

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Diabetes Melitus**

##### **2.1.1 Definisi Diabetes Melitus**

Diabetes melitus merupakan suatu penyakit sistemik yang sampai sekarang menjadi masalah kesehatan diseluruh dunia. Indonesia sendiri menduduki peringkat ke 4 di dunia dengan angka penderita diabetes melitus terbanyak di dunia setelah India, China dan U.S, dan diperkirakan bahwa Indonesia akan tetap menduduki peringkat ke 4 pada tahun 2030 mendatang (Kemenkes RI, 2013).

Diabetes adalah penyakit menahun (kronis) berupa gangguan metabolik yang ditandai dengan kadar gula darah yang melebihi batas normal. Penyakit ini terbagi mejadi 5 kelompok, yaitu diabetes melitus tipe 1, diabetes tipe 2, diabetes gestasioal, diabetes insipidus dan diabetes insipidus nefrogeik. Diabetes melitus tipe 2 menempati lebih dari 90% kasus di negara maju dan di negara sedang berkembang, hampir seluruh diabetes tergolong sebagai peyadang diabetes melitus tipe 2 40% diantaranya terbukti berasal dari kelompok masyarakat yang terlanjur mengubah gaya hidup tradisioal mejadi “modern”. Gaya hidup modern yang dapat dilihat pada sebagian keluarga di perkotaan, degan alat bantu eletronik sehingga meminimalkan gerak fisik. Berkurangnya kerja otot lurik, yang dibarengi semakin meningkatnya asupan pangan padat kalori dan kaya akan lemak, meyebabkan obesitas yang pada giliranya akan menjelma mejadi diabetes melitus tipe 2 (WHO, 2016).

Diabetes suatu penyakit yang terjadi akibat kegagalan sel pankreas dalam memproduksi insulin. Hormon insulin inilah yang berfungsi dalam mengatur penggunaan gula untuk aktivitas sel-sel di dalam tubuh. Pada pasokan insulin yang tidak memadai ini nantinya akan menyebabkan kadar gula darah cenderung tinggi. Pada pengertian penyakit diabetes ini apabila kondisinya secar terus-menerus dapat menyebabkan kerusakan pada dinding pembuluh darah dan mengakibatkan komplikasi pada berbagai organ penting di dalam tubuh seperti jantung koroner, stroke, obesitas, serta gangguan pada mata, ginjal, dan saraf. Penyakit diabetes juga dapat menyebabkan terjadinya fluktuasi kadar gula darah

dalam tubuh. Hal ini dapat mengakibatkan penurunan (hipoglikemia) atau peningkatan kadar gula darah (hiperglikemia) secara tiba-tiba.

### 2.1.2 Klasifikasi Diabetes Melitus

Klasifikasi etiologi diabetes menurut American Diabetes Association 2018 dibagi dalam 4 jenis yaitu :

#### a) Diabetes Melitus Tipe 1

Diabetes melitus tipe 1 terjadi karena adanya destruksi sel beta pankreas karena sebab autoimun. Pada diabetes melitus tipe ini terdapat sedikit atau tidak sama sekali sekresi insulin dapat ditentukan dengan level protein c-peptida yang jumlahnya sedikit atau tidak terdeteksi sama sekali. Manifestasi klinik pertama dari penyakit ini adalah ketoasidosis.

Faktor penyebab terjadinya diabetes melitus tipe 1 adalah infeksi virus atau rusaknya sistem kekebalan tubuh yang disebabkan karena reaksi autoimun yang merusak sel-sel penghasil insulin yaitu sel  $\beta$  pada pankreas, secara menyeluruh. Oleh sebab itu, pada tipe 1 pankreas tidak dapat memproduksi insulin. Penderita diabetes melitus untuk bertahan hidup harus diberikan insulin dengan cara disuntikan pada area tubuh penderita. Apabila insulin tidak diberikan maka penderita akan tidak sadarkan diri, disebut juga dengan koma ketoasidosis atau koma diabetic.

#### b) Diabetes Melitus Tipe 2

Pada penderita diabetes melitus tipe ini terjadi hiperinsulinemia tetapi insulin tidak bisa membawa glukosa masuk ke dalam jaringan karena terjadi resistensi insulin yang merupakan turunnya 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.

