LAPORAN PENELITIAN

Judul Penelitian :

KADAR HBA1C DAN JUMLAH TROMBOSIT PADA PASIEN DIABETES MILITUS TIPE I DAN TIPE II

Oleh :

Rahma Widyastuti, S.Si., M.Kes

Fitrotin Azizah, S.ST., M.Si

Ellies Tunjung Sari M., S.ST., M.Si

Amelia Azzahra

FAKULTAS ILMU KESEHATAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURABAYA

Jl. Sutorejo No. 59 Surabaya 60113

Telp. 031-3811966

http://www.um-surabaya.ac.id Tahun 2024

DAFTAR ISI

ABSTRAK ii
DAFTAR ISI iii
BAB 1 PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 5
1.3 Tujuan Penelitian 5
1.3.1 Tujuan Umum 5
1.3.2 Tujuan Khusus 5
1.4 Manfaat Penelitian 6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 8
2.1 Diabetes Melitus 8
2.1.1 Pengertian 8
2.1.2 Diabetes Melitus Tipe I 9
2.1.3 Diabetes Melitus Tipe II 10
2.2 HbA1c 11
2.2.1 Pengertian HbA1c 11
2.2.2 Prinsip Pemeriksaan HbA1c 12
2.2.3 Faktor yang Memengaruhi HbA1c 13
2.2.4 Interpretasi HbA1c 14
2.3 Trombosit 15
2.3.1 Pengertian dan Fungsi 15
2.3.2 Pembentukan Trombosit 16
2.3.3 Jumlah Trombosit 17
2.4 Hubungan Diabetes, HbA1c, dan Trombosit 18
2.5 Penelitian Terdahulu 20
2.6 Kerangka Teori 23
2.7 Kerangka Konsep 24

2.8 Hipotesis.....25
BAB 3 TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....27
3.1 Tujuan Penelitian.....27
3.2 Manfaat Penelitian.....27
BAB 4 METODE PENELITIAN.....29
4.1 Desain/Rancangan Penelitian.....29
4.2 Kerangka Kerja.....29
4.3 Populasi, Sampel, dan Teknik Pengambilan Sampel.....30
4.4 Lokasi dan Waktu.....31
4.5 Variabel Penelitian.....31
4.6 Definisi Operasional.....32
4.7 Alat dan Bahan.....33
4.8 Prosedur Penelitian.....34
4.9 Pengumpulan Data.....36
4.10 Analisis Data.....36
4.11 Penyajian Data.....37
4.12 Etika Penelitian.....37
BAB 5 HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....39
5.1 Hasil Penelitian.....39
5.1.1 Karakteristik Responden.....39
5.1.2 Kadar HbA1c.....40
5.1.3 Jumlah Trombosit.....41
5.1.4 Perbandingan HbA1c dan Trombosit.....42
5.2 Pembahasan.....44
BAB 6 RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA.....52
6.1 Rencana Penelitian Lanjutan.....52
6.2 Pengembangan Hasil Penelitian.....52
6.3 Luaran yang Direncanakan.....53

BAB 7 PENUTUP 54
7.1 Kesimpulan 54
7.2 Saran.....55
DAFTAR PUSTAKA 57
LAMPIRAN.....61

ABSTRAK

Diabetes melitus merupakan penyakit metabolik kronis yang ditandai oleh hiperglikemia dan dapat menyebabkan perubahan pada berbagai sistem tubuh, termasuk sistem hemostasis. Hemoglobin terglikasi atau HbA1c digunakan sebagai indikator pengendalian glikemik jangka menengah karena menggambarkan rerata paparan glukosa selama sekitar 2–3 bulan. Pada kondisi diabetes, hiperglikemia kronis juga berhubungan dengan perubahan fungsi dan karakteristik trombosit sehingga pemeriksaan jumlah trombosit dapat memberikan informasi tambahan mengenai profil hematologi pasien. Penelitian ini bertujuan mengetahui dan membandingkan kadar HbA1c serta jumlah trombosit pada pasien diabetes melitus tipe I dan tipe II. Penelitian dirancang secara observasional analitik dengan pendekatan potong lintang. Sampel penelitian berupa data atau spesimen darah pasien yang telah terdiagnosis diabetes melitus tipe I dan tipe II dan memenuhi kriteria inklusi. Pemeriksaan HbA1c dilakukan menggunakan metode laboratorium yang terstandar, sedangkan jumlah trombosit diperoleh melalui pemeriksaan hematologi otomatis atau metode tervalidasi. Data dianalisis secara deskriptif dan dilanjutkan dengan uji beda sesuai distribusi data. Literatur menunjukkan bahwa pasien diabetes dapat mengalami jumlah trombosit dan karakteristik trombosit yang berbeda dibandingkan individu tanpa diabetes, serta hubungan antara HbA1c dan parameter trombosit dapat berbeda antara diabetes tipe I dan tipe II. Karena data hasil pemeriksaan primer belum disertakan, bagian hasil numerik dalam laporan ini disusun sebagai format pelaporan yang harus diisi berdasarkan data penelitian sebenarnya dan tidak menggunakan angka hasil yang dibuat-buat.

Kata kunci: HbA1c, jumlah trombosit, diabetes melitus tipe I, diabetes melitus tipe II, kontrol glikemik.

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Diabetes melitus merupakan kelompok penyakit metabolik yang ditandai oleh hiperglikemia akibat gangguan sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya. Diabetes melitus secara umum diklasifikasikan menjadi diabetes melitus tipe I dan tipe II, selain bentuk diabetes lain yang memiliki penyebab khusus. Pemeriksaan HbA1c merupakan salah satu pemeriksaan yang dapat digunakan untuk menilai status glikemik dan, dengan metode yang terstandar, juga dapat digunakan dalam diagnosis diabetes. American Diabetes Association menetapkan HbA1c ≥6,5% sebagai salah satu kriteria laboratorium untuk diagnosis diabetes pada individu yang sesuai dengan ketentuan klinis. (American Diabetes Association, 2026).

HbA1c terbentuk melalui proses glikasi hemoglobin yang berlangsung selama masa hidup eritrosit. Oleh karena itu, kadar HbA1c memberikan gambaran paparan glukosa rata-rata selama kurang lebih 2–3 bulan, dengan kontribusi yang lebih besar dari kadar glukosa pada periode yang lebih dekat dengan waktu pemeriksaan. Pemeriksaan ini banyak digunakan untuk memantau keberhasilan pengendalian glikemik karena tidak memerlukan kondisi puasa dan relatif lebih stabil terhadap perubahan harian dibandingkan pemeriksaan glukosa. (American Diabetes Association, 2026; Sacks et al., 2023).

Pengendalian glikemik yang kurang baik pada diabetes tidak hanya berhubungan dengan gangguan metabolisme karbohidrat, tetapi juga dapat memengaruhi sistem vaskular dan hemostasis. Hiperglikemia kronis dapat meningkatkan stres oksidatif, mengganggu fungsi endotel, dan meningkatkan reaktivitas trombosit. Kondisi tersebut menjadi salah satu dasar biologis yang menjelaskan mengapa pasien diabetes mempunyai kecenderungan lebih tinggi mengalami komplikasi trombotik dan kardiovaskular. (Santilli et al., 2015; Yaribeygi et al., 2020).

Trombosit merupakan komponen darah yang berperan penting dalam hemostasis melalui adhesi, aktivasi, dan agregasi pada lokasi cedera pembuluh darah. Pada diabetes, lingkungan metabolik yang mengalami hiperglikemia, resistensi insulin atau defisiensi insulin, inflamasi, dan stres oksidatif dapat mengubah respons trombosit. Perubahan tersebut dapat berupa peningkatan reaktivitas, perubahan ukuran trombosit, perubahan turnover, dan pada beberapa penelitian juga disertai perubahan jumlah trombosit. (Santilli et al., 2015; Preshaw et

al., 2018).

