

## **BAB II**

### **TINJAUAN TEORI**

#### **A. Konsep Dasar Diabetes Mellitus**

##### **1. Definisi Diabetes Mellitus**

Diabetes merupakan suatu penyakit metabolik kronis yang dikategorikan menjadi dua tipe, yaitu tipe 1 dan tipe 2. Diabetes ditandai dengan adanya peningkatan kadar glukosa darah yang seiring waktu dapat menyebabkan kerusakan serius pada jantung, pembuluh darah, mata, ginjal dan saraf. Diabetes tipe 1 adalah kondisi kronis dimana pankreas menghasilkan sedikit atau bahkan tidak ada sama sekali insulin. Sedangkan diabetes tipe 2 adalah kondisi dimana tubuh menjadi resisten terhadap insulin atau tidak menghasilkan cukup insulin (WHO, 2024).

##### **2. Klasifikasi**

Klasifikasi DM menurut (Nurrahmani, 2017) adalah sebagai berikut:

a. **Diabetes Mellitus Tipe 1**

DM tipe ini terjadi karena adanya infeksi virus atau reaksi autoimun, dimana sistem kekebalan tubuh menyerang sel beta pancreas sebagai penghasil insulin. DM tipe ini paling sering terjadi pada anak-anak.

b. **Diabetes Mellitus Tipe 2**

Pada DM tipe ini ditandai dengan hiperglikemia yang terjadi karena ketidakmampuan sel-sel tubuh untuk merespon insulin, sehingga mendorong tubuh untuk meningkatkan produksi insulin. Terjadinya DM

tipe 2 ada hubungannya dengan kelebihan berat badan, obesitas, usia, etnis dan riwayat keluarga. Upaya promosi gaya hidup sehat dengan diet seimbang, aktifitas fisik teratur, berhenti merokok dan pemeliharaan berat badan ideal dapat dilakukan dalam pengelolaan DM tipe ini. Injeksi insulin dapat diberikan ketika terapi obat per oral tidak dapat mengontrol hiperglikemi.

c. Diabetes Mellitus Gestasional

DM tipe ini hiperglikemi terjadi dan terdiagnosa pertama kali pada masa kehamilan, biasanya terjadi setelah kehamilan 24 minggu.

### 3. Manifestasi Klinis

Tanda-tanda yang muncul pada pasien Diabetes Mellitus Tipe 2 Menurut (Nurrahmani, 2017) sebagai berikut :

- a. Poliuri (sering buang air kecil dengan volume yang banyak, yaitu lebih sering daripada biasanya, apalagi malam hari). Buang air kecil lebih sering dari biasanya terutama pada malam hari (*polyuria*), hal ini dikarenakan kadar gula darah melebihi ambang ginjal ( $>180\text{mg/dl}$ ), sehingga gula akan dikeluarkan melalui urine. Guna menurunkan konsentrasi urine yang dikeluarkan, tubuh akan menyerap air sebanyak mungkin ke dalam jumlah besar dapat dikeluarkan dan sering buang air kecil. Dalam keadaan normal, keluaran urine harian sekitar 1,5 liter, tetapi pada pasien DM yang tidak terkontrol, keluaran urine lima kali lipat dari jumlah ini (Nurrahmani, 2017).

- b. Polidipsi (sering kali merasa haus dan ingin minum sebanyak-banyaknya). Sering merasa haus dan ingin minum air putih sebanyak mungkin. Dengan adanya ekskresi urine, tubuh akan mengalami dehidrasi. Untuk mengatasi masalah tersebut maka tubuh akan menghasilkan rasa haus sehingga penderita selalu ingin minum air terutama air dingin, manis, segar dan air dalam jumlah banyak (Nurrahmani, 2017).
- c. Polifagi (nafsu makan meningkat dan merasa kurang tenaga). Insulin menjadi bermasalah pada penderita DM sehingga pemasukan gula ke dalam sel-sel tubuh kurang dan energy yang dibentuk pun menjadi kurang. Ini adalah penyebab mengapa penderita merasa kurang tenaga. Selain itu, sel juga menjadi miskin gula sehingga otak juga berfikir bahwa kurang energy itu karena kurang makan, maka tubuh kemudian berusaha meningkatkan asupan makanan dengan menimbulkan rasa lapar (Nurrahmani, 2017).
- d. Berat badan turun dan menjadi kurus. Ketika tubuh tidak mampu mendapatkan energy yang cukup dari gula karena kekurangan insulin, tubuh akan bergegas mengolah lemak dan protein yang ada di dalam tubuh untuk diubah menjadi energy. Dalam sistem pembuangan urine, penderita DM yang tidak terkontrol bisa kehilangan sebanyak 500 gr glukosa dalam urine per 24 jam (setara dengan 2000 kalori perhari hilang dari tubuh (Nurrahmani, 2017).

