kondisi yang disebut diabetes (Guyton and Hall, 2014).

#### 6) Genetik

Adanya faktor genetik dapat meningkatkan risiko individu memiliki kadar glukosa darah yang tinggi. Hal ini disebabkan perbedaan susunan genetik yang dapat mempengaruhi fungsi penghasil insulin dari sel beta pankreas, seperti gangguan sekresi insulin oleh pankreas dan peningkatan produksi glukosa oleh hati. Kondisi ini dapat meningkatkan kadar gula darah dalam tubuh (Pratama dkk, 2018).

#### 7) Usia

Usia merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kadar glukosa dalam darah. Orang yang lebih tua beresiko lebih tinggi mengalami peningkatan kadar glukosa darah dan gangguan toleransi glukosa. Hal ini disebabkan oleh melemahnya semua fungsi organ tubuh, termasuk sel-sel di pankreas yang memproduksi insulin. Sel-sel di pankreas dapat dihancurkan, mengakibatkan produksi hormon insulin terlalu sedikit, dan dapat meningkatkan kadar glukosa darah.

Menurut World Health Organization (WHO), kadar glukosa darah puasa meningkat sekitar 12 mg/dl untuk setiap kenaikan satu dekade umur pada seseorang yang berusia 30 tahun.

#### 8) Berat badan

Berat badan merupakan suatu kondisi penumpukan lemak yang tidak normal atau berlebihan yang dapat mempengaruhi kesehatan. Keadaan berat badan lebih atau obesitas erat kaitannya dengan kadar glukosa darah. Penumpukan jaringan lemak pada berat badan lebih dan obes dapat menyebabkan resistensi insulin yang dapat meningkatkan kadar glukosa darah dalam tubuh (Lengkong et al, 2020).

#### 9) Obat

Berbagai obat seperti antipsikotik dan steroid, dapat mempengaruhi kadar gula darah. Mekanisme yang tepat tidak diketahui, tetapi penggunaan antipsikotik dikaitkan dengan kejadian hiperglikemia. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh penambahan berat badan karena resistensi insulin.

Steroid memiliki efek yang berbeda karena dapat mempengaruhi berbagai fungsi sel lainnya di dalam tubuh. Salah satunya adalah pengaruh steroid terhadap metabolisme karbohidrat, protein dan lemak. Steroid sintetik bekerja seperti steroid alami tubuh.

Glukokortikoid mempunyai peran penting dalam proses glukoneogenesis. Kortisol dan glukokortikoid lainnya dapat meningkatkan laju glukoneogenesis hingga 6-10 kali lipat. Selain perannya dalam proses glukoneogenesis, kortisol juga dapat mengurangi penggunaan glukosa oleh sel. Konsentrasi glukosa darah meningkat karena peningkatan laju glukoneogenesis dan penurunan pemanfaatan glukosa (Guyton and Hall, 2014).

c. Hormon yang mempengaruhi Glukosa dalam Darah

Hormon-hormon yang mempengaruhi kadar glukosa dalam darah, antara lain:

1) Hormon Insulin

Hormon insulin adalah hormon yang diproduksi oleh sel beta di pankreas yang fungsinya untuk mengendalikan kadar glukosa dalam darah dengan mengatur produksi dan penyimpanannya. Ketidaknormalan fungsi insulin menyebabkan penggunaan glukosa darah meningkat atau hiperglikemia (Maria, 2021).

2) Hormon Tiroid

Hormon tiroid merupakan hormon yang meningkatkan aktivitas metabolisme pada hampir seluruh jaringan tubuh, termasuk penggunaan glukosa, meningkatkan glikolisis, meningkatkan glukogenesis, meningkatkan kecepatan absorpsi dari saluran cerna, dan juga meningkatkan sekresi insulin dengan hasil akhir adalah efeknya meningkatkan kadar glukosa (Guyton and Hall, 2014).

3) Hormon Pertumbuhan

Hormon pertumbuhan adalah hormon yang disekresikan dari kelenjar hipofisis anterior, yang melemahkan kerja insulin dalam merangsang konsumsi glukosa dan menghambat pembentukan glukosa (glukoneogenesis) oleh hati untuk menaikkan kadar glukosa darah dan meningkatkan sekresi insulin (Guyton and Hall, 2014).