Hubungan antara HbA1c dan trombosit menjadi menarik karena HbA1c menggambarkan kontrol glikemik jangka menengah, sedangkan trombosit merupakan sel yang berperan langsung dalam proses hemostasis dan trombosis. Penelitian pada populasi diabetes menunjukkan bahwa jumlah trombosit dapat lebih tinggi pada pasien diabetes dibandingkan kontrol, sedangkan hubungan antara indeks trombosit dan HbA1c tidak selalu sama pada diabetes tipe I dan tipe II. Zaccardi et al. (2017), misalnya, melaporkan perbedaan jumlah trombosit antara pasien diabetes tipe I dan tipe II serta menunjukkan bahwa hubungan parameter trombosit dengan HbA1c dapat berbeda menurut tipe diabetes. (Zaccardi et al., 2017).

Pada diabetes tipe II, hiperglikemia dan resistensi insulin berlangsung dalam lingkungan metabolik yang juga berkaitan dengan inflamasi dan gangguan fungsi endotel. Kondisi ini dapat meningkatkan aktivasi trombosit dan berkontribusi terhadap keadaan protrombotik. Beberapa kajian menunjukkan bahwa hiperglikemia dapat meningkatkan ekspresi molekul proagregasi dan memengaruhi jalur sinyal trombosit, sementara stres oksidatif dan glikasi protein juga dapat memperkuat respons trombosit. (Dharma et al., 2018; Ceriello et al., 2021).

Diabetes tipe I memiliki karakteristik patofisiologi yang berbeda karena berkaitan terutama dengan kehilangan fungsi sel beta pankreas dan kekurangan insulin. Walaupun mekanismenya berbeda dari diabetes tipe II, kondisi hiperglikemia tetap dapat berhubungan dengan perubahan sistem hemostasis. Penelitian Zaccardi et al. (2017) yang melibatkan 691 pasien diabetes tipe I dan 459 pasien diabetes tipe II menunjukkan bahwa jumlah trombosit lebih tinggi pada kedua kelompok diabetes dibandingkan kontrol setelah penyesuaian tertentu, sedangkan hubungan beberapa parameter trombosit dengan HbA1c lebih tampak pada diabetes tipe I. (Zaccardi et al., 2017).

Penelitian lain juga menunjukkan adanya hubungan antara HbA1c dan parameter trombosit. De Pergola et al. (2019) menemukan hubungan positif dan independen antara jumlah trombosit dan HbA1c pada individu dengan berat badan berlebih atau obesitas tanpa diabetes, yang menunjukkan bahwa hubungan antara metabolisme glukosa dan trombosit dapat muncul bahkan sebelum diabetes berkembang. Temuan tersebut mendukung pentingnya melihat parameter trombosit dalam konteks metabolik secara lebih luas. (De Pergola et al., 2019).

Selain jumlah trombosit, penelitian pada pasien diabetes tipe II menunjukkan bahwa

indeks trombosit seperti MPV, PDW, dan P-LCR dapat meningkat dan berhubungan dengan status glikemik. Shilpi dan Potekar (2017) melaporkan bahwa beberapa indeks trombosit lebih tinggi pada pasien diabetes tipe II dibandingkan kontrol, sedangkan penelitian lain menunjukkan korelasi positif antara HbA1c dengan sejumlah indeks trombosit. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan trombosit pada diabetes tidak hanya dapat dilihat dari jumlah, tetapi juga dari karakteristik morfologinya. (Shilpi & Potekar, 2017; Wu et al., 2019).

Dari sudut pandang Teknologi Laboratorium Medis, pemeriksaan HbA1c dan jumlah trombosit merupakan pemeriksaan laboratorium yang relatif rutin dan dapat dilakukan dari spesimen darah pasien. HbA1c memberikan informasi mengenai kontrol glikemik, sedangkan jumlah trombosit menjadi bagian dari pemeriksaan hematologi yang dapat menggambarkan kondisi komponen hemostasis. Pengkajian kedua parameter secara bersamaan dapat memberikan gambaran laboratorium yang lebih luas mengenai pasien diabetes, terutama jika dibandingkan antara tipe I dan tipe II. (Sacks et al., 2023; American Diabetes Association, 2026).

Walaupun telah banyak penelitian mengenai HbA1c dan indeks trombosit, hasil penelitian mengenai hubungan kadar HbA1c dengan jumlah trombosit masih belum sepenuhnya konsisten dan sebagian penelitian lebih banyak menilai MPV dibandingkan jumlah trombosit. Selain itu, penelitian yang secara langsung membandingkan kadar HbA1c dan jumlah trombosit antara diabetes tipe I dan tipe II masih lebih terbatas dibandingkan penelitian pada diabetes tipe II saja. Kondisi tersebut memberikan ruang untuk penelitian yang menempatkan kedua kelompok diabetes dalam satu desain pengamatan. (Zaccardi et al., 2017; Wu et al., 2019).

Penelitian mengenai kadar HbA1c dan jumlah trombosit pada pasien diabetes melitus tipe I dan tipe II diharapkan dapat memberikan informasi mengenai gambaran kontrol glikemik dan parameter hematologi pada kedua tipe diabetes. Hasil penelitian juga dapat menjadi data awal untuk pengkajian lebih lanjut mengenai hubungan kontrol glikemik dengan perubahan trombosit serta kemungkinan pemanfaatannya sebagai informasi tambahan dalam evaluasi risiko komplikasi vaskular. (Santilli et al., 2015; Zaccardi et al., 2017).

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimanakah kadar HbA1c dan jumlah trombosit pada pasien diabetes melitus tipe I dan tipe II, serta apakah terdapat perbedaan kadar HbA1c dan jumlah trombosit antara kedua kelompok pasien?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui kadar HbA1c dan jumlah trombosit pada pasien diabetes melitus tipe I dan tipe II.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui gambaran kadar HbA1c pada pasien diabetes melitus tipe I.
2. Mengetahui gambaran kadar HbA1c pada pasien diabetes melitus tipe II.
3. Mengetahui gambaran jumlah trombosit pada pasien diabetes melitus tipe I.
4. Mengetahui gambaran jumlah trombosit pada pasien diabetes melitus tipe II.
5. Membandingkan kadar HbA1c antara pasien diabetes melitus tipe I dan tipe II.
6. Membandingkan jumlah trombosit antara pasien diabetes melitus tipe I dan tipe II.
7. Menganalisis hubungan kadar HbA1c dengan jumlah trombosit pada masing-masing tipe diabetes apabila data memenuhi persyaratan analisis korelasi.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan menambah informasi ilmiah mengenai hubungan kondisi glikemik yang direpresentasikan oleh HbA1c dengan parameter hematologi berupa jumlah trombosit pada diabetes melitus tipe I dan tipe II.

1.4.2 Manfaat Praktis

1. Bagi peneliti, penelitian ini menambah pengalaman dalam pengelolaan spesimen, pemeriksaan HbA1c, pemeriksaan hematologi, dan analisis data laboratorium.
2. Bagi tenaga laboratorium medis, hasil penelitian dapat menjadi informasi tambahan mengenai keterkaitan hasil pemeriksaan HbA1c dengan parameter trombosit pada

pasien diabetes.

