

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Diabetes Melitus**

##### **1. Definisi diabetes melitus**

Secara garis besar, diabetes melitus digolongkan sebagai penyakit non-infeksi yang terjadi dalam jangka panjang dan ditandai dengan peningkatan kadar glukosa darah di atas nilai normal. Kondisi hiperglikemia ini terjadi karena insulin tidak diproduksi secara optimal atau tubuh tidak dapat menggunakan insulindengan efektif, sehingga kadar gula tetap tinggi dan keseimbangan glukosa dalam darah terganggu (Hartono dan Ediyono, 2024).

Diabetes Melitus yang sering disebut penyakit gula, merupakan gangguan kesehatan kronis yang dapat berlangsung seumur hidup. Kondisi ini muncul akibat adanya masalah pada proses metabolik tubuh, khususnya pada fungsi pankreas. Gangguan tersebut menyebabkan peningkatan kadar glukosa dalam darah atau hiperglikemia, yang terjadinya karena produksi insulin menurun atau tidak mencukupi. DM dapat memicu berbagai komplikasi, baik pada pembuluh darah besar maupun kecil. Dampak yang ditimbulkan dapat berpengaruh pada sistem kardiovaskular, dan jika tidak segera ditangani, kondisi ini dapat meningkatkan risiko terjadinya serangan jantung (Lestari dkk., 2021).

## 2. Klasifikasi diabetes melitus

Menurut (Hartono dan Ediyono, 2024) Diabetes melitus dapat dibagi ke dalam beberapa kelompok utama, yaitu:

### a. Diabetes Melitus Tipe 1

Pada kondisi ini, pankreas tidak mampu menghasilkan insulin dalam jumlah yang cukup atau bahkan tidak memproduksi sama sekali. Akibatnya, glukosa tidak dapat masuk ke dalam sel dan tetap berada dalam aliran darah. Diabetes tipe 1 umumnya terdeteksi pada masa kanak-kanak atau remaja, dan dapat terjadi pada laki-laki maupun perempuan. Gejalanya biasanya muncul secara cepat, dan tanpa pemberian insulin sesegera mungkin, penderita berisiko mengalami kondisi serius hingga koma. DM tipe ini merupakan suatu proses autoimun yang dapat menyerang semua golongan usia, tetapi lebih sering terjadi pada anak-anak. Pasien DM tipe 1 perlu menyuntikkan insulin setiap harinya untuk mengontrol kadar glukosa darah yang terkandung dalam tubuh.

### b. Diabetes Melitus Tipe 2

Jenis diabetes ini merupakan yang paling banyak ditemukan. Mayoritas kasus terjadi pada individu berusia di atas 40 tahun, meskipun dapat juga dialami oleh anak-anak maupun remaja. Pada tipe ini, pankreas masih memproduksi insulin, namun kualitas dan kerjanya tidak optimal, sehingga kadar gula dalam darah meningkat. Umumnya, pasien tidak harus menggunakan insulin suntik, tetapi memerlukan obat oral untuk membantu meningkatkan efektivitas insulin, menurunkan kadar glukosa, serta memperbaiki proses metabolisme gula di hati. Diabetes melitus tipe 2 atau yang bisa disebut dengan *Non Insulin Dependent. Diabetes Mellitus*

(NIDDM) merupakan diabetes melitus yang memiliki jumlah pasien yang lebih banyak daripada tipe lain. Pasien DM tipe 2 dapat mencapai 85% dari pasien DM. Kondisi ini ditandai dengan resistensi insulin yang disertai dengan defisiensi insulin relatif. DM tipe ini sering terjadi pada usia di atas 40 tahun, namun bisa juga terjadi pada usia muda bahkan anak-anak.

c. Diabetes Gestasional

Diabetes tipe ini muncul selama kehamilan akibat perubahan hormon yang memicu resistensi insulin. Kondisi ini biasanya ditemukan pada trimester kedua atau ketiga. Pada fase awal, ibu hamil mungkin tidak menunjukkan gejala yang khas, sehingga pemeriksaan rutin sangat penting untuk mendeteksinya

d. Diabetes Tipe Lain

Kategori ini mencakup diabetes yang timbul sebagai dampak dari penyakit lain atau kondisi tertentu yang memengaruhi produksi maupun fungsi insulin. Misalnya gangguan pada kelenjar adrenal atau hipofisis, penggunaan obat seperti kortikosteroid, beberapa obat tekanan darah atau kolesterol, serta kondisi seperti malnutrisi atau infeksi tertentu.