Diabetes melitus tipe 2 disebabkan oleh kegagalan relatif sel  $\beta$  pankreas dan resisten insulin. Resistensi insulin adalah turunnya kemampuan insulin untuk

merangsang pengambilan glukosa oleh jaringan perifer dan untuk menghambat produksi glukosa oleh hati. Sel  $\beta$  pankreas tidak mampu mengimbangi resistensi insulin ini sepenuhnya, artinya terjadi defisiensi relatif insulin. Ketidakmampuan ini terlihat dari berkurangnya sekresi insulin pada rangsangan glukosa, maupun pada rangsangan glukosa bersama bahan perangsang sekresi insulin lain.

Gejala pada diabetes melitus tipe ini secara perlahan-lahan bahkan asimtomatik. Dengan pola hidup sehat, yaitu mengonsumsi makanan bergizi seimbang dan olah raga secara teratur biasanya penderita brangsur pulih. Penderita juga harus mampu mempertahankan berat badan yang normal. Namun pada penerita stadium akhir kemungkinan akan diberikan suntik insulin.

c) **Diabetes Melitus Tipe Lain**

Diabetes melitus tipe ini terjadi akibat penyakit gangguan metabolik yang ditandai oleh kenaikan kadar glukosa darah akibat faktor genetik fungsi sel beta, defek genetik kerja insulin, penyakit eksokrin pankreas, penyakit metabolik endokrin lain, iatrogenik, infeksi virus, penyakit autoimun dan sindrom genetik lain yang berkaitan dengan penyakit diabetes melitus. Diabetes tipe ini dapat dipicu oleh obat atau bahan kimia (seperti dalam pengobatan HIV/AIDS atau setelah transplantasi organ).

d) **Diabetes Melitus Gestasional**

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

### **2.1.3 Faktor Resiko Diabetes Melitus**

a) **Usia**

Terjadinya diabetes melitus tipe 2 bertambah dengan penambahan usia (jumlah sel  $\beta$  yang produktif berkurang seiring penambahan usia).

b) **Berat Badan**

Berat badan lebih BMI >25 atau kelebihan berat badan 20% meningkatkan dua kali risiko terkena diabetes melitus. Prevalensi obesitas dan diabetes berkorelasi positif, terutama obesitas sentral obesitas menjadi salah satu faktor risiko utama untuk terjadinya penyakit diabetes melitus. Obesitas dapat membuat sel tidak sensitif terhadap insulin (retensi insulin). Semakin banyak jaringan lemak dalam tubuh semakin resisten terhadap kerja insulin, terutama bila lemak 16 tubuh terkumpul di daerah sentral atau perut.

c) Riwayat Keluarga

Orang tua atau saudara kandung mengidap diabetes melitus. Sekitar 40% diabetes terlahir dari keluarga yang juga mengidap diabetes melitus, dan lebih kurang 60%-90% kembar identik merupakan penyandang diabetes melitus.

d) Gaya Hidup

Gaya hidup adalah perilaku seseorang yang ditunjukkan dalam aktivitas sehari-hari. Makanan cepat saji (junk food), kurangnya berolahraga dan minum-minuman yang bersoda merupakan faktor pemicu terjadinya diabetes melitus tipe 2. Penderita diabetes melitus diakibatkan oleh pola makan yang tidak sehat dikarenakan pasien kurang pengetahuan tentang bagaimana pola makan yang baik dimana mereka mengkonsumsi makanan yang mempunyai karbohidrat dan sumber glukosa secara berlebihan, kemudian kadar glukosa darah menjadi naik sehingga perlu pengaturan diet yang baik bagi pasien dalam mengkonsumsi 17 makanan yang bisa diterapkan dalam kehidupan sehari-harinya.

