

Korelasi Kadar Glukosa Darah dengan Profil Hematologi Pada Pasien Diabetes Mellitus dengan Ulkus Diabetikum

Andika Aliviameita¹, Puspitasari², Yanik Purwanti³, Silvia Ariyanti⁴

^{1,2,4} Prodi Teknologi Laboratorium Medis, Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

³ Prodi Kebidanan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

*Email: aliviameita@umsida.ac.id

Abstrak

Keywords:

Diabetes mellitus;
Glukosa darah;
Profil hematologi;
Ulkus diabetikum

Diabetes mellitus (DM) merupakan kelainan metabolik yang dapat menyebabkan berbagai komplikasi, termasuk ulkus diabetikum. Hiperglikemia yang persisten dapat mengakibatkan kelainan vaskuler dan metabolik serta mempengaruhi kinerja sumsum tulang sehingga menyebabkan terjadinya perubahan pada profil hematologi pada pasien diabetes mellitus. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui korelasi kadar glukosa darah dengan profil hematologi pada pasien DM dengan ulkus diabetikum. Jenis penelitian ini adalah analisis kuantitatif dengan metode eksperimental laboratorik dengan menggunakan 30 sampel darah pasien diabetes mellitus di Rumah Luka Wonoayu Sidoarjo, yang diambil secara purposive sampling. Pemeriksaan profil hematologi menggunakan metode otomatis dengan alat hematology analyzer, pemeriksaan glukosa darah dengan metode point of care testing (POCT), pemeriksaan laju endap darah dengan metode Westergreen. Pada uji korelasi regresi berganda diperoleh hasil terdapat hubungan bermakna antara glukosa darah dengan hemoglobin ($p = 0,013$), hematokrit ($p = 0,011$), MCV ($p = 0,044$), MCH ($p = 0,048$), dan LED ($p = 0,010$). Namun tidak terdapat hubungan bermakna antara glukosa darah dengan jumlah eritrosit ($p = 0,997$), MCHC ($p = 0,152$), jumlah leukosit ($p = 0,082$), dan jumlah trombosit ($p = 0,484$). Kesimpulan penelitian adalah terdapat korelasi yang sedang ($r = 0,422$) antara kadar glukosa darah dengan profil hematologi pada pasien diabetes mellitus dengan ulkus diabetikum.

1. PENDAHULUAN

Diabetes mellitus (DM) merupakan penyakit metabolik yang ditandai dengan hiperglikemia karena kelainan sekresi insulin, kinerja insulin, maupun keduanya. Beberapa proses patogen dalam perkembangan diabetes mellitus disebabkan adanya kerusakan autoimun dari sel beta pankreas yang berakibat defisiensi insulin hingga abnormalitas,

sehingga terjadi resistensi terhadap kinerja insulin. Komplikasi jangka panjang dari diabetes mellitus meliputi retinopati dengan potensi kehilangan penglihatan, nefropati yang menyebabkan gagal ginjal, neuropati perifer dengan resiko ulkus diabetikum hingga amputasi. Serta neuropati otonom yang menyebabkan gejala gastrointestinal, genitourinari, kardiovaskular, dan disfungsi seksual [1].

Berdasarkan data International Diabetes Federation terdapat 351,7 juta orang usia produktif (20 - 64 tahun) dengan diabetes yang terdiagnosis atau tidak terdiagnosis pada tahun 2019. Diperkirakan jumlahnya terus meningkat hingga 417,3 juta pada tahun 2030 dan mencapai 486,1 juta di tahun 2045 [2]. Di Indonesia, Jawa Timur menempati urutan ke-5 penderita diabetes mellitus terbanyak secara nasional. Prevalensi penderita diabetes mellitus berusia ≥ 15 tahun di Indonesia mengalami kenaikan dari 6,9 % pada tahun 2013 menjadi 8,5 % pada tahun 2018 [3]. Dilaporkan sekitar 40-70% kasus amputasi pada ekstremitas bawah disebabkan non trauma akibat kaki [4]. Ulkus diabetikum atau *diabetic foot ulcer* (DFU) merupakan salah satu komplikasi pada penderita diabetes mellitus yang disebabkan penyumbatan pembuluh darah besar di ekstremitas bawah yang mengakibatkan gangren di kaki sehingga harus di amputasi [10]. Penderita DM mempunyai resiko mengalami DFU kira-kira 25 % selama hidupnya [5].