4) Hormon Glukagon

Glukagon adalah hormon yang dilepaskan dari sel alfa pulau Langerhans di pankreas ketika kadar glukosa darah turun. Fungsi utama glukagon adalah untuk menaikkan kadar glukosa darah, yang merupakan kebalikan dari fungsi insulin. Melalui glikogenolisis (pemecahan glikogen hati) dan glukoneogenesis (pembentukan glukosa dari lemak dan protein), glukagon mencegah glukosa darah turun dibawah kadar tertentu ketika tubuh berpuasa atau di antara waktu makan (Maria, 2021).

5) Hormon Epinefrin

Epinefrin adalah hormon yang dilepaskan dari medula adrenal. Epinefrin sangat berguna untuk meningkatkan kadar glukosa dalam plasma selama stres ketika sistem saraf simpatik sedang dirangsang (Guyton and Hall, 2014).

6) Hormon Somatostatin

Hormon somatostatin adalah hormon yang dikeluarkan oleh sel-sel delta pulau Langerhans. Somatostatin bekerja secara lokal didalam pulau Langerhans untuk menghambat produksi insulin dan glukagon (Maria, 2021).

7) Hormon Kortisol

Kortisol adalah hormon yang dikeluarkan oleh korteks adrenal. Fungsi utama hormon ini adalah meningkatkan kadar glukosa darah dengan menurunkan sensitivitas jaringan terhadap insulin (Manurung, 2020).

8) Hormon ACTH

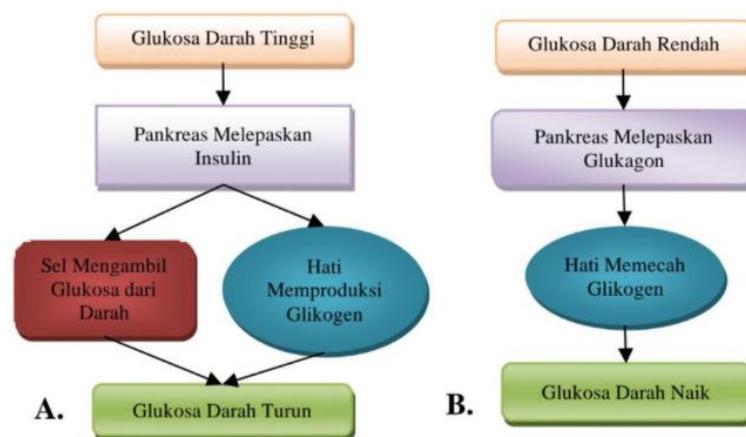
*Adrenocorticotropic hormone* (ACTH) adalah hormon yang disekresikan oleh kelenjar hipofisis anterior. Hormon ini dapat menyebabkan naiknya konsentrasi glukosa darah mencapai 200 mg/dL setelah makan, sebanyak dua kali dari nilai normal dengan mensekresi ACTH secara berlebihan hingga terjadi sindrom cushing yang ditandai dengan tingginya kadar ACTH dan kortisol (Guyton and Hall, 2014).

d. Pengaturan Kadar Glukosa Darah

Kadar glukosa darah pada orang normal biasanya sangat rendah, dan pada orang puasa biasanya antara 90-100 mg/100 ml darah. Konsentrasi ini meningkat menjadi 120-140 mg/100 ml darah sekitar satu jam setelah makan. Sistem umpan balik yang mengatur kadar gula darah dengan cepat mengembalikan kadar

glukosa ke nilai kontrolnya. Biasanya terjadi 2 jam setelah absorpsi karbohidrat yang terakhir. Sebaliknya, selama puasa, glukoneogenesis hati akan menyediakan glukosa yang diperlukan (Guyton and Hall, 2014).

Kadar gula darah normal dipertahankan pada orang sehat terutama oleh kerja insulin dan glukagon. Peningkatan kadar glukosa, asam amino, dan asam lemak merangsang sel beta pankreas untuk memproduksi insulin. Ketika sel otot jantung, otot rangka, dan jaringan adiposa menelan glukosa, kadar nutrisi plasma menurun dan menekan stimulasi produksi insulin (Maria, 2021). Fungsi insulin dan glukagon sama pentingnya dalam sistem pengatur umpan balik untuk mempertahankan konsentrasi glukosa darah yang normal. Ketika kadar glukosa dalam darah meningkat, insulin disekresikan. Insulin selanjutnya akan menurunkan kadar glukosa darah kembali ke nilai normalnya. Sebaliknya, penurunan kadar glukosa darah akan merangsang sekresi glukagon. Glukagon akan meningkatkan kembali kadar glukosa darah ke nilai normalnya (Guyton and Hall, 2014). Epinefrin, hormon pertumbuhan, tiroksin, dan glukokortikoid (sering disebut hormon pengatur keseimbangan glukosa) juga merangsang peningkatan glukosa selama hipoglikemia, stres, pertumbuhan, atau peningkatan kebutuhan metabolik. Pengaturan kadar gula darah oleh insulin dan glukagon (Maria, 2021).



