

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Diabetes Melitus

##### 2.1.1 Pengertian Diabetes Melitus

Diabetes melitus (DM) adalah suatu penyakit atau gangguan metabolisme kronis yang ditandai dengan tingginya kadar gula (glukosa) dalam darah. Penyebab pasti diabetes melitus adalah insufisiensi fungsi insulin, yang dapat disebabkan oleh gangguan atau defisiensi produksi insulin oleh sel atau disebabkan oleh kurang responsifnya sel-sel tubuh terhadap insulin (Kemenkes RI, 2018). Insulin diproduksi oleh pankreas dan berperan dalam mengatur kadar glukosa dalam darah. Ketika seseorang menderita diabetes melitus, pankreas mengalami gangguan dalam memproduksi insulin atau insulin yang dihasilkan tidak dapat digunakan dengan baik oleh tubuh (World Health Organization, 2016).

**Tabel 2.1 Gula darah puasa dan gula darah sewaktu sebagai patokan diagnosa Diabetes Mellitus**

		Bukan DM	Belum pasti DM	DM
Kadar Glukosa darah sewaktu (mg/dl)	Plasma vena	Kurang dari 110	110 - 199	$\geq 200$
	Darah kapiler	Kurang dari 90	90 - 199	200
Kadar Glukosa darah puasa (mg/dl)	Plasma vena	Kurang dari 110	110 - 125	$\geq 126$
	Darah kapiler	Kurang dari 90	90 - 109	$\geq 110$

##### 2.1.2 Klasifikasi Diabetes Melitus

1. Diabetes melitus (DM) tipe 1 Diabetes Melitus yang terjadi karena kerusakan atau destruksi sel beta di pancreas kerusakan ini berakibat pada keadaan defisiensi insulin yang terjadi secara absolut. Penyebab dari kerusakan sel beta antara lain autoimun dan idiopatik.

2. Diabetes melitus (DM) tipe 2 Penyebab Diabetes Melitus tipe 2 seperti yang diketahui adalah resistensi insulin. Insulin dalam jumlah yang cukup tetapi tidak dapat bekerja secara optimal sehingga menyebabkan kadar gula darah tinggi di dalam tubuh. Defisiensi insulin juga dapat terjadi secara relatif pada penderita Diabetes Melitus tipe 2 dan sangat mungkin untuk menjadi defisiensi insulin absolut.
3. Diabetes melitus (DM) tipe lain Penyebab Diabetes Melitus tipe lain sangat bervariasi. DM tipe ini dapat disebabkan oleh efek genetik fungsi sel beta, efek genetik kerja insulin, penyakit eksokrin pankreas, endokrinopati pankreas, obat, zat kimia, infeksi, kelainan imunologi dan sindrom genetik lain yang berkaitan dengan Diabetes Melitus.
4. Diabetes melitus Gestasional adalah diabetes yang muncul pada saat hamil. Keadaan ini terjadi karena pembentukan beberapa hormone pada ibu hamil yang menyebabkan resistensi insulin (Tandra, 2018).

#### **2.1.4 Komplikasi Diabetes Mellitus (DM)**

Semua bentuk diabetes meningkatkan risiko komplikasi dalam jangka panjang. Hal ini berkembang setelah 10-20 tahun, tetapi bisa saja gejala pertama muncul pada mereka yang belum terdiagnosis selama waktu tersebut. Komplikasi utama jangka panjang adalah rusaknya pembuluh darah. Penderita diabetes dua kali lebih berisiko untuk mendapat penyakit kardiovaskular dan sekitar 75 persen kematian akibat diabetes disebabkan oleh penyakit jantung koroner. Penyakit pembuluh besar lainnya adalah stroke, dan penyakit pembuluh darah tepi (Kemenkes, 2017).

Komplikasi pembuluh darah mikro akibat diabetes termasuk kerusakan pada mata, ginjal, dan saraf. Kerusakan pada mata dikenal sebagai diabetic retinopathy, yang disebabkan oleh kerusakan pembuluh darah pada retina, dan dapat mengakibatkan kehilangan penglihatan secara berangsur dan akhirnya buta. Kerusakan pada ginjal dikenal sebagai diabetic nephropathy, dapat menimbulkan parut, kehilangan protein, dan kadang-kadang mengalami ginjal kronis, yang kadang-kadang memerlukan dialisa atau transplantasi ginjal (Kemenkes, 2017).