#### 4. Etiologi

Banyak hal yang menyebabkan timbulnya penyakit Diabetes Mellitus (Nurrahmani, 2017) antara lain :

a. Gen Diabetes Dalam Keluarga

Gen yang dimaksud pun tidak selalu berasal dari orangtua kandung, tetapi bisa berasal dari kakek nenek atau generasi di atasnya. Bahkan, meskipun orangtua terhindar dari diabetes karena gaya hidup yang baik, bukan berarti anak dari orang tersebut terbebas dari faktor risiko terkena diabetes dikemudian hari.

b. Insulin dan Gula Darah

Makanan yang dimakan akan dicerna di dalam saluran cerna dan kemudian akan diubah menjadi satu bentuk gula yang disebut glukosa. Selanjutnya, gula diserap oleh dinding usus dan kemudian beredar di dalam aliran darah. Inilah sebabnya, sesudah makan akan terdapat kenaikan kadar gula di dalam darah. Lalu, gula tersebut akan didistribusikan ke sel-sel tubuh.

c. Kegemukan (Obesitas) dan Resistensi Insulin

Untuk dapat memasukkan gula ke dalam sel, insulin harus membuka pintu sel. Tentunya, insulin, yang diibaratkan sebagai kunci, harus cocok dengan lubang kuncinya yaitu reseptor insulin yang terdapat pada dinding sel. Setelah itu, proses key and lock berlangsung sempurna, gula dapat masuk ke sel (Nurrahmani, 2017).

## 5. Patofisiologi

Resistensi insulin pada sel otot dan hati, serta kegagalan sel beta pancreas telah dikenal sebagai patofisiologi kerusakan sentral dari DM tipe 2. Hasil penelitian terbaru telah diketahui bahwa kegagalan sel beta terjadi lebih dini dan lebih berat dari yang diperkirakan sebelumnya. Organ lain yang juga terlibat pada DM tipe 2 adalah jaringan lemak (meningkatnya lipolisis), gastrointestinal (defisiensi inkretin), sel alfa pankreas (hiperglukagonemia), ginjal (peningkatan absorpsi glukosa), dan otak (resistensi insulin), yang ikut berperan menyebabkan gangguan toleransi glukosa. Saat ini sudah ditemukan tiga jalur patogenesis baru dari ominous octet yang memperantarai terjadinya hiperglikemia pada DM tipe 2 (Soelistijo et al., 2021).

## 6. Komplikasi

Menurut *American Diabetes Assosiation* (2020) diabetes mellitus dapat menimbulkan beberapa komplikasi diantaranya adalah :

### a. Penyakit jantung

Meningkatnya kadar gula darah dapat menyebabkan resiko terjadinya penyakit jantung karena glukosa yang berlebihan dapat merusak gula darah dan menimbulkan serangan jantung secara mendadak.

### b. Permasalahan pada syaraf

Permasalahan syaraf pada penderita Diabetes Melitus terjadi akibat meningkatnya kadar gula darah yang dapat melemahkan pembuluh darah sehingga asupan oksigen dan nutrisi pada sel syaraf berkurang dan terjadi kerusakan gangguan pada fungsi syaraf.

c. Kerusakan mata

Kadar gula darah yang tinggi dapat menimbulkan kerusakan pembuluh darah pada retina mata karena insulin tidak dapat menahan kadar gula darah yang tidak terkontrol dan dapat menyebabkan kebutaan.

d. Stroke

Diabetes Melitus bisa menjadi faktor resiko terjadinya stroke akibat kadar gula darah yang berlebihan dapat menyebabkan pembuluh darah menjadi kaku dan terjadi penimbunan lemak.