3. Bagi institusi pendidikan, penelitian dapat digunakan sebagai bahan pembelajaran mengenai diabetes, pemeriksaan HbA1c, hematologi, dan interpretasi data laboratorium.
4. Bagi peneliti selanjutnya, hasil penelitian dapat menjadi dasar untuk penelitian dengan jumlah sampel lebih besar serta penambahan parameter seperti MPV, PDW, P-LCR, glukosa darah, lama menderita diabetes, dan komplikasi vaskular.

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Diabetes Melitus

2.1.1 Pengertian

Diabetes melitus merupakan kelompok penyakit metabolik yang ditandai oleh hiperglikemia akibat gangguan sekresi insulin, kerja insulin, atau keduanya. Hiperglikemia yang berlangsung kronis dapat menimbulkan perubahan pada jaringan dan pembuluh darah sehingga meningkatkan risiko komplikasi mikrovaskular dan makrovaskular. Diagnosis diabetes dapat dilakukan berdasarkan pemeriksaan HbA1c atau kriteria glukosa plasma dengan memperhatikan standar metode pemeriksaan dan kebutuhan konfirmasi pada kondisi tertentu. (American Diabetes Association, 2026).

2.1.2 Diabetes Melitus Tipe I

Diabetes melitus tipe I merupakan bentuk diabetes yang terutama berkaitan dengan kerusakan atau kehilangan fungsi sel beta pankreas sehingga produksi insulin menjadi sangat rendah atau tidak mencukupi. Kondisi kekurangan insulin menyebabkan glukosa tidak dapat dimanfaatkan secara optimal oleh jaringan dan akhirnya terjadi hiperglikemia. Pasien dengan diabetes tipe I umumnya membutuhkan terapi insulin sebagai bagian utama pengelolaan penyakit. (American Diabetes Association, 2026; Yaribeygi et al., 2020).

2.1.3 Diabetes Melitus Tipe II

Diabetes melitus tipe II merupakan bentuk diabetes yang terutama berkaitan dengan resistensi insulin disertai gangguan progresif sekresi insulin. Hiperglikemia pada tipe II berkembang dalam konteks interaksi antara faktor genetik, lingkungan, obesitas, aktivitas fisik, dan gangguan metabolik. Lingkungan metabolik tersebut juga berhubungan dengan inflamasi, stres oksidatif, disfungsi endotel, dan peningkatan reaktivitas trombosit. (American Diabetes Association, 2026; Antonopoulos et al., 2018).

2.2 HbA1c

2.2.1 Pengertian HbA1c

HbA1c adalah fraksi hemoglobin yang mengalami glikasi secara nonenzimatik akibat paparan glukosa. Karena eritrosit mempunyai masa hidup sekitar 120 hari, HbA1c memberikan gambaran rata-rata paparan glukosa dalam beberapa bulan sebelum pemeriksaan. HbA1c menjadi pemeriksaan utama untuk menilai status glikemik dalam pemantauan diabetes dan juga digunakan sebagai salah satu dasar diagnosis apabila metode pemeriksaan memenuhi standar yang dipersyaratkan. (American Diabetes Association, 2026; Sacks et al., 2023).

2.2.2 Prinsip Pemeriksaan HbA1c

Pemeriksaan HbA1c dapat dilakukan dengan beberapa prinsip analitik, antara lain kromatografi cair kinerja tinggi, immunoassay, enzimatik, dan metode berbasis pemisahan muatan hemoglobin. Metode yang digunakan untuk diagnosis harus terstandar dan tertelusur terhadap sistem referensi yang diakui. Dalam pelaksanaan penelitian laboratorium, pemilihan metode perlu memperhatikan validitas analitik, kalibrasi alat, bahan kontrol, dan prosedur kendali mutu. (Sacks et al., 2023; American Diabetes Association, 2026).

2.2.3 Faktor yang Memengaruhi HbA1c

Hubungan antara HbA1c dan kadar glukosa dapat dipengaruhi oleh kondisi yang mengubah masa hidup atau turnover eritrosit. Anemia tertentu, hemolisis, transfusi darah, terapi eritropoietin, beberapa hemoglobinopati, serta kondisi lain yang memengaruhi eritrosit dapat menyebabkan hasil HbA1c tidak merepresentasikan paparan glukosa secara tepat. Oleh karena itu, hasil HbA1c harus diinterpretasikan dengan mempertimbangkan kondisi klinis dan kemungkinan gangguan analitik maupun biologis. (American Diabetes Association, 2026; Sacks et al., 2023).

2.2.4 Interpretasi HbA1c

Pada individu nonhamil, HbA1c ≥6,5% merupakan salah satu kriteria laboratorium untuk diagnosis diabetes apabila pemeriksaan dilakukan menggunakan metode yang sesuai. Rentang HbA1c 5,7–6,4% digunakan untuk mendefinisikan prediabetes. Pada pasien yang telah didiagnosis diabetes, HbA1c digunakan terutama untuk memantau pengendalian glikemik dan mengevaluasi

respons terhadap terapi; frekuensi pemeriksaan dapat disesuaikan dengan kondisi pasien dan pencapaian target terapi. (American Diabetes Association, 2026).

2.3 Trombosit

2.3.1 Pengertian dan Fungsi

Trombosit merupakan fragmen sel yang berasal dari megakariosit di sumsum tulang dan mempunyai peran utama dalam hemostasis. Setelah terjadi kerusakan pembuluh darah, trombosit beradhesi pada lokasi cedera, mengalami aktivasi, kemudian beragregasi untuk membentuk sumbat trombosit. Selain fungsi hemostasis, trombosit juga berinteraksi dengan sel endotel dan sel imun serta dapat berperan dalam proses inflamasi dan trombosis. (Tyagi et al., 2022; Nusca et al., 2021).

2.3.2 Pembentukan Trombosit

Pembentukan trombosit atau trombopoiesis berlangsung terutama di sumsum tulang melalui diferensiasi sel progenitor hematopoietik menjadi megakariosit. Megakariosit mengalami pematangan dan menghasilkan proplatelet yang kemudian dilepaskan menjadi trombosit ke sirkulasi. Jumlah trombosit dalam darah dipengaruhi oleh keseimbangan produksi, distribusi, penggunaan, dan pembersihan trombosit dari sirkulasi. (Tyagi et al., 2022).

2.3.3 Jumlah Trombosit

Jumlah trombosit merupakan parameter hematologi yang menggambarkan jumlah trombosit dalam volume darah tertentu dan umumnya dilaporkan dalam satuan ×10^9/L. Pemeriksaan jumlah trombosit dapat dilakukan menggunakan hematology analyzer yang menghitung sel berdasarkan prinsip impedansi, optik, atau kombinasi beberapa teknologi. Interpretasi jumlah trombosit perlu memperhatikan nilai rujukan laboratorium, kondisi klinis, obat, infeksi, inflamasi, serta kemungkinan kesalahan pra-analitik seperti agregasi trombosit in vitro.

2.4 Hubungan Diabetes, HbA1c, dan Trombosit

Hiperglikemia kronis pada diabetes dapat meningkatkan stres oksidatif dan mengganggu fungsi endotel. Pada saat yang sama, glikasi protein permukaan trombosit, perubahan sinyal intraseluler, peningkatan kalsium intraseluler, serta

perubahan jalur protein kinase C dapat meningkatkan respons trombosit terhadap rangsangan. Kondisi ini berkontribusi terhadap keadaan protrombotik yang menjadi salah satu karakteristik komplikasi vaskular diabetes. (Santilli et al., 2015; Dharma et al., 2018).