Kerusakan pada saraf dikenal sebagai diabetic neuropathy, yang biasanya merupakan komplikasi utama dari diabetes. Gejala-gejalanya dapat meliputi

numbness, tingling, nyeri, dan sensasi nyeri lainnya, yang bisa menyebabkan kerusakan pada kulit. Diabetic foot (seperti diabetic foot ulcers) mungkin timbul, dan sulit untuk ditangani, kadang-kadang memerlukan amputasi. Sebagai tambahan, proximal diabetic neuropathy menyebabkan nyeri pada muscle wasting dan menjadi lemah (Kemenkes, 2017).

**Tabel 2.2 Nilai normal pria dan Wanita**

Nilai normal	Pria	Wanita
	0-15 mm/jam	0-20 mm/jam

### 2.1.5 Gejala Klinis Diabetes Mellitus

Gejala umum yang terjadi pada orang penderita Diabetes Mellitus, yaitu:

1. Sering merasa haus atau sangat lapar
2. Sering buang air kecil, terutama pada malam hari
3. Penurunan berat badan tanpa sebab yang jelas
4. Penurunan massa otot
5. Pandangan kabur
6. Urine mengandung keton
7. Tubuh mudah lelah dan lemas
8. Luka menjadi lebih sulit sembuh
9. Mulut kering
10. Gatal-gatal di kulit atau timbul prurigo
11. Disfungsi ereksi atau impotensi
12. Rasa terbakar, kaku, dan nyeri pada kaki
13. Hipoglikemia reaktif, yaitu hipoglikemia yang terjadi beberapa jam setelah makan akibat produksi insulin yang berlebihan
14. Bercak-bercak hitam di sekitar leher, ketiak, dan selangkangan, (akantosis nigrikans) yang menjadi tanda resistensi insulin (dr. Pittara, 2022).

## **2.2 Laju endap Darah (LED)**

### **2.2.1 Pengertian Laju Endap Darah (LED)**

Laju Endap Darah (LED) adalah sebuah tes laboratorium yang digunakan untuk mengevaluasi tingkat peradangan dalam tubuh. Tes ini mengukur kecepatan sedimentasi eritrosit, yaitu kecepatan di mana sel-sel darah merah mengendap di dalam tabung laboratorium selama periode tertentu. Metode ini telah lama digunakan dalam praktik medis untuk membantu dalam diagnosis dan pemantauan kondisi inflamasi, seperti penyakit autoimun, infeksi, atau kondisi lain yang menyebabkan peradangan (Thomson, A. P., & Lappin, T. R. 2018).

Tinggi ringannya nilai pada Laju Endap Darah (LED) memang sangat dipengaruhi oleh keadaan tubuh kita, terutama saat terjadi radang. Namun ternyata orang yang anemia, dalam kehamilan dan para lansiapun memiliki nilai Laju Endap Darah (LED) yang tinggi. Jadi orang normal pun bisa memiliki Laju Endap Darah (LED) tinggi, dan sebaliknya bila Laju Endap Darah (LED) normalpun belum tentu tidak ada masalah. Jadi pemeriksaan Laju Endap Darah (LED) masih termasuk pemeriksaan penunjang, yang mendukung pemeriksaan fisik dan anamnesis dari seorang dokter (Mardiati, 2016).

Nilai LED diatur oleh keseimbangan faktor prosedimentasi, terutama oleh fibrinogen dan faktor penghambat sedimentasi yang disebut dengan eritrosit yang bermuatan negative (zeta potensial). Pengendapan eritrosit tergantung pada perbedaan berat jenis antara eritrosit dan plasma. Sel-sel eritrosit menghasilkan kekuatan pengendapan sementara gerakan ke atas plasma menghasilkan kekuatan perlambatan. Ketika kedua faktor tersebut memiliki kekuatan yang sama maka sangat sedikit pengendapan yang akan terjadi. Ketika eritrosit membentuk rouleaux, massa mereka meningkat dan tingkat pengendapanan juga meningkat sehingga meningkatkan LED. Formasi Rouleaux biasanya dibatasi oleh muatan negatif pada sel merah. Ketika terjadi penyakit atau proses inflamasi menyebabkan sel-sel darah merah bergerak saling mendekat, menumpuk, satu dengan yang lain dan memberikan bentuk rouleaux. Keadaan demikian menyebabkan sel darah merah akan menjadi lebih berat dan akan semakin cepat mengendap (Corantijn dkk, 2016).