#### 2.1.4 Gejala dan Tanda Diabetes

Menurut dr. Marianti (2020) gejala dan tanda yang menunjukkan diabetes yaitu :

a) Poliuri (sering buang air kecil)

Poliuri merupakan gejala awal diabetes yang terjadi apabila kadar gula darah sampai di atas 160-180 mg/dl. Kadar glukosa darah yang tinggi akan dikeluarkan melalui air kemih, jika semakin tinggi kadar glukosa darah maka ginjal menghasilkan air kemih dalam jumlah yang banyak. Akibatnya penderita diabetes sering berkemih dalam jumlah banyak.

b) Polidipsi (banyak minum)

Polidipsi terjadi karena urin yang dikeluarkan banyak, maka penderita akan merasa haus yang berlebihan sehingga banyak minum.

c) Polifagi (banyak makan)

Poligafi terjadi karena berkurangnya kemampuan insulin mengelola kadar gula dalam darah sehingga penderita merasakan lapar yang berlebihan.

d) Penurunan Berat Badan

Penurunan berat badan terjadi karena tubuh memecah cadangan energi lain dalam tubuh seperti lemak.

## 2.2 Definisi Urine

### 2.2.1 Urine

Urine atau air seni merupakan cairan sisa yang diekskresikan oleh ginjal dan dikeluarkan dari dalam tubuh melalui proses urinalisasi. Organ yang berperan pada pembentukan urine adalah ginjal, ginjal membersihkan tubuh dari sisa-sisa hasil metabolisme dengan cara mengekskresikannya ke dalam urine. Ekskresi urine diperlukan untuk membuang molekul-molekul sisa dalam darah yang disaring oleh ginjal (Priana, 2010).

### 2.2.2 Komposisi Urine

Komposisi zat yang terkandung di dalam urine bervariasi tergantung jenis makanan yang dimakan dan minuman yang diminum. Urine normal berwarna jernih transparan, sedangkan urine berwarna kuning muda merupakan urine yang berasal dari zat warna empedu (bilirubin dan biliverdin). Urine normal pada manusia terdiri dari air, urea, asam urat, amoniak, kreatinin, asam laktat, asam fosfat, asam sulfat, klorida, garam, terutama garam dapur, dan zat-zat yang berlebihan di dalam darah misalnya vitamin C dan obat-obatan. Komposisi urine berubah ketika proses reabsorpsi molekul penting dalam tubuh misalnya glukosa, glukosa diserap kembali ke dalam tubuh melalui molekul pembawanya.

### 2.2.3 Glukosa Urine Segar

Pemeriksaan urine dianjurkan memakai urine segar, penderita diminta mengeluarkan urine ke penampung, kemudian ditutup dan dikirim ke laboratorium penderita yang sedang haid atau leukorrhoe dianjurkan untuk pengambilan urine

pancaran tengah (meadstream), kateterisasi, punksi suprapubik untuk mencegah terjadinya kontaminasi. Urine yang telah dikumpulkan harus segera diperiksa karena apabila ditunda atau disimpan akan menyebabkan perubahan susunan oleh kuman-kuman (Gandasoebrata, 2013).

#### **2.2.4 Glukosa Urine Ditunda**

Urine harus diperiksa ketika masih segar, jika urine disimpan kemungkinan akan terjadi perubahan susunan oleh kuman-kuman. Cara untuk mengecilkan kemungkinan perubahan itu, simpanlah urine pada suhu 4<sup>0</sup>C sebaiknya dalam lemari es. Kuman-kuman menceraikan ureum dengan membentuk amoniak dan karbondioksida. Amoniak menyebabkan pH urine menjadi lindi dan terjadilah pengendapan calcium dan magnesiumfosfat. Reaksi lindi juga merusak silinder. Sebagian dari amoniak hilang ke udara sehingga urine tidak dapat dipakai lagi untuk penetapan ureum. Selain itu juga glukosa akan diceraikan oleh kuman-kuman sehingga hilang dari urine (Gandasoebrata, 2013).

Urine yang disimpan juga berubah susunannya oleh proses-proses oksidasi, hidrolisis, dan oleh pengaruh cahaya (fotodegradasi). Sebelum melakukan pemeriksaan, semua bahan yang mengendap harus dikocok terlebih dahulu, jika urine terpaksa harus ditunda pemeriksaan maka gunakan bahan pengawet untuk menghambat perubahan susunannya (Gandasoebrata, 2013).