Sumber: Maria, 2021.

Gambar 2.2 Pengaturan Kadar Glukosa Darah.

e. Kelainan Metabolisme Glukosa

1) Hiperglikemia

Hiperglikemia adalah suatu kondisi berupa peningkatan kadar glukosa darah melebihi normal yang menjadi karakteristik beberapa penyakit terutama diabetes melitus di samping berbagai kondisi lainnya (Perkeni, 2021).

2) Hipoglikemia

Hipoglikemia adalah menurunnya konsentrasi glukosa dalam darah hingga kurang dari 60 mg/dl dengan tanda-tanda seperti rasa lapar, gemetar, keringat dingin, pusing dan dapat terjadi penurunan kesadaran sampai koma. Koma hipoglikemia adalah koma atau penurunan kesadaran karena glukosa darah < 30 mg/dl (Linda, 2017).

f. Jenis - Jenis Pemeriksaan Glukosa Darah

Pemeriksaan glukosa darah dilaksanakan untuk menegakkan diagnosis dan mencegah komplikasi dengan memonitor kadar glukosa darah. Jenis-jenis pemeriksaan glukosa darah, yaitu:

1) Glukosa Darah Sewaktu

Pemeriksaan glukosa darah sewaktu adalah pemeriksaan yang dapat dilakukan kapan saja tanpa mempertimbangkan waktu makan terakhir. Pemeriksaan GDS selain digunakan sebagai pemeriksaan penyaring (screening) diabetes, melainkan juga rutin untuk mengontrol kadar glukosa darah pada pasien diabetes.

2) Glukosa Darah Puasa

Pemeriksaan glukosa darah puasa adalah pemeriksaan glukosa darah yang dilaksanakan sesudah pasien menjalankan puasa (tidak mengonsumsi glukosa) selama 8 – 10 jam.

3) Glukosa Darah 2 Jam Postprandial

Pemeriksaan glukosa darah postprandial adalah pemeriksaan glukosa yang dihitung 2 jam setelah pasien menyelesaikan makan yang mengandung glukosa sebelum pemeriksaan dilaksanakan.

4) Tes Toleransi Glukosa Oral

Diterapkan untuk memperkirakan adanya gangguan toleransi glukosa (Susanti & Firdayanti, 2021).

#### g. Metode Pemeriksaan Glukosa Darah

Untuk mengukur kadar glukosa darah dapat dilakukan dengan berbagai macam metode, diantaranya yaitu:

##### 1) Cara Strip POCT ( Point of Care Testing)

POCT merupakan pemeriksaan sederhana dengan menggunakan sampel darah kapiler dalam jumlah sedikit yang dilakukan di dekat atau di samping pasien. Ketika darah diteteskan pada strip, akan terjadi reaksi antara darah dan reagen yang ada didalam strip dan intensitas dari elektron yang terbentuk dalam alat strip setara dengan konsentrasi glukosa dalam darah.

Kelebihan dari POCT adalah menggunakan sampel darah yang sedikit, hasil tes dapat dibaca lebih cepat dan alat nya yang kecil sehingga memudahkan untuk dibawa. Namun, alat ini memiliki kelemahan yaitu belum diketahui tingkat keakuratannya jika dibandingkan dengan metode rujukan, kemampuan pengukuran yang terbatas dan hasil yang bergantung pada suhu. Cara strip digunakan untuk memantau kadar glukosa darah atau sebagai tes skrining untuk diabetes.

##### 2) Metode Enzimatik

###### a. GOD – PAP

Metode GOD-PAP merupakan metode pemeriksaan glukosa darah terbaik karena hasilnya mendekati kadar glukosa darah sebenarnya. Tidak memerlukan suhu tinggi dan lebih spesifik melalui reaksi dengan glukosa oksidase (Sholeha, 2021).

Prinsip pemeriksaan ini adalah Glukosa dioksidasi oleh glukosa oksidase (GOD) menjadi asam glukonat dan hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ). Hidrogen peroksida 4 – Aminoantipyrine dengan indikator phenol dikatalisis dengan POD membentuk quinoneimine yang berwarna merah muda atau ungu sehingga warna yang terbentuk berbanding lurus dengan kadar glukosa dalam darah yang dibaca di  $\lambda$  546 nm.