Riset membuktikan bahwa profil hematologi mengalami perubahan pada pasien diabetes mellitus. Terjadinya hiperglikemia yang persisten menyebabkan eritrosit mengalami peningkatan konsentrasi glukosa, sehingga mengakibatkan glikasi hemoglobin, protrombin, fibrinogen, dan protein lain yang terlibat dalam mekanisme pembekuan darah [6]. Beberapa perubahan profil hematologi yang mempengaruhi eritrosit, leukosit, dan faktor koagulasi terbukti berhubungan langsung dengan diabetes mellitus. Kelainan hematologi lain yang dilaporkan pada pasien DM termasuk eritrosit, leukosit, disfungsi trombosit, peningkatan MCHC, dan penurunan MCV [7].

Pada penelitian di Medan diperoleh hasil adanya hubungan yang bermakna antara *Mean Corpuscular Volume* (MCV) dengan glukosa darah puasa, 2 jam postprandial, HbA1c, *Homeostasis Model Assessment of Insulin Resistance* (HOMA-IR) [8]. Penelitian lain menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan

pada *Red Blood Distribution* (RDW) antara pasien diabetes dengan kontrol. Total leukosit, jumlah limfosit absolut, dan jumlah neutrofil absolut. Juga meningkat secara signifikan pada pasien DM dibandingkan dengan kontrol. *Mean Platelet Volume* (MPV) dan *Platelet Distribution Width* juga mengalami peningkatan secara signifikan pada pasien DM [6].

Hiperglikemia mempengaruhi respon inflamasi dan imunitas tubuh terhadap infeksi yang mengakibatkan inflamasi kronik dan penurunan fungsi sel-sel imunitas tubuh, sehingga infeksi dapat bermanifestasi lebih berat pasien DM [9]. Hiperglikemia juga berefek pada semua jaringan tubuh, termasuk sumsum tulang. Efek ini berkaitan dengan glikasi protein, zat kimia lain, dan perubahan fisiologis dari eritrosit. Berdasarkan riset sebelumnya diketahui bahwa hiperglikemia menyebabkan peningkatan jumlah eritrosit, MCV, MCH (*Mean Corpuscular Hemoglobin*), dan MCHC (*Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration*). Terjadinya mikro dan makroangiopati bersamaan dengan hiperglikemia dapat memperpendek masa hidup eritrosit [19]. Penelitian yang telah dilakukan umumnya pada pasien diabetes mellitus tanpa memperhatikan komplikasinya seperti ulkus diabetikum. Sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui korelasi antara hiperglikemia dengan profil hematologi pada pasien diabetes mellitus dengan ulkus diabetikum.

2. METODE

Penelitian dilakukan di laboratorium Hematologi Prodi Teknologi Laboratorium Medis, Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo pada bulan Desember 2020 hingga Januari 2021. Jenis penelitian yang digunakan adalah analisis kuantitatif dengan metode eksperimental laboratorik. Penelitian ini menggunakan 30 sampel darah pasien diabetes mellitus di Rumah Luka Wonoayu Sidoarjo, yang diambil melalui teknik pengumpulan data secara *purposive*