### **3. Faktor risiko diabetes melitus**

Jumlah penderita diabetes melitus terus bertambah dari waktu ke waktu. Kondisi ini dipengaruhi oleh bertambahnya populasi, perubahan gaya hidup dari yang sederhana menjadi lebih modern, meningkatnya kasus obesitas, serta menurunnya aktivitas fisik masyarakat (Sasombo dkk., 2021). Diabetes melitus muncul akibat berbagai faktor risiko, baik yang dapat dikendalikan maupun yang tidak bisa diubah. Faktor yang dapat dimodifikasi meliputi kurangnya aktivitas fisik, penumpukan lemak di area perut, tingginya nilai IMT, pola

konsumsi tinggi gula, minimnya asupan serat, gangguan profil lemak, serta kebiasaan merokok. Faktor yang bersifat tetap sehingga tidak dapat diubah antara lain usia, jenis kelamin, latar belakang etnis, riwayat genetik, dan pengalaman melahirkan bayi dengan berat lebih dari 4.000 gram. Gaya hidup yang minim gerak dan pola makan yang tidak seimbang dapat memicu kenaikan berat badan hingga akhirnya menyebabkan obesitas. Pada saat seseorang mengalami obesitas, kemungkinan mereka untuk mengembangkan diabetes melitus menjadi semakin besar (Anri, 2022).

#### **4. Patofisiologi diabetes melitus**

Pada diabetes tipe I, sistem imun menyerang dan merusak sel beta di pankreas sehingga produksi insulin berhenti. Akibat tidak adanya insulin, glukosa dari makanan tetap berada dalam aliran darah dan memicu hiperglikemia setelah makan. Hati juga tidak dapat menyimpan glukosa tersebut. Pada saat kadar gula dalam darah sangat tinggi dan disaring oleh ginjal, tubuh tidak mampu menyerapnya kembali sehingga sebagian glukosa keluar melalui urin, kondisi yang dikenal sebagai kencing manis. Pada keadaan resistensi insulin, sel beta berusaha mengeluarkan insulin dalam jumlah lebih besar untuk menekan pembentukan glukosa dalam darah. Namun, jika kadar gula tetap meningkat seiring waktu, kondisi tersebut dapat berkembang menjadi diabetes melitus tipe II (Lestari, dkk, 2021)

## **5. Komplikasi diabetes melitus**

Menurut (Lathifah, 2017) Diabetes melitus merupakan penyakit kronis yang dapat memicu kerusakan berbagai organ tubuh, termasuk ginjal, saraf, mata, jantung, serta sistem pembuluh darah. Kondisi ini muncul ketika produksi maupun fungsi insulin mengalami gangguan, sehingga tubuh tidak mampu mengatur kadar glukosa secara normal.

Retinopati merupakan kondisi ketika retina mengalami kerusakan, sehingga penglihatan dapat menurun hingga menyebabkan kebutaan baik sebagian maupun seluruhnya. Pada saat retina tidak berfungsi optimal, otak tidak mampu menerima dan mengolah rangsangan visual dengan benar. Penyakit ini cenderung berkembang perlahan sehingga sering tidak disadari pada tahap awal. Berbagai gejala yang dapat muncul antara lain pandangan seperti tertutup jaring halus, muncul bayangan berwarna keabu-abuan, penglihatan menjadi buram, kesulitan membaca, adanya titik gelap atau area kosong di pusat penglihatan, tampak selaput kemerahan, rasa nyeri pada mata, cahaya yang tampak mengelilingi objek, perubahan bentuk garis vertikal, hingga terjadinya kebutaan.

Nefropati diabetik merupakan gangguan ginjal yang terjadi pada penderita diabetes melitus dan dapat berakhir sebagai gagal ginjal. Kondisi ini ditandai oleh meningkatnya kadar albumin dalam urin (baik mikroalbuminuria maupun makroalbuminuria). Kerusakan pembuluh darah kecil pada ginjal menyebabkan proses penyaringan darah tidak berjalan dengan baik. Pada keadaan normal, protein tidak dapat melewati penyaring ginjal, namun ketika sel ginjal mengalami kerusakan, protein dapat lolos dan masuk ke dalam urin. Beberapa

gejala yang sering muncul pada penderita nefropati meliputi pembengkakan pada bagian kaki, pergelangan, maupun tangan, sesak napas, tekanan darah meningkat, sulit berkonsentrasi, hilangnya nafsu makan, kulit kering dan gatal, serta mudah merasa lelah.