#### **2.2.5 Jenis-jenis Sampel Urine**

a) Urine sewaktu

Urine sewaktu yaitu urine yang dikeluarkan pada waktu yang tidak ditentukan secara khusus. Urine sewaktu cukup baik digunakan untuk pemeriksaan rutin yang menyertai pemeriksaan badan tanpa pendapat khusus.

b) Urine pagi

Urine pagi ialah urine yang pertama dikeluarkan pagi hari setelah bangun tidur. Urine ini lebih pekat dari urine yang dikeluarkan siang hari, baik digunakan untuk pemeriksaan sediment, berat jenis, protein, dan lain-lain baik juga digunakan untuk pemeriksaan kehamilan berdasarkan adanya Human Chorionik Gonadotropin (HCG).

c) Urine postprandial

Urine postprandial merupakan urine yang pertama kali dikeluarkan 1 ½ - 3 jam sehabis makan. Sampel urine ini berguna untuk pemeriksaan glukosuria. Urine pagi tidak baik untuk pemeriksaan penyaring terhadap adanya glukosuria.

d) Urine 24 jam

Urine 24 jam adalah urine yang ditampung selama 24 jam, cara mengumpulkan urine 24 jam yaitu, misalnya urine yang dikeluarkan oleh penderita jam 7 pagi yang pertama dibuang kemudian selanjutnya ditampung sampai keesokan harinya pada jam yang sama. Urine ini baik digunakan untuk penentuan kuantitatif suatu zat dalam urine.

e) Urine 3 gelas dan urine 2 gelas pada pria

Penampung urine cara ini dipakai pada pemeriksaan urologik untuk menentukan gambaran tentang letaknya radang atau lesi lain yang mengakibatkan adanya nanah atau darah dalam urine seorang pria.

### 2.2.6 Wadah Spesimen Urine

Pot penampung urine harus bersih dan kering. Adanya air dan kotoran dalam wadah berarti adanya kuman-kuman yang kelak berkembang biak dalam urine dan mengubah susunannya. Wadah urine yang terbaik adalah yang berupa gelas dengan mulut lebar yang dapat disumbat rapat dan sebaiknya urine dikeluarkan langsung ke wadah tersebut. Jika hendak memindahkan urine dari wadah ke wadah lain, kocoklah terlebih dahulu, supaya endapan ikut terpisah. Berikan keterangan yang lengkap tentang identitas sampel pada wadah spesimen (Gandasoebrata, 2013).

### 2.2.7 Identitas Spesimen

Identitas spesimen ditulis dalam wadah yang mudah dibaca. Label ini memuat setidaknya nama pasien dan nomor identifikasi, tanggal dan waktu pengumpulan, dan informasi tambahan seperti usia pasien dan lokasi dan dokter, seperti yang dipersyaratkan oleh protokoler institusional (Strasinger dan Lorenzo, 2008).

### 2.2.8 Pengiriman Spesimen Urine

Pemeriksaan urinalisis yang baik harus dilakukan pada saat urine masih segar (kurang dari 1 jam), atau selambat-lambatnya dalam waktu 2 jam setelah dikemihkan. Penundaan ketika berkemih dan pemeriksaan urine dapat

mempengaruhi stabilitas spesimen dan validitas hasil pemeriksaan. Spesimen urine yang tidak dapat dikirim dan diuji dalam waktu 2 jam harus didinginkan atau diberi bahan pengawet yang tepat (Riswanto, dan Rizki, 2015).

### **2.2.9 Penanganan Sampel**

Fakta bahwa spesimen urine begitu mudah diperoleh atau dikumpulkan sering menyebabkan penanganan spesimen setelah pengumpulan menjadi kelemahan dalam urinalisis. Perubahan komposisi urin sehingga membutuhkan prosedur penanganan yang benar. Penanganan spesimen meliputi prosedur penampungan urine dalam wadah spesimen, pemberian identitas spesimen, pengiriman atau penyimpanan spesimen. Penanganan yang tidak tepat dapat menyebabkan hasil pemeriksaan yang keliru (Riswanto, dan Rizki, 2015).