Bukti klinis menunjukkan bahwa jumlah trombosit dan karakteristik trombosit dapat berubah pada diabetes. Zaccardi et al. (2017) menemukan jumlah trombosit lebih tinggi pada pasien diabetes tipe I dan tipe II dibandingkan kontrol setelah penyesuaian tertentu, serta menunjukkan bahwa hubungan HbA1c dengan parameter trombosit dapat berbeda antar tipe diabetes. Temuan ini penting karena memperlihatkan bahwa pengaruh kontrol glikemik terhadap sistem trombosit tidak selalu identik pada diabetes tipe I dan tipe II. (Zaccardi et al., 2017).

Pada diabetes tipe II, beberapa penelitian menunjukkan hubungan HbA1c dengan indeks trombosit. Wu et al. (2019) melaporkan hubungan positif antara HbA1c dengan beberapa platelet volume indices pada pasien diabetes tipe II. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa pasien diabetes tipe II memiliki MPV, PDW, dan P-LCR yang lebih tinggi dibandingkan kontrol. Walaupun penelitian tersebut tidak seluruhnya berfokus pada jumlah trombosit, hasilnya mendukung adanya perubahan karakteristik trombosit seiring gangguan kontrol glikemik. (Wu et al., 2019; Shilpi & Potekar, 2017).

Jumlah trombosit juga dilaporkan mempunyai hubungan dengan HbA1c pada populasi tanpa diabetes tetapi mengalami kelebihan berat badan atau obesitas. De Pergola et al. (2019) menemukan hubungan positif dan independen antara jumlah trombosit dan HbA1c. Temuan tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara metabolisme glukosa dan trombosit dapat dipengaruhi oleh lingkungan metabolik yang lebih luas, termasuk adipositas dan inflamasi. (De Pergola et al., 2019).

2.5 Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti/Tahun	Judul/Topik	Hasil utama
1	Santilli et al. (2015)	Platelets and diabetes mellitus	Hiperglikemia, resistensi insulin, inflamasi, dan stres oksidatif berperan dalam aktivasi trombosit pada diabetes.
2	Shilpi & Potekar (2017)	A Study of Platelet Indices in Type 2 Diabetes Mellitus Patients	MPV, PDW, dan P-LCR lebih tinggi pada pasien diabetes tipe II dibandingkan kontrol.
3	Zaccardi et al. (2017)	Platelet indices and glucose control in type 1 and type 2 diabetes mellitus	Jumlah trombosit lebih tinggi pada T1DM dan T2DM dibandingkan kontrol; hubungan parameter trombosit dengan HbA1c berbeda menurut tipe diabetes.
4	Antonopoulos et al. (2018)	Endothelial dysfunction and platelet hyperactivity in type 2 diabetes mellitus	Hiperglikemia, resistensi insulin, stres oksidatif, dan inflamasi berhubungan dengan hiperaktivitas trombosit.
5	De Pergola et al. (2019)	Platelet number is positively and independently associated with glycated hemoglobin	Jumlah trombosit berhubungan positif dan independen dengan HbA1c pada subjek overweight/obesitas tanpa diabetes.
6	Wu et al. (2019)	Positive Relationship of	Beberapa indeks volume trombosit menunjukkan

		Platelet Volume Indices with HbA1c	hubungan positif dengan HbA1c pada T2DM.
7	Yaribeygi et al. (2020)	Molecular Mechanisms Linking Oxidative Stress and Diabetes Mellitus	Stres oksidatif merupakan bagian penting dari patofisiologi diabetes dan komplikasinya.
8	Sacks et al. (2023)	Guidelines and Recommendations for Laboratory Analysis in the Diagnosis and Management of Diabetes Mellitus	HbA1c digunakan secara rutin untuk pemantauan kontrol glikemik dengan persyaratan standardisasi pemeriksaan.
9	American Diabetes Association (2026)	Standards of Care in Diabetes—2026	HbA1c digunakan untuk diagnosis dan pemantauan diabetes dengan metode terstandar.

2.6 Kerangka Teori

Diabetes melitus tipe I / diabetes melitus tipe II → gangguan insulin → hiperglikemia kronis → peningkatan HbA1c + stres oksidatif/inflamasi/disfungsi endotel → perubahan produksi, turnover, reaktivitas, dan karakteristik trombosit → perubahan jumlah trombosit.

2.7 Kerangka Konsep

Variabel kelompok: Diabetes melitus tipe I dan diabetes melitus tipe II → pemeriksaan HbA1c dan jumlah trombosit → analisis deskriptif → uji perbedaan antar kelompok → analisis hubungan HbA1c dengan jumlah trombosit.

2.8 Hipotesis

H1: Terdapat perbedaan kadar HbA1c antara pasien diabetes melitus tipe I dan tipe II.

H1: Terdapat perbedaan jumlah trombosit antara pasien diabetes melitus tipe I dan tipe II.

H1: Terdapat hubungan antara kadar HbA1c dan jumlah trombosit pada pasien diabetes melitus tipe I dan/atau tipe II.

BAB 3
TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah mengetahui kadar HbA1c dan jumlah trombosit pada pasien diabetes melitus tipe I dan tipe II serta membandingkan kedua parameter tersebut antar kelompok.

3.2 Manfaat Penelitian

Penelitian diharapkan memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu Teknologi Laboratorium Medis, khususnya mengenai pemeriksaan HbA1c dan hematologi pada pasien diabetes, serta menjadi dasar penelitian lanjutan mengenai hubungan kontrol glikemik dengan sistem hemostasis.

BAB 4
METODE PENELITIAN

4.1 Desain/Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan desain observasional analitik dengan pendekatan cross-sectional. Data kadar HbA1c dan jumlah trombosit diperoleh pada periode pengamatan yang sama, kemudian dibandingkan antara kelompok pasien diabetes melitus tipe I dan tipe II. Jika penelitian menggunakan data sekunder rekam medis/laboratorium, sumber data harus berasal dari hasil pemeriksaan yang memenuhi kriteria kelayakan dan periode penelitian yang telah ditetapkan.

4.2 Kerangka Kerja

Penentuan populasi → seleksi kriteria inklusi dan eksklusi → pengelompokan pasien T1DM dan T2DM → pengambilan/penelusuran spesimen darah → pemeriksaan HbA1c → pemeriksaan jumlah trombosit → pencatatan data → uji kualitas data → analisis statistik → interpretasi → penyusunan laporan.

4.3 Populasi, Sampel, dan Teknik Pengambilan Sampel

Populasi penelitian adalah seluruh pasien yang telah didiagnosis diabetes melitus tipe I atau tipe II dan menjalani pemeriksaan laboratorium pada lokasi penelitian selama periode penelitian. Sampel adalah pasien yang memenuhi kriteria inklusi dan tidak memenuhi kriteria eksklusi.

Teknik sampling dapat menggunakan consecutive sampling, yaitu mengambil seluruh subjek yang memenuhi kriteria secara berurutan selama periode penelitian sampai jumlah sampel terpenuhi. Besar sampel sebaiknya dihitung berdasarkan tujuan utama penelitian dan jenis uji statistik yang direncanakan. Jumlah sampel aktual tidak ditetapkan dalam laporan ini karena data populasi dan parameter besar efek belum diberikan.

4.4 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Patologi Klinik Universitas Muhammadiyah Surabaya pada bulan April 2024.

4.5 Variabel Penelitian

Variabel bebas adalah tipe diabetes melitus, yaitu tipe I dan tipe II. Variabel terikat adalah kadar HbA1c (%) dan jumlah trombosit (×10^9/L). Variabel perancu yang sebaiknya dicatat meliputi usia, jenis kelamin, lama menderita diabetes, terapi antidiabetes, penggunaan obat antiplatelet, adanya infeksi atau inflamasi, serta komplikasi diabetes apabila tersedia.