###### b. Heksokinase

Metode Heksokinase merupakan metode referensi pemeriksaan glukosa darah yang memiliki akurasi dan presisi sangat baik karena enzim yang digunakan bersifat spesifik glukosa. Metode ini merupakan metode tes

glukosa darah yang direkomendasikan oleh WHO dan IFCC. Metode heksokinase memiliki hasil yang sangat baik karena menggunakan dua enzim spesifik, yaitu heksokinase dan G6PD (Putra dkk, 2012).

c. Glukosa dehidrogenase

Glukosa dehidrogenase akan mengkatalisasi oksidasi dari glukosa. Apabila glukosa dalam urin yang harus diukur, maka dianjurkan untuk menggunakan metode ini, karena lebih spesifik.

2. Lanjut Usia (Lansia)

a. Definisi Lanjut Usia (Lansia)

Lanjut usia (lansia) merupakan tahapan akhir dalam siklus kehidupan manusia yang ditandai dengan menurunnya kemampuan kerja tubuh akibat penurunan atau perubahan fungsi organ-organ tubuh. Menurut World Health Organization (WHO), lanjut usia adalah seseorang yang telah mencapai usia 60 tahun keatas. Pada tahap ini individu mengalami banyak perubahan baik secara fisik maupun mental. Perubahan fisik sebagai proses penuaan normal, seperti rambut mulai memutih, kerutan pada wajah, berkurangnya ketajaman indera serta kemunduran daya tahan tubuh. Seseorang yang telah memasuki usia lanjut dengan perubahan bentuk tubuh akan kehilangan peran dan status sosial yang telah dicapai sebelumnya.

b. Batasan Lanjut Usia (Lansia)

1) Batasan lanjut usia menurut *World Health Organization* (WHO), meliputi:

- Lanjut usia (elderly) : 60 - 74 tahun
- Lanjut usia tua (old) : 75 – 90 tahun
- Usia sangat tua (very old) : > 90 tahun

2) Menurut Departemen Kesehatan R.I, pengelompokan lanjut usia meliputi:

- Pertengahan umur (45-55 tahun) adalah kelompok usia dalam masa persiapan usia lanjut yang menunjukkan kepekaan fisik dan kematangan jiwa.
- Usia lanjut dini (55-64 tahun) adalah kelompok dalam masa pensiun yang mulai memasuki usia lanjut.
- Usia lanjut (65 tahun ke atas).
- Usia lanjut dengan risiko tinggi (lebih dari 70 tahun) adalah kelompok usia lanjut yang hidup sendiri dan menderita penyakit berat atau cacat.

### c. Proses penuaan

Penuaan adalah proses hilangnya kemampuan jaringan secara progresif untuk memperbiaki, mengganti, dan mempertahankan struktur dan fungsi normalnya. Perubahan bertahap ini mempengaruhi seluruh aspek psikologis, baik fisik, kognitif, maupun sosial dan emosional. Penuaan diawali dengan tanda-tanda fisik seperti uban, kerutan baru pada kulit, gangguan pendengaran, penglihatan kabur, sering mengalami gangguan kesehatan, keluhan lemas, dan pada beberapa kasus penurunan motivasi dan minat beraktivitas.

Beberapa penelitian berpendapat bahwa waktu dan tingkat timbulnya tanda-tanda penuaan tidak selalu sama untuk setiap orang. Hal ini disebabkan adanya perbedaan individu dan perkembangan manusia. Ada yang cepat dan ada yang lambat. Beberapa tanda sangat jelas, dan beberapa hampir tidak terlihat (Hendriani, 2021)

### 3. Hubungan Kadar Glukosa dan Lanjut Usia

Usia merupakan salah satu faktor risiko terjadinya diabetes maupun gangguan toleransi glukosa. Hampir seluruh studi epidemiologis menunjukkan bahwa baik prevalensi diabetes dan toleransi glukosa terus meningkat seiring bertambahnya usia. Dengan bertambahnya usia, fungsi fisiologis tubuh menurun karena penurunan sekresi atau resistensi insulin, sehingga kemampuan tubuh untuk mengontrol glukosa darah yang tinggi kurang optimal. Di usia tua, tidak seperti usia yang lebih muda, pola makan dan gaya hidup dapat menyebabkan gangguan metabolisme dalam tubuh. Perkembangan gangguan metabolisme akibat perubahan komposisi tubuh pada lansia yang ditandai dengan penurunan aktivitas fisik, perubahan gaya hidup, perubahan neurohormonal, dan peningkatan stres yang diduga dapat menyebabkan adaptasi metabolik terkait usia.

### B. Kerangka Konsep