### **2.2.2 Tahapan atau Fase Laju Endap Darah (LED)**

Laju endap darah diatur oleh keseimbangan antara faktor-faktor propengendapan, terutama fibrinogen, dan faktor-faktor menolak pengendapan, yaitu muatan negatif dari eritrosit (potensial zeta). Eritrosit normal bermuatan negatif dan saling tolak menolak sehingga membatasi tingkat sedimentasi. Ketika terjadi proses inflamasi, tingginya proporsi fibrinogen dalam darah menyebabkan sel-sel darah merah menempel satu sama lain. Sel darah merah membentuk sel-sel yang disebut tumpukan rouleaux, yang menetap lebih cepat. Formasi Rouleaux juga dapat terjadi dalam hubungan dengan beberapa gangguan lymphoproliferative di mana satu atau lebih imunoglobulin disekresikan dalam jumlah tinggi. Fase berikutnya dekantasi atau presipitasi fase, dimana sel darah merah antarmuka sel-plasma turun lebih cepat (meningkatkan pengendapan). Pada tahap akhir atau pengendapan lambat, sel darah merah menumpuk di bagian bawah pipa atau pengendapan melambat sebagai akibat gangguan bersama pada kedua fase. Peningkatan pembentukan rouleaux oleh keadaan inflamasi dipengaruhi oleh fibrinogen, CRP, dan immunoglobulin (Corantijn dkk, 2016).

### **2.2.3 Faktor - Faktor Yang Mempengaruhi Laju Endap Darah (LED)**

#### **1. Faktor Eritrosit**

Pengendalian eritrosit sangat kompleks dan disebabkan tiga tingkatan dari LED seperti penggumpalan, kecepatan pengendapan maksimal dan pepadatan. Pengendapan eritrosit disebabkan oleh perubahan permukaan eritrosit yang menyebabkan eritrosit saling menyatu dan mengendap. Perubahan permukaan eritrosit tersebut dipengaruhi oleh permukaan plasma, terutama oleh sifat fisika dari plasma koloid. Dalam darah normal nilai LED relatif kecil karena pengendapan eritrosit akibat tarikan diimbangi oleh tarikan ke atas akibat perpindahan plasma. Viskositas plasma yang tinggi tekanan ke atas mungkin dapat menetralkan tarikan ke bawah terhadap setiap sel, sebaliknya setiap keadaan yang meningkatkan penggumpalan atau pelekatan sel satu dan lainnya akan meningkatkan LED (Handayani, 2017).

## 2. Faktor Plasma

Faktor plasma mempengaruhi LED adalah kolesterol, fibrinogen dan globulin. Kolesterol yang meningkat dapat menetralkan tarikan ke bawah terhadap sel atau gumpalan sel. Keadaan yang meningkatkan LED dapat mengurangi sifat saling menolak diantara eritrosit, dan mengakibatkan eritrosit lebih mudah melekat satu dengan yang lain sehingga memudahkan terbentuknya rouleaux. Perbandingan globulin terhadap albumin yang meningkat atau kadar fibrinogen sangat tinggi, maka pembentukan rouleaux sangat mudah sehingga LED meningkat. Alasan paling sering peningkatan LED adalah peningkatan kadar fibrinogen plasma yang berkaitan dengan reaksi kronis, tetapi peningkatan dalam makromolekul lainnya dalam plasma akan meningkatkan fibrinogen terutama immunoglobulin (Handayani, 2017).