4.6 Definisi Operasional

Variabel	Definisi operasional	Alat ukur	Skala	Hasil ukur
Tipe diabetes	Diagnosis T1DM/T2DM sesuai rekam medis	Rekam medis	Nominal	Tipe I / Tipe II
HbA1c	Persentase hemoglobin terglikasi dalam darah	Analyzer HbA1c tervalidasi	Rasio	%
Jumlah trombosit	Jumlah trombosit per liter darah	Hematology analyzer	Rasio	×10^9/L
Kontrol glikemik	Kategori HbA1c untuk interpretasi deskriptif	Hasil HbA1c	Ordinal	Sesuai target/kategori yang ditetapkan

4.7 Alat dan Bahan

Alat meliputi analyzer HbA1c sesuai metode yang digunakan, hematology analyzer, mikropipet bila diperlukan, tabung EDTA, rak tabung, centrifuge apabila

dipersyaratkan oleh metode, alat pelindung diri, serta perangkat komputer untuk pengolahan data.

Bahan meliputi darah vena dengan antikoagulan EDTA, reagen HbA1c sesuai analyzer, bahan kontrol kualitas, reagen hematologi sesuai sistem alat, serta bahan habis pakai laboratorium. Seluruh reagen harus masih berlaku dan disimpan sesuai petunjuk produsen.

4.8 Prosedur Penelitian

A. Pra-analitik

1. Memastikan identitas dan kriteria pasien sesuai kelompok T1DM atau T2DM.
2. Menjelaskan penelitian dan memperoleh persetujuan sesuai ketentuan etik apabila menggunakan pengambilan spesimen baru.
3. Melakukan pengambilan darah vena sesuai SOP laboratorium ke dalam tabung EDTA.
4. Memeriksa kesesuaian spesimen, volume, kondisi tabung, dan kemungkinan hemolisis atau bekuan.
5. Memberi identitas/kode penelitian sehingga data pasien tidak ditampilkan secara langsung.

B. Pemeriksaan HbA1c

1. Menyalakan dan melakukan pengecekan awal analyzer HbA1c sesuai SOP.
2. Melakukan kalibrasi dan/atau verifikasi sesuai jadwal serta memastikan bahan kontrol berada dalam rentang penerimaan.
3. Homogenisasi spesimen EDTA sesuai petunjuk metode.
4. Memasukkan spesimen ke analyzer dan menjalankan pemeriksaan HbA1c sesuai prosedur alat.
5. Mencatat hasil HbA1c dalam satuan persen (%) dan melakukan verifikasi hasil.

C. Pemeriksaan Jumlah Trombosit

1. Memastikan hematology analyzer telah melalui pemeriksaan harian dan kontrol kualitas.

2. Homogenisasi sampel EDTA secara perlahan.
3. Memasukkan spesimen ke analyzer sesuai SOP.
4. Mencatat hasil jumlah trombosit dalam satuan ×10^9/L.
5. Memeriksa adanya flag analyzer atau indikasi agregasi trombosit dan melakukan pemeriksaan ulang sesuai SOP bila diperlukan.

4.9 Pengumpulan Data

Data primer atau sekunder dicatat menggunakan lembar pengumpulan data yang berisi kode pasien, kelompok diabetes, usia, jenis kelamin, kadar HbA1c, jumlah trombosit, serta variabel klinis yang dipilih. Data identitas pribadi tidak dicantumkan pada lembar analisis.

4.10 Analisis Data

Analisis deskriptif digunakan untuk menghitung rerata, median, standar deviasi, minimum, maksimum, dan distribusi kategori data sesuai karakteristik variabel. Uji normalitas dapat dilakukan menggunakan Shapiro–Wilk. Homogenitas varians dapat diuji dengan Levene apabila diperlukan.

Perbandingan HbA1c dan jumlah trombosit antara dua kelompok dapat dianalisis menggunakan independent samples t-test apabila data berdistribusi normal dan memenuhi asumsi yang diperlukan. Jika data tidak berdistribusi normal, Mann–Whitney U dapat digunakan. Hubungan HbA1c dengan jumlah trombosit dapat diuji menggunakan Pearson bila asumsi parametrik terpenuhi atau Spearman bila data tidak memenuhi asumsi parametrik. Nilai $p < 0,05$ digunakan sebagai batas signifikansi statistik.

4.11 Penyajian Data

Data disajikan dalam bentuk tabel karakteristik responden, tabel distribusi HbA1c, tabel jumlah trombosit, tabel perbandingan antar kelompok, tabel korelasi, serta uraian naratif dan diagram apabila diperlukan.

4.12 Etika Penelitian

Penelitian yang melibatkan data atau spesimen pasien harus memperoleh persetujuan etik sesuai ketentuan institusi. Kerahasiaan identitas pasien dijaga dengan penggunaan kode penelitian. Data hanya digunakan untuk tujuan penelitian dan disimpan dengan akses terbatas.

BAB 5
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Penelitian

Penelitian dengan judul "Kadar HbA1c dan Jumlah Trombosit pada Pasien Diabetes Melitus Tipe I dan Tipe II" dilakukan untuk mengetahui gambaran kadar HbA1c dan jumlah trombosit pada pasien diabetes melitus tipe I dan tipe II serta mengetahui perbedaan kedua parameter tersebut. Data yang digunakan dalam penyusunan bagian hasil berikut merupakan data simulasi untuk keperluan penyusunan format laporan, bukan data pasien sebenarnya.

5.1.1 Karakteristik Responden

Karakteristik responden dalam penelitian ini meliputi usia, jenis kelamin, dan lama menderita diabetes melitus. Karakteristik tersebut diperlukan untuk memberikan gambaran umum mengenai subjek penelitian serta membantu dalam menginterpretasikan hasil pemeriksaan HbA1c dan jumlah trombosit.

Tabel 5.1 Karakteristik Responden Berdasarkan Kelompok Diabetes Melitus

Karakteristik	DM Tipe I (n=30)	DM Tipe II (n=30)	Total (n=60)
Usia (tahun), mean ± SD	42,7 ± 9,6	55,1 ± 10,8	48,9 ± 11,6
Laki-laki, n (%)	16 (53,3%)	17 (56,7%)	33 (55,0%)
Perempuan, n (%)	14 (46,7%)	13 (43,3%)	27 (45,0%)
Lama menderita DM (tahun), mean ± SD	8,1 ± 4,2	9,4 ± 5,1	8,8 ± 4,7

Berdasarkan Tabel 5.1, kelompok diabetes melitus tipe I terdiri atas 30 responden dengan rerata usia 42,7 tahun, sedangkan kelompok diabetes melitus tipe II memiliki rerata usia 55,1 tahun. Berdasarkan jenis kelamin, responden laki-laki lebih banyak dibandingkan perempuan, yaitu sebanyak 33 orang (55,0%). Rerata lama menderita diabetes pada kelompok tipe I adalah 8,1 tahun, sedangkan pada kelompok tipe II sebesar 9,4 tahun.

Perbedaan usia antara kelompok tipe I dan tipe II perlu diperhatikan karena usia dapat berhubungan dengan karakteristik metabolik dan hematologi pasien. Selain itu, lama menderita diabetes juga dapat memengaruhi tingkat paparan hiperglikemia dan munculnya komplikasi metabolik maupun vaskular.

5.1.2 Kadar HbA1c pada Pasien Diabetes Melitus Tipe I dan Tipe II

Pemeriksaan HbA1c dilakukan untuk mengetahui gambaran pengendalian glikemik pasien. HbA1c menggambarkan paparan glukosa rata-rata dalam beberapa bulan sebelum pemeriksaan sehingga lebih mencerminkan kondisi glikemik jangka menengah dibandingkan pemeriksaan glukosa sewaktu.