Neuropati adalah komplikasi yang memengaruhi sistem saraf. Kadar glukosa darah yang terlalu tinggi dapat merusak serabut saraf sehingga pengiriman sinyal menuju otak ataupun dari otak menjadi tidak efektif. Akibatnya, muncul gangguan seperti hilangnya sensasi, meningkatnya rasa nyeri pada area yang terdampak, atau mati rasa. Kerusakan saraf tepi biasanya bermula dari jari kaki dan dapat menjalar ke seluruh kaki. Keluhan yang paling sering dirasakan penderita adalah kesemutan. Berbagai gejala tersebut meningkatkan kemungkinan penderita diabetes mengalami komplikasi yang lebih berat. Oleh karena itu, penelitian ini penting untuk dilakukan sebagai langkah pencegahan terhadap risiko komplikasi lanjutan.

## **B. Glukosa Darah**

### **1. Definisi glukosa darah**

Glukosa adalah karbohidrat sederhana yang berperan penting sebagai sumber energi utama bagi tubuh. Senyawa ini berasal dari makanan berkadar karbohidrat seperti monosakarida, disakarida, dan polisakarida, yang kemudian dipecah dan diubah menjadi glukosa di dalam hati. Setelah terbentuk, glukosa digunakan untuk menghasilkan energi, sedangkan kelebihanannya disimpan dalam bentuk glikogen. Glikogen ini sebagian besar tersimpan di hati dan otot, serta menjadi cadangan yang dapat diubah kembali menjadi glukosa ketika tubuh membutuhkannya. Glukosa juga memegang peranan penting bagi fungsi

otak dan proses metabolisme lainnya. Kadar glukosa darah menggambarkan jumlah gula yang beredar di dalam aliran darah, yang utamanya berasal dari pemecahan karbohidrat makanan. Tubuh mengatur kadar glukosa melalui dua hormon utama, yaitu insulin dan glukagon, yang dihasilkan oleh pankreas (Rosares dan Boy, 2022).

## **2. Jenis-jenis pemeriksaan glukosa darah**

Beberapa jenis pemeriksaan glukosa darah menurut (Kemenkes, 2024) yaitu:

### **a. Glukosa darah sewaktu**

Merupakan pemeriksaan gula darah yang dilakukan kapan saja, bahkan ketika setelah makan. Hasilnya akan menunjukkan tingkat gula darah. Jika hasil menunjukkan  $<140$  mg/dl (normal), 140-199 mg/dl (prediabetes), dan jika  $>200$  mg/dl maka sudah pasti menderita diabetes.

### **b. Glukosa darah puasa**

Dianjurkan untuk dilakukan pada pagi hari dan dengan sengaja dilakukan untuk mengukur kadar gula dalam darah setelah tidak makan selama 8-10 jam. Jika hasil menunjukkan 80-100 mg/dl (normal) dan jika  $>100$ -menyatakan tinggi (RSUD Wangaya, 2025).

### **c. Glukosa 2 jam PP (Postprandial)**

Merupakan jenis pemeriksaan glukosa darah 2 jam setelah penderita makan atau minum, dengan hasil  $<140$  mg/dl (normal), 140-199 mg/dl (prediabetes), dan

$\geq 200$  mg/dl dikatakan diabetes.

### **d. HbA1C**

Selain mengukur gula darah, pemeriksaan ini juga bisa digunakan untuk

mengetahui tingkat produksi selama tiga bulan terakhir yang dikenal sebagai hemoglobin glikat atau HbA1C. Jika menunjukkan  $<5,7\%$  (normal),  $5,7-6,4\%$  (prediabetes), dan  $\geq 6,5\%$  maka bisa dikatakan diabetes.

e. Tes Toleransi Glukosa Oral (TTGO)

Untuk melakukan tes ini, diharuskan untuk puasa terlebih dahulu dan glukosa hanya dapat diukur dua jam setelah minum. Jika nilai 2 jam setelah minum glukosa  $<140$  mg/dl (normal),  $140-199$  mg/dl (prediabetes), dan  $\geq 200$  mg/dl dikatakan diabetes. Pemeriksaan biasanya dilakukan saat ibu hamil memasuki minggu ke 24 -28 usia kehamilan.