Komplikasi Diabetes Mellitus Tipe 2 dibedakan menjadi 2 menurut (Nurrahmani, 2017) yaitu :

a. Komplikasi Akut

Kompilasi akut, komplikasi yang datangnya mendadak tanpa aba-aba. Namun, jika diatasi bisa sembuh. Menurut Nurrahmani, (2017), yang termasuk komplikasi akut adalah infeksi yang sulit sembuh, koma hiperglikemik (koma diabetic), dan Hipoglikemia dengan koma Hipoglikemia.

1) Infeksi yang sulit sembuh dan lebih sering terjadi

Pada diabetes tipe-2 yang belum terkontrol, artinya gula darahnya masih tinggi, apabila terjadi infeksi berat, seperti infeksi paru atau borok di kaki, gula darah dapat mendadak makin meningkat. Dalam keadaan tersebut, gejala klasik diabetes akan menjadi lebih berat. Jadi, khusus bagi penderita diabetes, begitu timbul gejala infeksi, harus segera mengobatinya dengan benar dengan pergi ke dokter.

## 2) Koma Hiperglikemik (koma diabetik)

Kadar gula darah yang sangat tinggi disebut hiperglikemi. Hal tersebut bisa dilihat dari hasil cek gula darah yaitu di atas 200 mg/dl disertai. Keadaan hiperglikemik bisa menyebabkan koma pada penderita. Koma adalah istilah medis yang menerangkan bahwa kondisi seseorang kritis dan tidak sadarkan diri. Tubuhnya masih hidup, jantung, paru- paru, ginjal, semua masih bekerja. Namun, dia tidak sadar dan tidak bisa berbuat apa-apa. Koma karena hiperglikemi disebut koma hiperglikemik atau koma ketoasidotik, yang bisa berlangsung sehari hingga beberapa hari. Ada bermacam-macam koma hiperglikemik, tetapi yang paling sering terjadi adalah koma diabetik atau koma koma diabetik atau koma ketoasidotik (Nurrahmani, 2017).

## 3) Hipoglikemi dan koma hipoglikemi

Gula darah terlalu tinggi (hiperglikemi) bisa berakibat bermacam-macam, bahkan bisa menyebabkan koma. Demikian pula sebaliknya, gula yang terlalu rendah (hipoglikemi) juga tidak baik bahkan dianggap lebih berbahaya dibandingkan dengan hiperglikemi (Nurrahmani, 2017). Seperti halnya hiperglikemik, seseorang dikatakan ia mengalami Hipoglikemia ketika kadar gula darah <60% mg/dl. Gejala yang biasanya muncul ketika Hipoglikemia berupa banyak berkeringat, palpitasi atau penglihatan kabur, sakit kepala, bicara tidak jelas, kejang, bingung, Penderita bisa mengalami salah

satu atau lebih dari tanda-tanda tersebut. Keuka merasakan gejala seperti itu, segeralah melakukan cek gula darah dengan glukometer yang saat ini sudah dijual bebas di toko-toko alat kesehatan (Nurrahmani, 2017).

b. Komplikasi Menahun Kronis

1) Pembuluh darah

Plak aterosklerotik terbentuk dan menyumbat arteri berukuran besar atau sedang di jantung., otak, tungkai dan penis. Dinding pembuluh darah kecil mengalami kerusakan sehingga pembuluh tidak dapat mentransfer oksigen secara normal dan mengalami kebocoran. Sirkulasi yang jelek menyebabkan penyembuhan luka yang jelek dan bisa menyebabkan penyakit jantung, stroke, gangrene kaki dan tangan, impoten dan infeksi (Nurrahmani, 2017).

2) Mata

Terjadi kerusakan pada pembuluh darah kecil retina. Yang bisa mengakibatkan gangguan penglihatan akhirnya bisa terjadi kebutaan (Nurrahmani, 2017).