Tabel 5.2 Distribusi Kadar HbA1c pada Pasien Diabetes Melitus Tipe I dan Tipe II

Kelompok	n	Mean ± SD (%)	Median (%)	Minimum–Maksimum (%)	Interpretasi
DM Tipe I	30	7,91 ± 0,39	7,95	7,2–8,7	Meningkat
DM Tipe II	30	8,31 ± 0,39	8,25	7,4–9,0	Meningkat

Berdasarkan Tabel 5.2, rerata kadar HbA1c pada pasien diabetes melitus tipe I adalah 7,91 ± 0,39%, sedangkan pada pasien diabetes melitus tipe II sebesar 8,31 ± 0,39%. Secara deskriptif, kelompok diabetes melitus tipe II mempunyai rerata kadar HbA1c yang lebih tinggi dibandingkan kelompok tipe I.

Nilai HbA1c pada kedua kelompok menunjukkan adanya pengendalian glikemik yang belum optimal. HbA1c yang lebih tinggi menunjukkan paparan glukosa yang lebih besar dalam beberapa bulan sebelum pemeriksaan. American Diabetes Association menggunakan HbA1c sebagai salah satu parameter utama dalam diagnosis dan pemantauan diabetes melitus.

5.1.3 Jumlah Trombosit pada Pasien Diabetes Melitus Tipe I dan Tipe II

Jumlah trombosit merupakan salah satu parameter hematologi yang dapat digunakan untuk mengetahui jumlah trombosit dalam darah. Pada pasien diabetes melitus, perubahan lingkungan metabolik seperti hiperglikemia, inflamasi, stres oksidatif, dan gangguan fungsi endotel dapat memengaruhi karakteristik trombosit.

Tabel 5.3 Distribusi Jumlah Trombosit pada Pasien Diabetes Melitus Tipe I dan Tipe II

Kelompok	n	Mean ± SD ($\times 10^9$/L)	Median	Minimum–Maksimum	Interpretasi
DM Tipe I	30	256,1 ± 9,8	256	238–272	Dalam rentang rujukan
DM Tipe II	30	273,9 ± 12,8	273	250–295	Dalam rentang rujukan

Berdasarkan Tabel 5.3, rerata jumlah trombosit pada pasien diabetes melitus tipe I adalah 256,1 ± 9,8 $\times 10^9$/L, sedangkan pada pasien diabetes melitus tipe II sebesar 273,9 ± 12,8 $\times 10^9$/L. Secara deskriptif, jumlah trombosit pada kelompok diabetes melitus tipe II lebih tinggi dibandingkan kelompok diabetes melitus tipe I.

Meskipun rerata jumlah trombosit kedua kelompok masih berada dalam rentang nilai rujukan umum, perbedaan nilai rerata antar kelompok menunjukkan adanya kecenderungan jumlah trombosit yang lebih tinggi pada diabetes melitus tipe II.

5.1.4 Analisis Perbedaan dan Hubungan Kadar HbA1c dengan Jumlah Trombosit

Sebelum dilakukan analisis statistik, data diuji normalitasnya menggunakan uji Shapiro-Wilk. Data kadar HbA1c dan jumlah trombosit pada kedua kelompok menunjukkan distribusi normal sehingga analisis perbedaan dapat dilakukan menggunakan Independent Samples t-test. Hubungan antara kadar HbA1c dan jumlah trombosit dianalisis menggunakan uji korelasi Pearson.

Tabel 5.4 Analisis Perbedaan dan Hubungan Kadar HbA1c dengan Jumlah Trombosit

Variabel	Uji Normalitas	Uji Statistik	p-value	Kesimpulan
HbA1c DM Tipe I vs Tipe II	Normal	Independent t-test	0,001	Terdapat perbedaan bermakna*

Trombosit DM Tipe I vs Tipe II	Normal	Independent t-test	<0,001	Terdapat perbedaan bermakna*
HbA1c vs trombosit DM Tipe I	Normal	Pearson	<0,001	Terdapat korelasi positif*
HbA1c vs trombosit DM Tipe II	Normal	Pearson	<0,001	Terdapat korelasi positif*

Hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan kadar HbA1c antara kelompok diabetes melitus tipe I dan tipe II. Rerata HbA1c pada kelompok tipe II lebih tinggi dibandingkan kelompok tipe I. Selain itu, terdapat perbedaan jumlah trombosit antara kedua kelompok, dengan rerata jumlah trombosit pada kelompok tipe II lebih tinggi.

Analisis korelasi menunjukkan adanya hubungan positif antara kadar HbA1c dan jumlah trombosit pada kedua kelompok. Pada kelompok diabetes melitus tipe I, hubungan tersebut menunjukkan kecenderungan bahwa semakin tinggi kadar HbA1c maka jumlah trombosit juga meningkat. Pola yang sama ditemukan pada kelompok diabetes melitus tipe II.

5.2 Pembahasan

5.2.1 Kadar HbA1c pada Pasien Diabetes Melitus Tipe I dan Tipe II

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata kadar HbA1c pada pasien diabetes melitus tipe I sebesar 7,91 ± 0,39%, sedangkan pada pasien diabetes melitus tipe II sebesar 8,31 ± 0,39%. Secara deskriptif, kadar HbA1c pada kedua kelompok berada pada tingkat yang menunjukkan pengendalian glikemik belum optimal. Kelompok diabetes melitus tipe II mempunyai rerata HbA1c lebih tinggi dibandingkan tipe I. HbA1c menggambarkan paparan glukosa rata-rata selama beberapa bulan sehingga dapat digunakan untuk mengevaluasi pengendalian glikemik jangka menengah (American Diabetes Association, 2026; Sacks et al., 2023).

Perbedaan kadar HbA1c antara diabetes melitus tipe I dan tipe II dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain kepatuhan terhadap terapi, pola makan, aktivitas fisik, lama menderita diabetes, penggunaan insulin atau obat antidiabetes, serta kondisi klinis pasien. Diabetes melitus tipe I terutama disebabkan oleh defisiensi insulin akibat kerusakan sel beta pankreas, sedangkan diabetes melitus tipe II berkaitan dengan resistensi insulin yang disertai gangguan sekresi insulin secara progresif (American Diabetes Association, 2026).

Kadar HbA1c yang tinggi menunjukkan bahwa pasien mengalami paparan hiperglikemia yang lebih besar. Hiperglikemia kronis dapat menyebabkan peningkatan pembentukan reactive oxygen species, glikasi protein, aktivasi jalur inflamasi, dan perubahan fungsi endotel. Kondisi tersebut dapat berperan dalam terjadinya komplikasi diabetes serta perubahan sistem hemostasis (Yaribeygi et al., 2020).

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengukuran HbA1c penting dilakukan pada pasien diabetes melitus karena memberikan gambaran kontrol glikemik yang tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi pasien pada saat pengambilan darah. Dengan demikian, pemeriksaan HbA1c dapat membantu memberikan informasi mengenai kondisi glikemik pasien dalam jangka waktu yang lebih panjang dibandingkan pemeriksaan glukosa darah sesaat (Sacks et al., 2023).

5.2.2 Jumlah Trombosit pada Pasien Diabetes Melitus Tipe I dan Tipe II

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata jumlah trombosit pada pasien diabetes melitus tipe I adalah 256,1 ± 9,8 $\times 10^9$/L, sedangkan pada pasien diabetes melitus tipe II sebesar 273,9 ± 12,8 $\times 10^9$/L. Kedua kelompok masih berada dalam kisaran nilai rujukan umum, tetapi kelompok diabetes melitus tipe II menunjukkan rerata jumlah trombosit yang lebih tinggi dibandingkan kelompok tipe I.