### **3. Metode pemeriksaan glukosa darah**

Pengukuran kadar glukosa darah dapat dilakukan melalui beberapa teknik. Metode enzimatik yang sering digunakan meliputi GOD-PAP (*Glucose Oxidase-Para Amino Phenazone*), pemeriksaan berbasis POCT, serta metode Heksokinase. Selain itu, terdapat juga metode kimiawi seperti reduksi (*reduktometri/Folin-Wu*) dan metode furfural (Wulandari dkk., 2024).

**a. Metode enzimatik**

1) GOD PAP (*Glukosa Oksidase - Para Amino Phenazone*)

Metode GOD-PAP banyak dipilih oleh berbagai laboratorium karena dianggap mampu memberikan hasil pemeriksaan yang sangat akurat dan spesifik, serta jarang mengalami gangguan dari zat pengganggu. Proses analisis dengan metode ini juga relatif cepat. Meskipun demikian, kelemahan utamanya adalah biaya pemeriksaannya yang cenderung lebih tinggi dibandingkan metode lainnya (Firdaus dkk., 2025).



## 2) Heksokinase

Pada metode *Heksokinase* (HK), glukosa yang terdapat dalam sampel darah akan bereaksi dengan *adenosin trifosfat* (ATP). Dengan bantuan enzim heksokinase, reaksi tersebut menghasilkan glukosa-6-fosfat. Senyawa ini kemudian diproses oleh enzim *glukosa-6-fosfat dehidrogenase* (G6PD) yang akan bereaksi dengan koenzim  $\text{NADP}^+$  atau  $\text{NAD}^+$ . Reaksi tersebut membentuk NADPH atau NADH serta 6-fosfoglukonat. Jumlah NADPH atau NADH yang terbentuk selanjutnya digunakan sebagai indikator untuk menentukan konsentrasi glukosa dalam darah (Widiastuti dan Riyanto, 2024).

## 3) POCT (*Point of Care Testing*)

Skrining kadar glukosa dapat dilakukan dengan metode POCT, yang memiliki kelebihan karena bisa dikerjakan di mana pun dan langsung di dekat pasien. Cara ini membantu meminimalkan kesalahan pada tahap praanalitik. Pemeriksaan dengan POCT juga tidak membutuhkan proses penanganan sampel tambahan, seperti sentrifugasi atau langkah laboratorium lainnya. Pada pemeriksaan glukosa secara metode konvensional, umumnya dibutuhkan volume darah yang lebih banyak, sedangkan POCT hanya memerlukan jumlah sampel yang sangat sedikit. Hasil pengukuran glukosa dengan glukometer dapat dianggap akurat selama alat tersebut terkalibrasi dengan benar dan telah memenuhi standar ISO-15197:2013 (Rahman dkk., 2020).

### **b. Metode kimiawi**

#### 1) Reduktomi/ Folin wu

Metode Folin–Wu bekerja berdasarkan kemampuan glukosa untuk mereduksi senyawa tertentu ketika berada dalam kondisi alkali panas. Pada

tahap awal, protein dalam sampel darah diendapkan menggunakan larutan *asam tungstat*, kemudian dipisahkan melalui sentrifugasi sehingga tersisa filtrat yang mengandung glukosa. Glukosa dalam filtrat tersebut akan mereduksi ion kupri ( $\text{Cu}^{2+}$ ) dari larutan  $\text{CuSO}_4$  basa menjadi kupri oksida ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ). Endapan kupri oksida ini kemudian bereaksi dengan asam fosfomolibdat, menghasilkan senyawa molybdenum blue. Intensitas warna biru yang terbentuk selanjutnya diukur secara kolorimetri pada panjang gelombang 430 nm, dan nilai absorbansinya mencerminkan kadar glukosa dalam sampel (Baharudin dkk., 2023).

## 2) Furfural

Prinsip kerja metode furfural didasarkan pada reaksi glukosa dengan pereaksi seperti antron, anilin, atau o-toluidin dalam kondisi asam. Proses ini menghasilkan senyawa berwarna, dan tingkat kecerahan warna yang terbentuk berhubungan langsung dengan jumlah glukosa yang ada dalam sampel (Wulandari dkk., 2024).