3) Ginjal

Dalam proses metabolisme di dalam tubuh, terjadi pengolahan bahan baku menjadi zat yang dibutuhkan tubuh. Sebagai akibatnya, proses ini menghasilkan zat-zat sisa atau zat metabolic yang beredar di dalam darah yang harus dikeluarkan dari tubuh. Semua itu dilakukan oleh sepasang ginjal dalam tubuh. Tugas ginjal adalah

membersihkan darah dari zat-zat berlebihan lainnya dengan cara membuang semua itu bersama urine (Nurrahmani, 2017).

4) Saraf

Sistem saraf juga bisa terkena dampak dari penyakit diabetes. Komplikasi pada susunan saraf biasanya disebut neuropati (Nurrahmani, 2017).

5) Kulit

Berkurangnya aliran darah ke kulit dan hilangnya rasa yang menyebabkan cedera berulang. Akibatnya adalah luka, infeksi dalam (Ulkus Diabetikum), penyembuhan luka yang jelek (Nurrahmani, 2017).

6) Darah

Gangguan fungsi sel darah putih. Akibatnya mudah terkena infeksi, terutama infeksi saluran kemih dan kulit (Nurrahmani, 2017).

7) Jaringan ikat

Gluka tidak dimetabolisir secara normal sehingga jaringan menebal atau berkontraksi yang mengakibatkan sindroma terowongan karpal (kontraktur Dupuytren) (Nurrahmani, 2017).

## 7. Penatalaksanaan

Penatalaksanaan diabetes mellitus terdapat 5 pilar yang dapat mengendalikan kadar glukosa darah, diantaranya adalah:

### a. Edukasi

Edukasi disebut juga dengan promosi hidup sehat sebagai upaya pencegahan terutama terhadap pengelolaan kadar glukosa. Pengelolaan gula darah terhadap kasus diabetes melitus dikatakan berhasil, apabila mendapatkan dukungan oleh partisipasi aktif, yaitu keluarga dan masyarakat. Diabetes melitus tipe 2 biasanya terjadi akibat gaya hidup yang kurang baik.

### b. Terapi nutrisi medis

Terapi nutrisi medis pada diabetes melitus merupakan terapi nutrisi untuk merencanakan pola makan agar tidak meningkatkan indeks glikemi kasus diabetes melitus.

### c. Latihan jasmani

Latihan jasmani merupakan suatu gerakan yang dilakukan oleh otot-otot tubuh dan anggota gerak tubuh lainnya dan merupakan salah satu pengendalian diabetes melitus tipe 2.

### d. Terapi farmakologi

Terapi farmakologi terdiri dari obat oral dan injeksi yang diberikan secara bersamaan dengan terapi nutrisi dan latihan jasmani.

### e. Terapi Non-Farmakologis

Terapi Non- Farmakologis untuk diabetes mellitus menurut (Anggraini &

Nur, 2020) meliputi beberapa pendekatan yang tidak melibatkan penggunaan obat-obatan, diantaranya yaitu :

1) Pengelolaan pola makan

Mengatur pola makan yang seimbang dan sesuai dengan kebutuhan kalori harian dapat membantu mengontrol kadar gula darah.

2) Aktivitas Fisik

Berolahraga secara teratur dapat membantu meningkatkan sensitivitas insulin dan mengontrol kadar gula darah.

3) Pengelolaan stress

Stress dapat meningkatkan kadar gula darah. Oleh karena itu, mengelola stress dengan teknik relaksasi seperti meditasi, yoga, atau teknik pernapasan dapat membantu mengontrol diabetes.

4) Penggunaan Tanaman Herbal

Beberapa tanaman herbal seperti daun kersen, ginseng, dan daun sirih merah (*Piper Crocatum*) telah digunakan dalam pengobatan tradisional untuk membantu mengontrol kadar gula darah (Anggraini & Nur, 2020).