sampling dengan kriteria, yaitu: pasien DM memiliki ulkus diabetikum, dan kadar glukosa darah lebih dari 200 mg/dL. Pemeriksaan kadar glukosa darah dilakukan dengan metode *point of care testing* (POCT). Pemeriksaan profil hematologi menggunakan metode otomatis dengan *Hematologi Analyzer* (Medonic M-series M32). Pemeriksaan Laju Endap Darah menggunakan metode Westergreen. Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara statistik menggunakan uji korelasi regresi berganda dengan SPSS 22.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 1 menunjukkan bahwa pasien diabetes mellitus dengan ulkus diabetikum yang berjenis kelamin perempuan lebih banyak daripada laki-laki. Dimana terdiri dari 23 orang pasien perempuan (76,7%), dan 7 orang pasien laki-laki (23,3%). Berdasarkan segi usia, pasien DM dengan ulkus diabetikum paling banyak berada pada rentang usia 50-59 tahun sebanyak 16 orang (53,3%), dan terbanyak kedua adalah 9 orang (30%) berada pada usia antara 40-49 tahun, dengan rentang usia minimal 41 tahun dan maksimal 70 tahun.

Pada Tabel 1 diketahui bahwa terdapat 6 orang (20%) jumlah eritrosit pasien DM dengan ulkus diabetikum mengalami penurunan, sedangkan 80% masih dalam batas normal. Kadar hemoglobin pada pasien DM juga mengalami penurunan pada 13 orang (43,3%) dan sebanyak 56,7% masih dalam rentang normal. Kadar hematokrit pasien DM sebanyak 21 orang (70%) mengalami penurunan dan selebihnya (30%) masih dalam rentang normal. Pada indeks eritrosit, hasilnya meliputi: terdapat 6 pasien DM (20%) mengalami penurunan nilai MCV dan MCH, dan 80% lainnya masih dalam batas normal. Serta terdapat 2 pasien DM (6,7%) dengan nilai MCHC mengalami peningkatan dan 93,3% masih dalam batas normal.

Pada jumlah leukosit, terdapat 17 orang (56,7%) pasien DM dengan ulkus diabetikum yang mengalami peningkatan, sedangkan selebihnya 43,3% masih dalam

rentang normal. Pasien DM yang mengalami peningkatan jumlah trombosit sebanyak 8 orang (26,7%) dan 73,3% berada dalam batas normal. Untuk nilai laju endap (LED) darah pasien DM sebanyak 27 orang (90%) mengalami peningkatan, hanya 10% saja yang nilai LED nya masih dalam batas normal.

Berdasarkan Tabel 2 diperoleh rerata hasil glukosa darah adalah 311 mg/dL (diatas nilai normal). Rerata jumlah eritrosit yaitu $4,24 \times 10^6/\mu\text{L}$ (dalam rentang normal). Rerata hemoglobin yaitu 12,3 g/dL (dalam rentang normal). Rerata hematokrit (HCT) sebesar 34,9 % (dibawah nilai normal). Rerata *Mean Corpuscular Volume* (MCV) adalah 82,6 fL (dalam rentang normal). Rerata *Mean Corpuscular Hemoglobin* (MCH) adalah 29,3 pg (dalam rentang normal). Rerata *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration* (MCHC) adalah 35,5 % (dalam rentang normal). Rerata jumlah leukosit yaitu $10,5 \times 10^3/\mu\text{L}$ (diatas nilai normal). Rerata jumlah trombosit adalah $347 \times 10^3/\mu\text{L}$ (dalam rentang normal). Rerata laju endap darah (LED) sebesar 64 mm/jam (diatas nilai normal).

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh nilai koefisien regresi antara glukosa darah dengan eritrosit adalah 1,869 dengan $p = 0,997$ yang artinya secara statistik tidak signifikan ($p > 0,05$). Peningkatan kadar glukosa sebesar 1 mg/dL mampu meningkatkan eritrosit sebesar $1,869 \times 10^6/\mu\text{L}$. Nilai koefisien regresi antara glukosa darah dengan hemoglobin yaitu negatif 824,416 dengan $p = 0,013$ yang berarti signifikan ($p < 0,05$). Peningkatan kadar glukosa sebesar 1 mg/dL mampu menurunkan 824,416 g/dL kadar Hemoglobin. Koefisien regresi antara glukosa dengan hematokrit adalah 296,832 dengan $p = 0,011$ yang artinya signifikan ($p > 0,05$). Kadar glukosa yang meningkat sebesar 1 mg/dL dapat meningkatkan hematokrit sebesar 296,832 %.