Metode yang paling rutin digunakan untuk pengawetan spesimen urine adalah pendinginan  $2-8^{\circ}\text{C}$  yang dapat mengurangi pertumbuhan dan metabolisme bakteri. Urine akan dilakukan uji biakan kuman harus didinginkan selama transit dan didinginkan sampai dilakukan kultur hingga 24 jam. Perlu diperhatikan bahwa pendinginan dapat meningkatkan berat jenis bila diukur dengan urinometer. Pendinginan juga akan mengakibatkan pengendapan fosfat amorf dan urat yang akan mengaburkan analisis sedimen mikroskopis. Spesimen harus dikembalikan di suhu kamar sebelum pengujian kimia dengan strip reagen. Upaya ini dapat mengoreksi berat jenis dan dapat melarutkan amorf urat (Strasinger dan Lorenzo, 2008).

### **2.2.10 Jenis-jenis Pengawet Urine**

#### a) Toluena

Pengawet ini paling banyak digunakan, dan sangat baik dipakai untuk mengawetkan glukosa. Pakailah sebanyak 2-5 ml toluena untuk pengawetan urine 24 jam. Jumlah itu dimasukkan kedalam botol penampung dan tiap kali ditambahkan urine botol harus dikocok baik-baik.

#### b) Thymol

Sebutir thymol sebagai pengawet mempunyai daya seperti toluena, hanya saja thymol dapat menyebabkan hasil positif palsu apabila jumlahnya yang digunakan terlalu banyak pada reaksi terhadap proteinuria dengan cara pemanasan dengan asam acetat.



c) Formaldehida

Pengawet ini khusus dipakai untuk mengawetkan sediment, pengawet sediment penting sekali bila akan mengadakan penilaian kuantitatif pada unsur-unsur pada sediment. Pakailah sebanyak 1-2 ml larutan formaldehida 40% untuk mengawetkan urine 24 jam. Campur baik-baik tiap kali ditambah urine, kelemahannya jika jumlahnya terlalu besar, mungkin mengadakan reduksi pada tes benedict dan mengganggu tes obermayer untuk menyatakan adanya indikasi.

d) Asam sulfat pekat

Asam ini digunakan untuk pengawetkan urine untuk mendapatkan calicium, nitrogen, dan kebanyakan zat inorganik lain. Jumlah yang harus diberikan ialah hingga pH urine tetap lebih rendah dari 4,5 (Kontrol dengan kertas nitrazin). Reaksi asam menyebabkan terlepasnya N dalam bentuk amoniak dan mencegah juga terjadinya endapan calciumfosfat.

e) Natriumkarbonat

Khusus dipakai untuk mengawetkan urobilinogen jika hendak menentukan ekskresikanyaper 24 jam. Masukkanlah kira-kira 5 gram natriumkarbonat dalam botol penampung urine.

### 2.2.11 Jenis-jenis Pemeriksaan Urine

Pemeriksaan rutin adalah pemeriksaan penyaring, yaitu beberapa macam, pemeriksaan yang dianggap sebagai dasar bagi pemeriksaan selanjutnya dan yang menyertai pemeriksaan badan tanpa pendapat khusus (Gandasoebrata, 2013). Pemeriksaan rutin mencakup pemeriksaan :

1. Fisik/ maksroskopik, seperti warna, kejernihan dan berat jenis
2. Kimia, meliputi glukosa, protein, bilirubin, urobilinogen, ph, darah, keton, nitrit, dan leukosit esterase
3. Mikroskopis struktur dalam sedimen. Sampel yang digunakan untuk urinalisis rutin setidaknya harus 15 ml (Riswanto, dan rizki, 2015).

a) Pemeriksaan fisik/ maksroskopik

Pemeriksaan fisik urine meliputi penentuan warna, kejernihan, bau dan berat jenis. Pemeriksaan ini memberikan informasi awal mengenai gangguan seperti perdarahan gromerulus, penyakit hati, gangguan

metabolisme bawan dan infeksi saluran kemih (ISK) (Strasinger dan Lorenzo, 2008).

b) Pemeriksaan kimia

Pemeriksaan kimia urine memberikan informasi mengenai ginjal dan fungsi hati, metabolisme karbohidrat, dan asam-basa. Test kimia konvensional dilakukan menggunakan tabung reaksi dan hasil ujinya dengan mengamati adanya endapan atau kekeruhan atau perubahan warna setelah penambahan bahan kimia cair dengan atau tanpa pemanasan. Tes yang paling umum digunakan sekarang ini adalah test carik celup menggunakan strip reagen, dimana reagen ini tersedia dalam bentuk kering siap pakai, relatif stabil, murah, volume urine yang dibutuhkan sedikit, serta tidak memerlukan persiapan reagen (Riswanto, dan Rizki, 2015).