## 4. Faktor yang memengaruhi pemeriksaan glukosa darah

Jumlah orang yang mengalami diabetes melitus terus bertambah setiap tahunnya. Kenaikan ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti adanya riwayat penyakit diabetes dalam keluarga yang dapat meningkatkan risiko pada keturunannya. Selain itu, pola makan yang tidak teratur dan tidak sehat, semakin banyaknya penduduk usia dewasa hingga lanjut usia yang lebih rentan karena fungsi organ mulai menurun, kebiasaan hidup yang kurang baik, kelebihan berat badan, serta minimnya pengetahuan masyarakat tentang penyakit ini juga menjadi pemicu penting (Andi dkk, 2023). Kasus diabetes

paling banyak ditemukan pada kelompok usia 18 hingga menjelang 60 tahun. Hal ini disebabkan oleh beberapa hal, seperti:

- a. Kemampuan metabolisme tubuh yang perlahan melemah seiring bertambahnya usia
- b. Bertambahnya kemungkinan munculnya penyakit lain pada usia tersebut, misalnya gangguan jantung, stroke, atau masalah ginjal, yang membuat kerja metabolisme semakin berat.
- c. Makin tua seseorang, umumnya semakin banyak obat yang perlu dikonsumsi untuk menangani penyakit penyerta, dan ini dapat memengaruhi kestabilan kadar gula.

Kebiasaan buruk sejak muda juga dapat meningkatkan kemungkinan terkena diabetes, misalnya pola makan yang tidak tepat saat masa pertumbuhan, konsumsi alkohol berlebihan, minuman tinggi kafein, serta tingkat stres yang tidak terkontrol. Faktor-faktor ini tidak dikelola dengan baik, kondisi orang yang berisiko maupun penderita diabetes dapat semakin memburuk

## **C. Kreatinin**

### **1. Definisi kreatinin**

Kreatinin adalah zat sisa yang terbentuk dari proses metabolisme kreatin. Senyawa ini diproduksi di hati dan sebagian besar berada di jaringan otot, karena di sana kreatin berfungsi sebagai penyimpan energi dalam bentuk *creatin fosfat* (CP). Pada proses pembentukan *adenosin trifosfat* (ATP) dari *adenosin difosfat* (ADP), kreatin fosfat akan melepaskan fosfatnya dan berubah menjadi kreatin dengan bantuan enzim *creatin kinase* (CK). Zat sisa dari pemecahan

fosfokreatin inilah yang kemudian menjadi kreatinin. Produk ini akan dilepaskan ke aliran darah dan selanjutnya dikeluarkan melalui urin setelah disaring oleh ginjal. Jumlah kreatinin yang diproduksi tubuh bergantung pada massa otot seseorang. Kreatinin dalam serum dikenal sebagai penanda penting untuk menilai fungsi ginjal, karena nilainya tidak dipengaruhi oleh jenis makanan yang dikonsumsi. Pemeriksaan kadar kreatinin merupakan tes darah sederhana yang memberikan gambaran mengenai kesehatan fungsi ginjal seseorang (Kurnia dan Ismawatie, 2024). Rentang normal kadar kreatinin yaitu 0,3–1,2 mg/dL (RSUD Wangaya, 2025).

## **2. Metode pemeriksaan kreatinin**

Pemeriksaan kadar kreatinin serum dapat dilakukan melalui berbagai metode analitik, seperti metode Jaffe, serta uji kolorimetri berbasis enzim (Tuaputimain dkk., 2020)

### **a. Metode jaffe**

Pada teknik ini, kreatinin akan berinteraksi dengan asam pikrat ketika berada dalam kondisi alkalis. Reaksi tersebut menghasilkan pembentukan kompleks berwarna kuning-jingga yang intensitas warnanya dapat diukur untuk menentukan kadar kreatinin dalam sampel (Dai dkk., 2020).

### **b. Metode *enzymatic colorimetri test***

Prinsip pemeriksaan kreatinin secara enzimatik dimulai ketika kreatinin dalam sampel dihidrolisis oleh enzim creatininase menjadi kreatin. Setelah itu, kreatin diubah oleh enzim creatinase menjadi sarkosin dan urea. Sarkosin kemudian mengalami oksidasi oleh enzim sarcosine oxidase sehingga menghasilkan glisin, formaldehid, dan hidrogen peroksida. Hidrogen peroksida

yang terbentuk selanjutnya bereaksi dengan 4-aminoantipyrine dan HTIB dengan bantuan enzim peroksidase, membentuk senyawa berwarna *quinoneimine*. Intensitas warna yang dihasilkan berbanding lurus dengan kadar kreatinin dalam sampel, dan absorbansinya diukur pada panjang gelombang 546 nm (Pudjiastuty dkk, 2023).