Koefisien regresi antara glukosa dengan MCV adalah negatif 306,657 dengan $p = 0,044$ yang berarti signifikan

($p < 0,05$). Pada setiap kenaikan 1 mg/dL glukosa dapat menurunkan MCV sebesar 306,657 fL. Koefisien regresi antara glukosa dengan MCHC yaitu 863,337 dengan $p = 0,048$ yang artinya signifikan ($p < 0,05$). Peningkatan kadar glukosa sebesar 1 mg/dL mampu meningkatkan

MCHC sebesar 863,337 pg. Koefisien regresi antara glukosa dengan MCHC yaitu negatif 395,851 dengan $p = 0,152$ yang artinya tidak signifikan ($p > 0,05$). Peningkatan kadar glukosa sebesar 1 mg/dL mampu menurunkan MCHC sebesar 395,851 %.

Tabel 1. Karakteristik Pasien Diabetes Mellitus dengan Ulkus Diabetikum

Variabel	Kategori	Jumlah (n)	Persentase (%)
Jenis kelamin	Laki-laki	7	23,3
	Perempuan	23	76,7
Usia	40-49 tahun	9	30
	50-59 tahun	16	53,3
	60-69 tahun	4	13,3
	70-79 tahun	1	3,3
Jumlah eritrosit	Rendah	6	20
	Normal (P = 3,6 – 5,0 x 10 ⁶ / μL) (L = 4,2 – 5,4 x 10 ⁶ / μL)	24	80
Hemoglobin	Rendah	13	43,3
	Normal (P = 12 – 15 g/dL) (L = 14 – 17 g/dL)	17	56,7
Hematokrit	Rendah	21	70
	Normal (P = 37 – 43 %) (L = 40 – 50 %)	8	30
MCV	Rendah	6	20
	Normal (80 – 97 fL)	24	80
MCH	Rendah	6	20
	Normal (27 – 31 pg)	24	80
MCHC	Normal (32 – 36 %)	28	93,3
	Tinggi	2	6,7
Jumlah Leukosit	Normal (4 – 10 x 10 ³ / μL)	17	56,7
	Tinggi	13	43,3
Jumlah Trombosit	Normal (150 – 400 x 10 ³ / μL)	22	73,3
	Tinggi	8	26,7
LED	Normal (P = 0 – 20 mm/jam) (L = 0 – 15 mm/jam)	3	10
	Tinggi	27	90

Sumber: Data primer (2021)

Tabel 2 Rerata ± SD Kadar Glukosa Darah dan Profil Hematologi

Glukosa (mg/dL)	Eritrosit (10 ⁶ /μL)	Hb (g/dL)	HCT (%)	MCV (fL)	MCH (pg)	MCHC (%)	Leukosit (10 ³ /μL)	Trombosit (10 ³ /μL)	LED (mm/jam)
311±77,76	4,24±0,70	12,3±1,91	34,9±5,82	82,6±5,61	29,3±2,23	35,5±1,11	10,5±4,86	347±102,26	64±38,26

Sumber: Data primer (2021)

Tabel 3. Analisis Regresi Linier Berganda Korelasi Glukosa dengan Profil Hematologi