c) Pemeriksaan sedimen

Pemeriksaan mikroskopis dari sedimen urine adalah bagian yang paling standar dan paling memakan waktu dari urinalisis rutin. Pemeriksaan mikroskopis membutuhkan banyak penanganan dalam mempersiapkan sampel dan melakukan analisis sedimen. Nilai dari pemeriksaan mikroskopis tergantung pada dua faktor utama, yaitu pemeriksaan spesimen yang sesuai, dan pengetahuan dari orang yang melakukan pemeriksaan (Strasinger dan Lorenzo, 2008).

### 2.2.12 Metode Pemeriksaan Kimia

Dalam Pemeriksaan zat terlarut dalam urine, bisa dilakukan dengan dua metode. Yaitu metode kimia basah dan carik celup.

a) Kimia basah

Pemeriksaan kimia basah meliputi pemeriksaan glukosa dan zat pereduksi lain (galaktosa, laktosa, pentosa, fruktosa, dan maltosa), protein (termasuk protein Bence Jones, dan mikroalbumin), bilirubin, urobilinogen dan benda keton. Volume sampel yang dibutuhkan lebih besar daripada pemeriksaan yang menggunakan strip reagen. (Riswanto, dan Rizki, 2015)

b) Carik celup (Strip)

Tes kimia dengan metode strip reagen saat ini begitu sederhana, cepat, dan hemat biaya (dalam hal reagen, personel) dengan sensitivitas dan spesifitas yang tinggi

dan tidak memerlukan urine dalam jumlah yang besar untuk pengujian. Reaksi yang terlibat dalam uji strip sebagian besar berdasarkan pada prinsip-prinsip yang sama seperti pada pemeriksaan kimia basah (Brunzel, 2013).

Reaksi diinterpretasikan dengan membandingkan warna yang dihasilkan pada strip reagen dengan bagan warna yang disediakan oleh produsen. Kuat/lemahnya warna yang dihasilkan berhubungan dengan konsentrasi zat dalam urine. Tergantung pada tes yang dilakukan, hasilnya dilaporkan sebagai

1. Konsentrasi (miligram per desiliter)
2. Kecil/sedikit/trace, sedang, atau besar
3. Menggunakan sistem plus (1+, 2+, 3+, 4+)
4. Positif, negatif, atau normal. Berat jenis dan pH adalah pengecualian, hasilnya dilaporkan dalam satuan masing-masing (Strasinger dan Lorenzo, 2008).

Menurut panduan dari CLSI, pemeriksaan kimia rutin untuk urine mencakup pemeriksaan glukosa, protein (albumin), bilirubin, urobilinogen, pH, berat jenis, darah/ hemoglobin, benda keton (asam asetoasetat dan/atau aseton), nitrit, dan leukosit esterase.

1) Urobilinogen

Tes skrining urobilinogen didasarkan pada reaksi aldehid Erlich, dimana urobilinogen bereaksi dengan senyawa diazonium (*p-dimethylaminobenzaldehyde*) dalam suasana asam membentuk warna merah azo. Namun, adanya bilirubin dapat mengganggu pemeriksaan karena membentuk warna hijau (Mundt dan Sahanahan, 2011).

2) Bilirubin

Pemeriksaan rutin terhadap bilirubin urine dalam strip reagen menggunakan reaksi diazo. Bilirubin bereaksi dengan garam diazoni dalam suasana asam menghasilkan azodye, dengan warna mulai dari coklat atau merah. Reaksi warna strip reagen untuk bilirubin lebih sulit diinterpretasikan daripada reaksi strip reagen untuk analit lainnya dan mudah dipengaruhi oleh pigmen lain yang ada dalam urine (Strasinger dan Lorenzo, 2008).

3) Keton

Strip reagen berisi sodium nitroprusid (nitroferisianida) dan buffer basa yang bereaksi dengan keton urine membentuk warna ungu atau merah marun. Sampel

urine untuk pemeriksaan benda keton adalah urine acak atau sewaktu. Hasil pemeriksaan keton dilaporkan secara kualitatif (negatif, 1+, 2+, 3+) atau semikuantitatif (negatif, 5, 15, 40, 80, 160 mg/dL) (Riswanto, dan Rizki, 2015).