## **B. Konsep Hipoglikemi**

### **1. Definisi**

Hipoglikemia merupakan suatu keadaan penurunan konsentrasi glukosa serum dengan atau tanpa adanya gejala sistem autonom dan neuroglikopenia. Hipoglikemia ditandai dengan menurunnya kadar glukosa darah  $<70$  mg/dl ( $<4,0$  mmol/L) dengan atau adanya whipple's triad, yaitu terdapat gejala-gejala

hipoglikemia, seperti kadar glukosa darah yang rendah, gejala berkurang dengan pengobatan. Hipoglikemia sering dialami oleh pasien DM tipe 1, diikuti oleh pasien DM tipe 2 yang diterapi dengan insulin dan sulfonilurea (Sukmadani Rusdi, 2020)

## 2. Tanda dan Gejala Hipoglikemia

Tanda dan gejala hipoglikemia tidaklah spesifik antar individu. Hipoglikemia dapat ditegakkan dengan adanya Whipple's Triad. Gejala hipoglikemia dikategorikan menjadi neuroglukopenia, yaitu gejala yang berhubungan langsung terhadap otak apabila terjadi kekurangan glukosa darah. Otak sangat bergantung terhadap suplai yang berkelanjutan dari glukosa darah sebagai bahan bakar metabolisme dan support kognitif. Jika level glukosa darah menurun maka disfungsi kognitif tidak bisa terelakkan. Gejala hipoglikemia kedua, adalah autonom, yaitu gejala yang terjadi sebagai akibat dari aktivasi sistem simpato-adrenal sehingga terjadi perubahan persepsi fisiologi . gejala dan tanda hipoglikemia adalah sebagai berikut:

### a. Autonom

Tanda dan gejalanya berupa gemetar, palpitasi, berkeringat, pucat, takikardi, gelisah, lapar, mual, kesemutan, *pulse presusure* paresthesia, *Tremulousness*.

### b. Neuroglukopenia

Tanda dan gejalanya berupa kesulitan konsentrasi, bingung, lemah, Cortical-blindness lesu, pandangan kabur, pusing, hipotermia, kejang,

koma, perubahan sikap, gangguan kognitif, diplopia (Sukmadani Rusdi, 2020).

### **3. Faktor Resiko Hipoglikemia**

Hipoglikemia terjadi jarena ketidakseimbangan antara suplai glukosa, penggunaan glukosa dan level insulin. Faktor risiko kejadian hipoglikemia pada pasien DM sering berkaitan dengan penggunaan insulin atau insulin sekretagog (sulfonilurea/glinid) yang kurang tepat, (Sukmadani Rusdi, 2020) diantaranya :

- a. Dosis insulin dan insulin sekretagog (sulfonilurea/glinid) yang berlebihan, salah aturan pakai atau salah jenis insulin.
- b. Intake glukosa berkurang, bisa disebabkan oleh lupa makan atau puasa
- c. Penggunaan glukosa yang meningkat (pada saat dan sehabis olahraga)
- d. Produksi glukosa endogen berkurang (pada saat konsumsi alkohol)
- e. Sensitivitas insulin meningkat (pada saat tengah malam, berat badan turun, kesehatan membaik dan pada saat peningkatan kontrol glikemik)
- f. Penurunan bersihan insulin.

### **4. Keparahan Hipoglikemia**

Menurut (Yale et al, 2018) , tingkat keparahan Hipoglikemia pada pasien DM dikategorikan sebagai berikut :

- a. Ringan  
Rentang glukosa darah adalah 54-70 mg/dl terdapat gejala autonom.
- b. Sedang  
Rentang glukosa darah adalah 40-54 mg/dl terdapat gejala autonom dan neuroglikopenia

c. Berat

Glukosa darah kurang dari 40 mg/dl. Terjadi kerusakan sistem saraf pusat, dengan gejala perubahan emosi, kejang, stupor.