Variabel Independen	b	p
Jumlah eritrosit ($10^6/\mu\text{L}$)	1,869	0,997
Hemoglobin (g/dL)	-824,416	0,013*
Hematokrit (%)	296,832	0,011*
MCV (fL)	-306,657	0,044*
MCH (pg)	863,337	0,048*
MCHC (%)	-395,851	0,152
Jumlah Leukosit ($10^3/\mu\text{L}$)	-7,375	0,082
Jumlah Trombosit ($10^3/\mu\text{L}$)	-0,140	0,484
Laju Endap Darah (mm/jam)	1,574	0,010*
R	= 0,650	
R-square	= 0,422	
Adj. R-square	= 0,163	
Sig. F	= 0,175	

Keterangan: * = signifikan

Sumber: Data primer (2021)

Nilai koefisien regresi antara glukosa dengan jumlah leukosit adalah negatif 7,375 dengan $p = 0,082$ yang berarti tidak signifikan ($p > 0,05$). Peningkatan kadar glukosa sebesar 1 mg/dL mampu menurunkan jumlah leukosit sebesar $7,375 \times 10^3/\mu\text{L}$. Koefisien regresi antara glukosa dengan jumlah trombosit yaitu negatif 0,140 dengan $p = 0,484$ yang berarti tidak signifikan ($p > 0,05$). Peningkatan kadar glukosa sebesar 1 mg/dL mampu menurunkan jumlah trombosit sebesar $0,140 \times 10^3/\mu\text{L}$. Koefisien regresi antara glukosa dengan laju endap darah adalah negatif 1,574 dengan $p = 0,010$ yang artinya signifikan ($p < 0,05$). Peningkatan kadar glukosa sebesar 1 mg/dL mampu meningkatkan laju endap darah sebesar 1,574 mm/jam.

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh nilai R-Square yaitu 0,422 (ini menunjukkan korelasi sedang) atau 42,2%. Ini berarti kadar glukosa dipengaruhi oleh variabel profil hematologi sebesar 42,2%, sedangkan sisanya (57,8 %) dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak diteliti. Dari hasil statistik diperoleh nilai probabilitas (Sig F change = 0,175. Karena nilai Sig F change $> 0,05$ maka artinya profil hematologi secara simultan tidak mempengaruhi kadar glukosa darah.

Diabetes mellitus merupakan kelainan metabolik yang dapat menyebabkan berbagai komplikasi. Adanya kerentanan

berlebih terhadap infeksi mengakibatkan pasien DM mudah mengalami infeksi saluran kemih, tuberkulosis paru, serta infeksi kaki yang dapat semakin parah menjadi ulkus diabetikum. Beberapa penyebab gangren atau ulkus diabetikum antara lain neuropati, penyakit arterial, tekanan dan deformitas kaki. Neuropati disebabkan kenaikan kadar glukosa darah yang persisten sehingga mengakibatkan kelainan vaskuler dan metabolik [20].

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penderita diabetes mellitus pada perempuan lebih tinggi daripada laki-laki. Ini sesuai dengan penelitian Yosmar et al. dimana terdapat 53,4% penderita DM diderita oleh perempuan dan 46,6% dialami oleh laki-laki [15]. Pada penelitian lain diperoleh hasil 71,1% penderita DM berjenis kelamin perempuan dan berjenis kelamin laki-laki sebanyak 28,9%. Pada penelitian ini juga diketahui bahwa terdapat hubungan antara jenis kelamin dengan kejadian neuropati perifer diabetik [12], yang juga menjadi penyebab terjadinya ulkus diabetikum. Hal ini disebabkan karena perempuan secara fisik mempunyai peluang lebih besar mengalami peningkatan indeks massa tubuh [11]. Adanya sindrom siklus menstruasi dan menopause pada perempuan menyebabkan lemak tubuh mudah menumpuk sehingga menghambat pengangkutan glukosa ke dalam sel [12].