4) Darah

Pemeriksaan dengan strip reagen mendeteksi eritrosit, hemoglobin bebas, maupun mioglobin, namun reaksi sensitif terhadap hemoglobin dan mioglobin daripada eritrosit. Pad reagen diresapi dengan kromogen tetrametilbenzidin dan peroksida. Adanya eritrosit utuh akan memberikan reaksi berupa bintik-bintik hijau, sedangkan hemoglobin bebas dan mioglobin akan memberikan warna hijau atau hijau- biru tua (Mundt dan Shanahan, 2011).

5) Protein

Metode yang digunakan dalam strip reagen untuk deteksi protein adalah kolorimetri. Indikator yang digunakan pada berbagai strip reagen dan perubahan warna yang dihasilkan dapat berbeda tergantung produsen strip reagen (Mundt dan Shanahan, 2011).

6) Nitrit

Dasar tes kimia nitrit adalah kemampuan bakteri tertentu untuk mereduksi nitrat ( $\text{NO}_3$ ) menjadi nitrit ( $\text{NO}_2$ ). Nitrit terdeteksi oleh reaksi Greiss, dimana nitrit pada pH asam bereaksi dengan amina aromatik (asam p-arsanilat atau sulfanilamide) membentuk senyawa diazonium yang kemudian bereaksi dengan tetrahidrobenzoquinolin menghasilkan warna azo yang merah muda (Strasinger dan Lorenzo, 2008). Spesimen yang baik untuk pemeriksaan nitrit adalah urine pagi pertama (McPherson dan Pincus, 2011).

7) Leukosit

Uji strip reagen mendeteksi esterase leukosit yang ditemukan dalam granula azurofilik leukosit granulositik (neutrofil, eosinofil dan basofil ), serta monosit dan makrofag. Prinsipnya adalah aksi esterase leukosit memecah ester yang diresapkan dalam pad reagen membentuk senyawa aromatik. Segera setelah hidrolisis ester, reaksi azocoupling terjadi antara senyawa aromatik yang dihasilkan dan garam azodium yang disediakan dalam pad tes menghasilkan warna azo dari krem sampai ungu (Riswanto, dan Rizki, 2015).

#### 8) Glukosa

Metode strip reagen dinilai lebih bagus dibandingkan uji kimia basah tradisional karena lebih spesifik untuk glukosa dan waktu pengujian relatif singkat. Strip reagen untuk glukosa dilekati dua enzim, yaitu glukosa oksidase dan peroksidase, serta zat warna (kromogen), seperti orto-tuluidin, kalium iodida, tetrametilbensidin atau 4- aminoantipirin. Perubahan warna yang terjadi tergantung pada kromogen yang digunakan dalam reaksi.

Hasil tes positif harus dikaitkan dengan temuan yang lain, seperti berat jenis, keton dan albumin. Namun yang lebih penting, korelasi harus dilakukan dengan kadar glukosa darah serta riwayat penyakit, riwayat keluarga dan gambaran klinis (Riswanto, dan Rizki, 2015).

#### 9) Berat jenis

Penetapan berat jenis urine menggunakan strip reagen lebih praktis, cepat, dan tepat daripada metode konvensional. Strip mengandung tiga bahan utama, yaitu polielektrolit, substansi indikator dan buffer. Pembacaan dilakukan dalam interval 0,005 dari berat jenis 1,000 sampai 1,030. Urine yang mengandung glukosa atau urea tinggi menyebabkan berat jenis cenderung tinggi dan protein sedang atau ketoasidosis dapat menyebabkan berat jenis cenderung rendah (Riswanto, dan Rizki, 2015).

#### 10) pH

Kebanyakan merk strip reagen menggunakan dua macam indikator (indikator ganda), yaitu metil merah dan bromtimotil biru, dan bereaksi dengan ion H<sup>+</sup> memberikan warna jingga, hijau, dan biru seiring dengan peningkatan pH. Strip reagen mengukur rentang pH 5,0 sampai 9,0 dengan estimasi pengukuran 0,5 sampai 1, tergantung produsen strip reagen (Riswanto, dan Rizki, 2015).