Hasil tersebut dapat dikaitkan dengan kondisi metabolik pada diabetes melitus. Hiperglikemia kronis dapat menyebabkan stres oksidatif dan inflamasi yang selanjutnya memengaruhi endotel pembuluh darah serta aktivitas trombosit. Trombosit pada pasien diabetes dapat mengalami peningkatan reaktivitas sehingga lebih mudah mengalami aktivasi dan agregasi (Santilli et al., 2015).

Penelitian Zaccardi et al. (2017) menunjukkan bahwa jumlah trombosit pada pasien diabetes melitus tipe I dan tipe II lebih tinggi dibandingkan kelompok

kontrol. Penelitian tersebut juga menunjukkan adanya perbedaan parameter trombosit antara diabetes melitus tipe I dan tipe II. Hasil tersebut mendukung temuan penelitian ini bahwa jumlah trombosit pada kelompok diabetes melitus tipe II cenderung lebih tinggi dibandingkan tipe I (Zaccardi et al., 2017).

Pada diabetes melitus tipe II, resistensi insulin, hiperglikemia, obesitas, inflamasi, dan gangguan fungsi endotel dapat terjadi secara bersamaan. Keadaan tersebut dapat menciptakan lingkungan yang mendukung aktivasi trombosit. Antonopoulos et al. (2018) menjelaskan bahwa diabetes melitus tipe II berhubungan dengan disfungsi endotel dan hiperaktivitas trombosit yang berkontribusi terhadap peningkatan risiko kejadian kardiovaskular.

Meskipun demikian, jumlah trombosit tidak dapat digunakan sebagai satu-satunya indikator untuk menilai aktivasi trombosit pada pasien diabetes. Beberapa penelitian justru lebih banyak menemukan perubahan pada indeks trombosit seperti Mean Platelet Volume (MPV), Platelet Distribution Width (PDW), dan Platelet-Large Cell Ratio (P-LCR). Shilpi dan Potekar (2017) melaporkan adanya perubahan indeks trombosit pada pasien diabetes melitus tipe II dibandingkan kelompok kontrol.

5.2.3 Hubungan Kadar HbA1c dengan Jumlah Trombosit

Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan positif antara kadar HbA1c dengan jumlah trombosit pada pasien diabetes melitus tipe I dan tipe II. Hal tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kadar HbA1c pada data penelitian cenderung diikuti dengan peningkatan jumlah trombosit.

Hubungan tersebut dapat dijelaskan melalui mekanisme hiperglikemia kronis. Peningkatan kadar glukosa dapat meningkatkan stres oksidatif dan inflamasi serta menyebabkan perubahan fungsi endotel. Kondisi tersebut dapat meningkatkan aktivitas trombosit dan berkontribusi terhadap keadaan protrombotik pada pasien diabetes melitus (Santilli et al., 2015; Yaribeygi et al., 2020).

Hasil penelitian ini juga mempunyai kesesuaian dengan penelitian De Pergola et al. (2019), yang menemukan hubungan positif dan independen antara jumlah trombosit dengan HbA1c pada subjek overweight dan obesitas tanpa diabetes. Hasil tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara kondisi metabolik

dan jumlah trombosit dapat muncul bahkan pada kondisi sebelum diabetes berkembang secara klinis.

Penelitian Zaccardi et al. (2017) juga memberikan gambaran bahwa hubungan antara kontrol glikemik dan parameter trombosit dapat berbeda antara diabetes melitus tipe I dan tipe II. Hal tersebut menunjukkan bahwa tipe diabetes merupakan faktor yang perlu dipertimbangkan ketika menganalisis hubungan HbA1c dengan parameter trombosit.

Pada diabetes melitus tipe II, hubungan antara HbA1c dan perubahan trombosit juga telah dilaporkan melalui pemeriksaan berbagai indeks trombosit. Wu et al. (2019) melaporkan adanya hubungan positif HbA1c dengan beberapa platelet volume indices pada pasien diabetes melitus tipe II. Dengan demikian, semakin buruk kontrol glikemik, semakin besar kemungkinan terjadi perubahan karakteristik trombosit.

Namun, hubungan antara HbA1c dan jumlah trombosit tidak berarti bahwa peningkatan HbA1c secara langsung menyebabkan peningkatan jumlah trombosit pada setiap pasien. Jumlah trombosit dapat dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti infeksi, inflamasi, perdarahan, penyakit hematologi, obat-obatan, kondisi ginjal, usia, dan kondisi klinis lainnya. Oleh karena itu, hasil pemeriksaan harus tetap diinterpretasikan bersama informasi klinis pasien.

5.2.4 Perbandingan Hasil antara Diabetes Melitus Tipe I dan Tipe II

Berdasarkan hasil penelitian, kadar HbA1c pada diabetes melitus tipe II lebih tinggi dibandingkan diabetes melitus tipe I. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada data penelitian, kelompok tipe II mempunyai tingkat hiperglikemia jangka menengah yang lebih tinggi. Meskipun demikian, perbedaan kadar HbA1c tidak hanya ditentukan oleh tipe diabetes, tetapi juga oleh terapi, kepatuhan pasien, pola hidup, lama menderita diabetes, dan kondisi klinis lainnya.

Jumlah trombosit menunjukkan perbedaan yang lebih jelas antara kedua kelompok. Kelompok diabetes melitus tipe II mempunyai rerata jumlah trombosit sebesar 273,9 $\times 10^9$/L, sedangkan tipe I sebesar 256,1 $\times 10^9$/L. Kondisi tersebut dapat berkaitan dengan karakteristik metabolik diabetes melitus tipe II yang sering disertai resistensi insulin, inflamasi kronis, dan gangguan fungsi endotel.

Penelitian Zaccardi et al. (2017) menjadi salah satu penelitian yang relevan karena secara langsung membandingkan parameter trombosit pada diabetes melitus tipe I dan tipe II. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa jumlah trombosit dan beberapa parameter trombosit mempunyai pola yang berbeda antara kelompok diabetes tipe I dan tipe II.

Perbedaan hasil antar penelitian dapat terjadi karena karakteristik subjek yang berbeda. Usia, jenis kelamin, lama menderita diabetes, terapi, kadar HbA1c, indeks massa tubuh, fungsi ginjal, serta penggunaan obat antiplatelet dapat menjadi faktor yang memengaruhi hasil pemeriksaan trombosit.

5.2.5 Implikasi Hasil Penelitian dalam Bidang Teknologi Laboratorium Medis

Pemeriksaan HbA1c dan jumlah trombosit dapat memberikan informasi laboratorium yang saling melengkapi pada pasien diabetes melitus. HbA1c memberikan gambaran mengenai kontrol glikemik, sedangkan jumlah trombosit memberikan informasi mengenai salah satu komponen darah yang berperan dalam proses hemostasis.

Dalam pemeriksaan laboratorium, kualitas spesimen dan proses analitik perlu diperhatikan. Pemeriksaan HbA1c harus dilakukan menggunakan metode yang tervalidasi dan memiliki kendali mutu yang baik. Pemeriksaan jumlah trombosit juga harus memperhatikan kemungkinan adanya agregasi trombosit, pembekuan spesimen, volume darah yang tidak sesuai, maupun faktor lain yang dapat menghasilkan nilai yang tidak representatif.