Data penelitian diketahui bahwa pasien diabetes mellitus dengan ulkus diabetikum paling banyak berusia 50-59 tahun (53,3%), dan 40-49 tahun (30%). Hal ini sesuai dengan penelitian lain bahwa penderita DM paling banyak berusia 45-64 tahun (67,2%) [15]. Penelitian lain juga menyatakan bahwa pasien yang terbanyak terkena DM berusia lebih dari 45 tahun [11]. Ini disebabkan karena seseorang yang berusia lebih dari 40 tahun rawan mengalami komplikasi diabetes. Resiko mengidap DM lebih besar dikarenakan intoleransi glukosa serta proses penuaan sehingga insulin yang diproduksi oleh sel beta pankreas mengalami penurunan [13]. Ini sesuai dengan penelitian Mildawati et al. bahwa semakin bertambahnya usia maka resiko terjadinya neuropati perifer diabetik semakin tinggi. Hal ini dikarenakan pada usia diatas 30 tahun tubuh seseorang akan mengalami perubahan fisiologis yang mampu menurunkan fungsi tubuhnya [14].

Berdasarkan hasil uji statistik, diperoleh adanya korelasi antara glukosa darah dengan hemoglobin, hematokrit, MCV, dan MCH. Serta tidak ada hubungannya dengan jumlah eritrosit dan MCHC. Namun, data penelitian ini menunjukkan terjadinya anemia yang ditandai dengan penurunan jumlah eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit pada sebagian pasien DM. Ini sesuai dengan penelitian lain bahwa pada pasien DM sebanyak 26% mengalami anemia dengan kadar hemoglobin < 11,5 g/dL [17]. Penelitian lainnya juga menunjukkan terjadi penurunan yang signifikan terhadap rerata hemoglobin, eritrosit, hematokrit dan MCV pada pasien Diabetes bila dibandingkan dengan kontrol non-diabetes [21]. Anemia pada diabetes umumnya terlihat bila disertai komplikasi infeksi, penyakit jantung, gagal ginjal, dan enteropati. Terdapat hubungan antara jumlah sel darah merah dengan komplikasi mikrovaskuler pada DM tipe 2, dilaporkan bahwa proporsi pasien dengan komplikasi mikrovaskuler meningkat ketika jumlah eritrosit menurun [18]. Hiperglikemia berkaitan dengan perubahan fungsional dalam molekul hemoglobin, gangguan

osmotik, viskositas sitoplasma dalam setiap sel. Semua perubahan ini memberikan dampak terhadap sel eritrosit yang meliputi: jumlah eritrosit, hemoglobin, hematokrit, MCV, MCH, dan MCHC [16]. Hiperglikemia juga mempengaruhi produksi eritrosit, fungsi serta sifat fisiknya, sehingga memberikan pengaruh pada fungsi fisiologis maupun berefek langsung terhadap struktur vaskularnya. Selain itu, adanya kompilkasi DM yang kronis akan mempengaruhi masa hidup, viskositas sitoplasma, dan deformabilitas sel darah merah [19].

Hasil penelitian menunjukkan tidak adanya korelasi antara jumlah leukosit dengan kadar glukosa darah. Namun data penelitian sebanyak 56,7% pasien DM dengan ulkus diabetikum mengalami peningkatan jumlah leukosit. Adanya kenaikan jumlah leukosit dapat disebabkan karena adanya infeksi pada luka atau ulkus kaki diabetik yang dialami oleh pasien DM. Pada penelitian Kumar et al. menyatakan bahwa pada pasien diabetes mengalami kenaikan jumlah leukosit, limfosit, dan neutrofil secara signifikan bila dibandingkan dengan non-diabetes. Kenaikan jumlah leukosit terjadi seiring dengan peningkatan stress oksidatif yang dipicu oleh kenaikan kadar glukosa darah. Leukosit polimorfonuklear dan mononuklear dapat diaktifkan oleh produk akhir glikasi lanjutan dan sitokin dalam keadaan hiperglikemia [22]. Pada penelitian di China juga menunjukkan peningkatan leukosit berhubungan dengan gangguan kadar glukosa darah puasa (*Impaired Fasting Glucose/ IFG*). Jumlah leukosit sebagai penanda resiko terjadinya resistensi insulin, diabetes, sindrom metabolik, dan penyakit arteri koroner. Terdapat hubungan yang erat antara jumlah leukosit dengan prevalensi DM tipe 2 [23]. Penelitian lain juga menyatakan bahwa hiperglikemia akut dan kronis berkaitan dengan resistensi insulin yang terjadi pada DM tipe 2 dan hiperlipidemia [24]. Pada Penelitian oleh Naredi et al. diketahui bahwa adanya peningkatan jumlah leukosit bahkan dalam range normal berkaitan dengan komplikasi kronis diabetes mellitus tipe 2 dan dapat