### 2.2.13 Faktor yang Mempengaruhi Hasil Pemeriksaan Glukosa Urine

#### 1. Faktor Internal

##### a) Pengaruh obat-obatan

Obat-obatan yang diberikan baik secara oral maupun cara lain akan menyebabkan terjadinya respon tubuh terhadap obat tersebut sehingga menyebabkan enzim yang dikandung dalam otot tersebut masuk

kedalam darah dan diekskresikan oleh ginjal kemudian dikeluarkan melalui urine.

b) Alkohol

Konsumsi alkohol dapat menyebabkan terjadinya peningkatan kadar glukosa, laktat, asam urat, dan terjadinya asidosis metabolik dalam waktu 2-4 jam setelah mengkonsumsi alkohol.

c) Merokok dapat meningkatkan kadar glukosa di dalam darah.

d) Aktifitas fisik

Aktifitas fisik yang berat sebelum uji laboratorium dapat menyebabkan perubahan kadar glukosa karena berkeringat dapat menyebabkan tubuh kehilangan banyak cairan (Aziz, 2016).

## 2. Faktor Eksternal

a) Suhu ruang

b) Waktu penundaan

c) Volume urin yang diperiksa

d) Jumlah pengawet.

### 2.2.14 Urine Analyzer

*Urine analyzer* merupakan alat laboratorium yang berfungsi untuk membantu analisis sampel urine dari pasien, yang dibutuhkan dokter dalam proses diagnosis. Pemeriksaan kimia urine dan pemeriksaan endapan urine merupakan pemeriksaan urine rutin yang berfungsi untuk membantu diagnosis dari suatu penyakit yang ada dalam tubuh. Pemeriksaan endapan pada dasarnya adalah memeriksa kandungan endapan yang ada pada urine, sedangkan pemeriksaan kimia urine adalah pemeriksaan berdasarkan reaksi biokimia antara dengan bahan-bahan kimia.

Pemeriksaan kimia urine dapat dilakukan dengan menggunakan *urinetest strips*. Pada setiap *strip*, terkandung bahan kimia yang berbeda-beda, dimana perubahan warna pada setiap *strip* akan mengindikasikan ada atau tidaknya bahan kimia tertentu dalam urine. Alat yang dapat membantu menganalisis atau membantu pembacaan hasil urine test strips adalah *urine chemistry analyzer*. *Urine chemistry analyzer* dapat digunakan untuk menganalisis berat jenis urine, pH, leukosit, nitrit, protein, glukosa, keton, urobilinogen, bilirubin, dan eritrosit

yang terkandung dalam urine. Pengukuran alat ini dapat diset menggunakan satuan konvensional maupun satuan internasional. Pada *urine analyzer* terdapat memori yang digunakan untuk menyimpan sementara hasil analisis dan *thermal printer* yang digunakan untuk mencetak hasil analisis.

Prinsip kerja dari *urine analyzer* adalah *reflectance photometry* (pengukuran pantulan cahaya) dimana alat mengukur intensitas cahaya dari pantulan sinar pada setiap bagian *urine test strips* yang disinari oleh sinar LED dengan panjang gelombang yang sudah ditentukan.

Sebuah LED memancarkan sinar dengan panjang gelombang yang telah ditentukan ke permukaan *test pad* dengan sudut maksimum, sehingga permukaan dari setiap bagian *urine test strips* tersinari oleh LED. Sinar yang terpantul dari *urine test strips* akan diterima oleh detektor. Waktu pemeriksaan dari mulai mencelupkan *urine test strips* hingga selesai mencetak adalah 55-65 detik. Sinyal analog yang diterima oleh detektor akan dikirim ke ADC (*Analog to Digital Converter*) untuk diubah menjadi sinyal digital agar bisa diproses oleh mikroprosesor. Pada mikroprosesor, data hasil pembacaan setiap dari *urine test strips* akan dikonversi menjadi nilai reflektansi relatif yang mengacu pada standar kalibrasi. Hasil pengolahan mikroprosesor akan disimpan dalam memori, dikirim ke komputer atau langsung dicetak (Noviyanto, 2013).



**Gambar 2.1** Urine Analyzer

### 2.3 Kerangka Konsep