Hasil penelitian ini dapat menjadi informasi awal bahwa peningkatan HbA1c dapat berjalan bersama dengan perubahan jumlah trombosit. Namun, pemeriksaan jumlah trombosit belum dapat digunakan sebagai pengganti HbA1c dalam menilai kontrol glikemik. Kedua pemeriksaan mempunyai tujuan analitik yang berbeda sehingga penggunaannya tetap harus disesuaikan dengan tujuan pemeriksaan.

BAB 6
RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

6.1 Rencana Penelitian Lanjutan

Penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan jumlah sampel yang lebih besar sehingga hasil yang diperoleh dapat memberikan gambaran yang lebih kuat mengenai hubungan kadar HbA1c dengan jumlah trombosit pada pasien diabetes melitus tipe I dan tipe II.

Penelitian berikutnya juga dapat mempertimbangkan faktor perancu seperti usia, jenis kelamin, lama menderita diabetes, indeks massa tubuh, jenis terapi, penggunaan obat antiplatelet, fungsi ginjal, profil lipid, dan adanya komplikasi diabetes.

6.2 Pengembangan Hasil Penelitian

Pengembangan penelitian dapat dilakukan dengan menambahkan pemeriksaan MPV, PDW, P-LCR, plateletcrit, dan parameter inflamasi. Penambahan parameter tersebut diperlukan karena perubahan pada trombosit tidak selalu ditunjukkan oleh perubahan jumlah trombosit saja.

Selain itu, penelitian dapat dikembangkan untuk mengetahui hubungan antara tingkat HbA1c dengan risiko komplikasi mikrovaskular maupun makrovaskular. Pendekatan tersebut dapat memberikan gambaran yang lebih luas mengenai keterkaitan kontrol glikemik dengan sistem hematologi dan vaskular.

6.3 Luaran yang Direncanakan

Luaran yang direncanakan dari penelitian ini adalah:

1. Laporan penelitian mengenai kadar HbA1c dan jumlah trombosit pada pasien diabetes melitus tipe I dan tipe II.
2. Artikel ilmiah yang dapat dipublikasikan pada jurnal bidang Teknologi Laboratorium Medis atau kesehatan.
3. Bahan pembelajaran mengenai pemeriksaan HbA1c dan jumlah trombosit pada pasien diabetes.
4. Data awal untuk penelitian lanjutan mengenai hubungan kontrol glikemik dengan parameter trombosit.

BAB 7
PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang disajikan, dapat disimpulkan bahwa kadar HbA1c pada pasien diabetes melitus tipe I mempunyai rerata sebesar 7,91 ± 0,39%, sedangkan pada pasien diabetes melitus tipe II sebesar 8,31 ± 0,39%. Kelompok diabetes melitus tipe II menunjukkan rerata HbA1c yang lebih tinggi dibandingkan kelompok tipe I.

Jumlah trombosit pada pasien diabetes melitus tipe I mempunyai rerata sebesar 256,1 ± 9,8 $\times 10^9$/L, sedangkan pada pasien diabetes melitus tipe II sebesar 273,9 ± 12,8 $\times 10^9$/L. Jumlah trombosit pada kedua kelompok masih berada dalam rentang rujukan umum, tetapi kelompok diabetes melitus tipe II menunjukkan jumlah trombosit yang lebih tinggi.

Terdapat hubungan positif antara kadar HbA1c dengan jumlah trombosit pada pasien diabetes melitus tipe I dan tipe II. Hasil tersebut menunjukkan adanya kecenderungan bahwa peningkatan HbA1c diikuti dengan peningkatan jumlah trombosit pada data penelitian.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa diabetes melitus tipe II memiliki kecenderungan kadar HbA1c dan jumlah trombosit yang lebih tinggi dibandingkan diabetes melitus tipe I. Temuan tersebut mendukung adanya keterkaitan antara kondisi hiperglikemia dengan perubahan parameter trombosit, meskipun jumlah trombosit tetap dipengaruhi oleh berbagai faktor klinis lainnya.

7.2 Saran

Bagi peneliti, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan jumlah sampel yang lebih besar serta memperhatikan faktor perancu seperti usia, jenis kelamin, lama menderita diabetes, terapi, indeks massa tubuh, dan komplikasi diabetes.

Bagi tenaga laboratorium medis, pemeriksaan HbA1c dan jumlah trombosit perlu dilakukan dengan memperhatikan tahap pra-analitik, analitik, dan pasca-analitik serta menerapkan prosedur kendali mutu untuk memperoleh hasil yang akurat.

Bagi institusi pendidikan, penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan

pembelajaran mengenai hubungan pemeriksaan kimia klinik dan hematologi pada pasien diabetes melitus.

Bagi peneliti selanjutnya, disarankan menambahkan parameter trombosit seperti MPV, PDW, P-LCR, dan plateletcrit serta parameter inflamasi untuk mendapatkan gambaran yang lebih lengkap mengenai perubahan trombosit pada pasien diabetes melitus tipe I dan tipe II.

DAFTAR PUSTAKA

American Diabetes Association Professional Practice Committee. (2026). 2. Diagnosis and classification of diabetes: Standards of Care in Diabetes—2026. Diabetes Care, 49(Supplement 1), S27–S49.

American Diabetes Association Professional Practice Committee. (2026). 6. Glycemic goals, hypoglycemia, and hyperglycemic crises: Standards of Care in Diabetes—2026. Diabetes Care, 49(Supplement 1), S132–S149.

Antonopoulos, A. S., Angelopoulos, A., Tsioufis, K., Antoniades, C., Tousoulis, D., & Stefanadis, C. (2018). Endothelial dysfunction and platelet hyperactivity in type 2 diabetes mellitus: Molecular insights and therapeutic strategies. Cardiovascular Diabetology, 17, 113.

De Pergola, G., Giagulli, V. A., Guastamacchia, E., Bartolomeo, N., Tatoli, R., Lampignano, L., Silvestris, F., & Triggiani, V. (2019). Platelet number is positively and independently associated with glycated hemoglobin in non-diabetic overweight and obese subjects. Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases, 29(3), 254–259.

Nusca, A., Tuccinardi, D., Pieralice, S., et al. (2021). Platelet effects of anti-diabetic therapies: New perspectives in the management of patients with diabetes and cardiovascular disease. Frontiers in Pharmacology, 12, 670155.

Sacks, D. B., Arnold, M., Bakris, G. L., et al. (2023). Guidelines and recommendations for laboratory analysis in the diagnosis and management of diabetes mellitus. Diabetes Care, 46(10), e151–e199.

Santilli, F., Simeone, P., Liani, R., & Davì, G. (2015). Platelets and diabetes mellitus. Prostaglandins & Other Lipid Mediators, 120, 28–39.

Shilpi, K., & Potekar, R. M. (2017). A study of platelet indices in type 2 diabetes mellitus patients. Indian Journal of Hematology and Blood Transfusion, 34(1), 115–120.

Wu, M., Xiao, L., & Yang, X. (2019). Positive relationship of platelet volume indices with HbA1c in unselected type-2 diabetes mellitus patients. Clinical Laboratory, 65(8).

Yaribeygi, H., Sathyapalan, T., Atkin, S. L., & Sahebkar, A. (2020). Molecular mechanisms linking oxidative stress and diabetes mellitus. Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 2020, 8609213.

Zaccardi, F., Rocca, B., Rizzi, A., Ciminello, A., Teofili, L., Ghirlanda, G., De Stefano, V., & Pitocco, D. (2017). Platelet indices and glucose control in type 1 and type 2 diabetes mellitus: A case-control study. Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases, 27(10), 902–909.

LAMPIRAN