### **5. Pencegahan Hipoglikemi**

Hipoglikemia pada pasien DM dapat dicegah, apabila pasien sadar terhadap kemungkinan terjadinya hipoglikemia. Pencegahan Hipoglikemi membutuhkan pendekatan yang terintegrasi. Langkah – langkah yang bisa dilakukan agar terhindar dari kejadian hipoglikemia adalah, sebagai berikut :

- a. Lakukan edukasi mengenai tanda dan gejala hipoglikemia
- b. Hindari farmakoterapi yang bisa meningkatkan risiko kambuh atau
- c. Hipoglikemia berat
- d. Tingkatkan Pemantauan Glukosa Darah Mandiri (PGDM), khususnya bagi Pengguna insulin atau obat oral golongan sekretagog; termasuk pada jam tidur
- e. Lakukan edukasi tentang obat – obat atau insulin yang dikonsumsi, tentang dosis, waktu mengkonsumsi, dan efek samping.

### **6. Terapi Hipoglikemia Berat**

- a. Glukagon merupakan hormon yang disekresi pankreas untuk menstimulasi hepar agar mengeluarkan glukosa yang tersimpan ke aliran darah. Injeksi glukagon dapat diberikan pada pasien DM dengan kadar glukosa darah yang terlalu rendah untuk diterapi dengan intake glukosa.

- b. Jika didapat gejala neuroglukopenia, berikan dekstrosa 20% sebanyak 50 cc (jika kadar glukosa belum naik signifikan, diberikan dekstrosa 40% sebanyak 25 cc), diikuti dengan infus D5% atau 10%.
- c. Periksa glukosa darah 15 menit setelah pemberian parenteral. Bila kadar glukosa darah belum mencapai target, dapat diberikan ulang dekstrosa 20%.
- d. Selanjutnya lakukan monitoring glukosa darah setiap 1 – 2 jam kalau masih terjadi hipoglikemia berulang. Pemberian dekstrosa 20% dapat diulang.

### **C. Konsep *Continuous Glucose Monitoring* (CGM)**

#### **1. Definisi**

*Continuous Glucose Monitoring* merupakan suatu pemantauan glukosa secara berkelanjutan yang bekerja dengan otomatis melacak kadar glukosa darah sepanjang waktu (Russell, 2017).

#### **2. Manfaat *Continuous Glucose Monitoring***

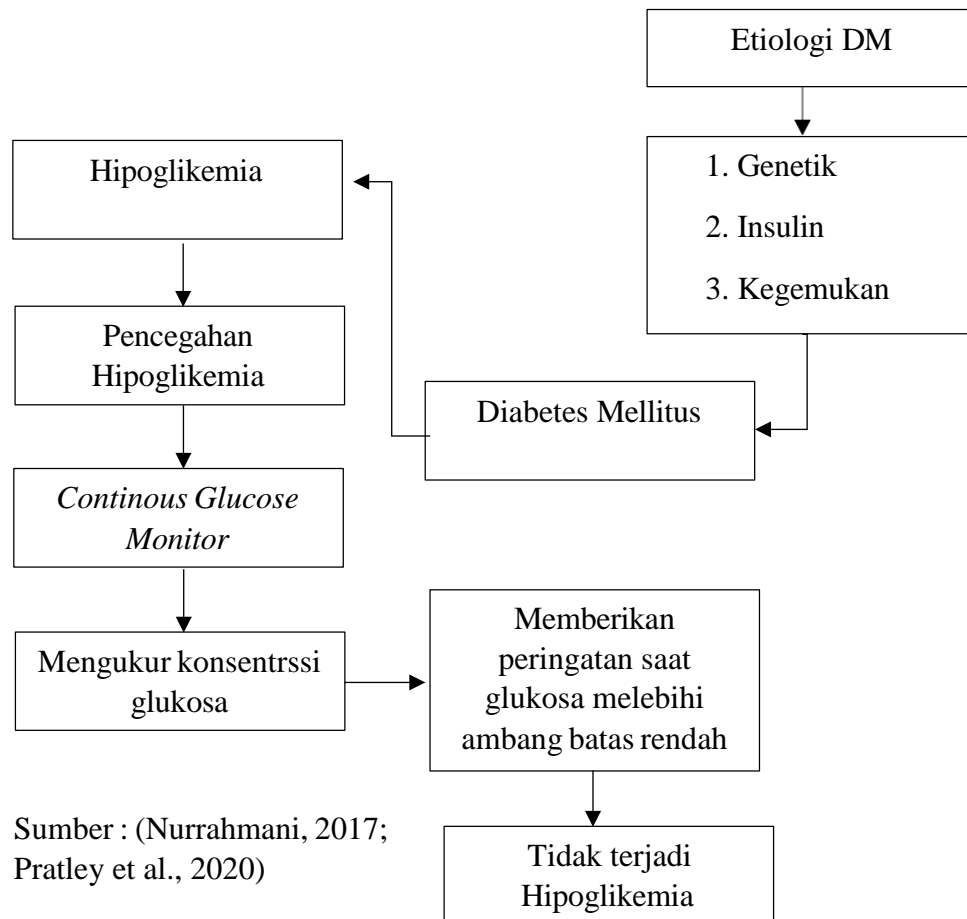
Pemantauan glukosa berkelanjutan (CGM) bermanfaat untuk mengukur konsentrasi glukosa interstisial, yang memungkinkan penilaian kadar dan tren glukosa secara hampir real-time. Monitor glukosa berkelanjutan dapat memberikan peringatan saat kadar glukosa melebihi ambang batas rendah atau tinggi atau berubah dengan cepat, yang memungkinkan pasien menyesuaikan dosis insulin atau mengonsumsi karbohidrat untuk meminimalkan risiko Hipoglikemia (Pratley et al., 2020).