## 3. Faktor Fisik

Faktor fisik yang berperan dalam pemeriksaan LED, misalnya suhu atau temperatur bahan pemeriksaan. Suhu yang ideal antara 22-27°C. Suhu yang tinggi akan mempercepat pengendapan eritrosit sedangkan suhu yang rendah akan memperlambat pengendapan eritrosit (Handayani, 2017). Variasi yang kecil dari temperatur ruangan tidak berpengaruh besar pada laju endap darah. Namun ketika terjadi perbedaan suhu yang cukup besar, laju pengendapan darah akan dipengaruhi 5 secara signifikan. Suhu optimum selama pemeriksaan 20°C, suhu yang tinggi akan mempercepat pengendapan dan sebaliknya suhu rendah memperlambat pengendapan. Darah yang disimpan di lemari pendingin, laju pengendapan darah secara signifikan akan menurun disebabkan viskositas plasma yang meningkat (Agustina, 2015).

### **2.2.4 Metode-Metode Pemeriksaan Laju Endap Darah(LED)**

Pemeriksaan LED dapat dilakukan dengan cara manual ataupun menggunakan alat Automatic. Pemeriksaan LED dengan cara manual sudah banyak ditinggalkan, karena membutuhkan waktu yang lama. Namun, pemeriksaan LED dengan cara manual tetap digunakan sebagai acuan standarisasi pemeriksaan. Pengukuran LED dengan alat Automatic lebih dipilih di rumah sakit karena

pemeriksaanya lebih cepat dan jumlah sampel yang di periksa lebih banyak (Aulia, 2019).

1. Metode Automatic

**Gambar 2.1 Metode Automatic**



Pria : 0-10 mm/jam

Wanita : 0-15 mm/jam

### **2.2.5 Manfaat Pemeriksaan Laju Endap Darah(LED)**

Pemeriksaan Laju Endap Darah (LED) memiliki beberapa manfaat dalam praktek medis. Berikut adalah beberapa manfaatnya:

1. Deteksi dan pemantauan peradangan: LED dapat membantu dalam mendeteksi adanya peradangan dalam tubuh. Peningkatan LED biasanya terjadi pada kondisi inflamasi, seperti infeksi, penyakit autoimun, arthritis, atau kondisi inflamasi lainnya. Pemeriksaan LED dapat digunakan sebagai alat bantu dalam mendiagnosis dan memantau perjalanan peradangan dalam tubuh.
2. Diagnosis penyakit tertentu: LED dapat membantu dalam diagnosis beberapa penyakit, terutama penyakit inflamasi kronis seperti arteritis giant sel, lupus eritematosus sistemik, atau penyakit radang usus seperti penyakit Crohn atau kolitis ulserativa. Pemeriksaan LED dapat memberikan petunjuk awal tentang adanya penyakit ini dan membantu dalam pemantauan respons terhadap pengobatan.
3. Evaluasi respons terhadap terapi: Pengukuran LED dapat digunakan untuk memantau respons pasien terhadap terapi tertentu. Jika LED awalnya tinggi dan kemudian menurun setelah pengobatan, hal ini dapat menunjukkan

adanya perbaikan dan penurunan peradangan dalam tubuh (Clunie, G. P. 2017).

### **2.2.6 Hubungan Laju Endap Darah dengan Diabetes Mellitus**

Hubungan antara Laju Endap Darah (LED) dan Diabetes Mellitus adalah sebagai berikut :

**Inflamasi pada Diabetes Mellitus:** Penyakit Diabetes Mellitus tipe 2 terkait erat dengan peradangan kronis yang disebut inflamasi rendah. Peningkatan LED dapat menjadi tanda adanya peradangan sistemik yang terkait dengan resistensi insulin dan kerusakan jaringan akibat diabetes. LED yang tinggi dapat mencerminkan adanya peradangan kronis yang terkait dengan komplikasi diabetes, seperti penyakit pembuluh darah, gangguan ginjal, atau neuropati.

**Proses Aterosklerosis:** Diabetes Mellitus tipe 2 juga dapat meningkatkan risiko aterosklerosis, yaitu penyempitan dan pengerasan pembuluh darah. Inflamasi yang terkait dengan diabetes dapat mempercepat proses aterosklerosis. Peningkatan LED dapat menjadi indikator peradangan dan risiko kardiovaskular yang lebih tinggi pada pasien dengan diabetes (Pickup, J. C. 2018).