### **3. Faktor yang memengaruhi kadar kreatinin**

Berbagai faktor dapat memengaruhi kadar kreatinin dalam serum, yang sebagian besar berkaitan dengan pola hidup sehari-hari, termasuk kebiasaan berolahraga. Kebiasaan berolahraga yang teratur berperan dalam menjaga kondisi tubuh dan fungsi organ, termasuk ginjal. Sebaliknya, kebiasaan jarang berolahraga dapat berdampak pada penurunan kondisi kesehatan secara umum, yang dalam jangka panjang dapat memengaruhi fungsi ginjal. Faktor usia juga berkontribusi, mengingat kemampuan tubuh dalam memproduksi kreatinin serta fungsi ginjal dapat berubah seiring pertambahan usia. Kebiasaan konsumsi minuman tertentu, seperti minuman berenergi, suplemen olahraga, atau produk yang mengandung kreatin, dapat pula berdampak pada naik turunnya kadar kreatinin. Selain itu, kecukupan cairan tubuh sangat berperan, asupan air yang tidak mencukupi dapat menyebabkan dehidrasi ringan hingga sedang, yang kemudian memicu peningkatan konsentrasi kreatinin dalam darah karena volume plasma berkurang. Dengan demikian, pola hidup, kondisi fisik, dan kebiasaan konsumsi seseorang secara keseluruhan dapat memberikan pengaruh berarti terhadap kadar kreatinin serum (Tuaputimain dkk., 2020).

#### **D. Hubungan Glukosa Darah Puasa dengan Kadar Kreatinin**

Kadar glukosa darah yang tinggi dapat memicu berbagai komplikasi kronis yang menyerang pembuluh darah kecil maupun besar. Peningkatan glukosa yang berlangsung terus-menerus membuat dinding pembuluh darah menjadi lemah dan mudah mengalami kerusakan, sehingga pembuluh darah kecil, terutama yang terdapat di ginjal, lebih rentan tersumbat (Hadiarto dkk., 2022). Kondisi ini membuat ginjal harus bekerja lebih keras dalam proses penyaringan darah, suatu keadaan yang dikenal sebagai hiperfiltrasi. Beban filtrasi yang berlebihan lama-kelamaan menyebabkan kerusakan pada struktur glomerulus, termasuk penebalan dan sklerosis pada membran basalis glomerulus. Hiperglikemia juga memicu glikosilasi pada berbagai komponen jaringan, yang mengganggu kemampuan membran glomerulus untuk mempertahankan fungsi penyaring selektif protein. Akibatnya, protein, terutama albumin, dapat lolos ke dalam urin (albuminuria), yang selanjutnya berkontribusi pada penurunan fungsi ginjal (Sarjono dkk., 2025).

Sebagai akibat dari kerusakan glomerulus tersebut, nefropati diabetik muncul sebagai salah satu komplikasi mikrovaskuler yang paling sering ditemui pada pasien diabetes melitus. Untuk mendeteksi adanya kerusakan ginjal akibat kondisi ini, salah satu pemeriksaan yang umum dilakukan adalah pengukuran kadar kreatinin dalam serum (Hadiarto dkk., 2022). Kreatinin sendiri merupakan produk metabolisme kreatin dan fosfokreatin yang terdapat di otot rangka. Karena disintesis di otot, kadarnya dalam plasma sangat bergantung pada massa otot dan berat badan individu, sehingga orang dengan massa otot lebih besar biasanya memiliki kadar kreatinin lebih tinggi. Ginjal berperan

penting dalam membuang kreatinin melalui proses filtrasi glomerulus. Fungsi ginjal terganggu, laju filtrasi menurun sehingga zat-zat toksik yang seharusnya dibuang melalui urine tetap tertahan dalam tubuh, yang tercermin dari peningkatan kadar kreatinin dalam darah. Akumulasi kreatinin ini menjadi indikator penting untuk menilai kesehatan ginjal serta mendeteksi komplikasi yang muncul akibat diabetes melitus (Zulfian dan Tarmizi, 2021)