### 3. Cara Kerja *Continuous Glucose Monitoring*

Mekanisme kerja dari sistem CGM ini adalah dengan memasang sensor berukuran kecil pada kulit di perut ataupun di lengan. Sensor tersebut akan mengukur kadar glukosa interstisial yang terletak diantara sel. Sensor akan terhubung dengan sebuah monitor tanpa kabel yang bisa menampilkan kurva kenaikan kadar glukosa darah dan mempunyai alarm yang akan berbunyi ketika kadar glukosa dalam darah terlalu tinggi ataupun terlalu rendah. Bahkan, untuk beberapa sistem CGM bisa terhubung ke dalam smartphone. Real-time CGM yang banyak digunakan yaitu sistem Guardian REAL-Time atau MiniMed Minilink sistem, baik Medtronic, Northridge, CA, Flash Glucose Monitoring (FGM) meliputi FreeStyle Libre® (Abbott Diabetes Care, Alameda, CA, USA), serta Dexcom G4 Platinum. Monitor glukosa secara kontinu (CGM) telah terbukti bermanfaat secara klinis, mengurangi risiko hipoglikemia dan hiperglikemia, variabilitas glikemik dan meningkatkan kualitas hidup pasien untuk berbagai populasi pasien dan indikasi klinis. Hal ini didukung oleh studi yang menjelaskan bahwa strategi monitoring glukosa secara kontinu pada pasien ICU dapat menurunkan insidensi dan keparahan hipoglikemia sehingga meningkatkan keamanan kendali glikemik (Hirza Ainin Nur, 2024).

#### D. Kerangka Teori

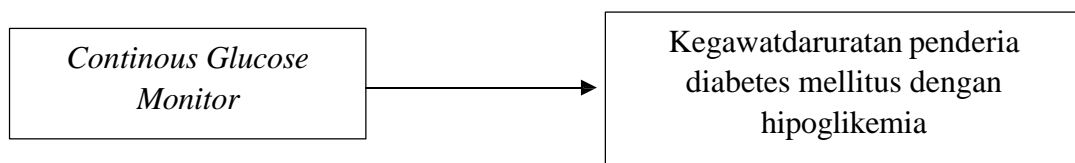
Gambar 2. 1 Kerangka teori



#### E. Kerangka Konsep

Konsep merupakan abstraksi yang terbentuk oleh generalisasi dari hal-hal khusus, konsep tidak dapat langsung diamati atau diukur, konsep hanya dapat diukur melalui konstruk atau yang lebih dikenal dengan nama variabel, jadi variabel adalah symbol atau lambing yang menunjukkann nilai atau bilangan.

Gambar 2. 2 Kerangka Konsep



Sumber : (Nurrahmani, 2017; Pratley et al., 2020)