digunakan dalam memprediksi perkembangan komplikasi mikro dan makrovaskular pada pasien DM [25].

Data hasil penelitian menunjukkan tidak ada hubungan yang signifikan antara trombosit dengan kadar glukosa darah pada pasien DM. Namun, sebanyak 26,7% pasien DM mengalami peningkatan jumlah trombosit. Ini sesuai dengan penelitian Mardia et al. bahwa terdapat perbedaan indeks trombosit antara pasien DM dengan dan tanpa ulkus diabetikum. Peningkatan indeks trombosit mengindikasikan fungsi trombosit yang lebih reaktif dan agregat [26]. Penelitian lain juga menunjukkan adanya peningkatan kadar fibrinogen, albumin dan jumlah trombosit pada pasien DM dengan ulkus diabetikum bila dibandingkan dengan pasien DM tanpa ulkus diabetikum. Hal ini disebabkan karena pada ulkus kaki diabetik, peningkatan kadar fibrinogen karena adanya trombus, kadar trombosit meningkat karena aktivasi mediator inflamasi, dan tingkat albumin dalam serum menurun karena sitokin menarik albumin dari ruang intravaskular [27].

Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara laju endap darah (LED) dengan glukosa. Ini menandakan adanya korelasi yang kuat antara inflamasi dan kontrol glikemik pada pasien diabetes mellitus tipe 2, menunjukkan bahwa inflamasi berperan penting dalam patogenesis diabetes. Hal ini sesuai dengan penelitian lain bahwa LED secara independen berkaitan dengan tingkat dan keparahan komplikasi pada pasien DM tipe 2 [28]. Selain itu, penelitian lain menyebutkan bahwa pasien dengan kadar HbA1C dan LED yang tinggi maka mempunyai resiko mengalami amputasi ekstremitas bawah lebih tinggi pula [29].

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Jumlah subjek penelitian yang terbatas, tidak mempertimbangkan lama pasien DM menderita ulkus diabetikum, serta derajat luka yang dialami. Parameter yang lebih lengkap diperlukan untuk mengetahui pemeriksaan yang berpengaruh terhadap profil hematologi pasien DM dengan ulkus

diabetikum.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah terdapat korelasi yang sedang ($r = 0,422$) antara kadar glukosa darah dengan profil hematologi pada pasien diabetes mellitus dengan ulkus diabetikum. Terdapat hubungan bermakna antara glukosa dengan hemoglobin ($p = 0,013$), hematokrit ($p = 0,011$), MCV ($p = 0,044$), MCH ($p = 0,048$), dan LED ($p = 0,010$). Namun tidak terdapat hubungan bermakna antara glukosa dengan jumlah eritrosit ($p = 0,997$), MCHC ($p = 0,152$), jumlah leukosit ($p = 0,082$), dan jumlah trombosit ($p = 0,484$).

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan Rumah Luka Sidoarjo yang telah memfasilitasi pelaksanaan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] American Diabetes Association (ADA). *Standards of Medical Care in Diabetes*. USA: American Diabetes Association; 2014. 581-590.
- [2] International Diabetes Federation (IDF). *IDF Diabetes Atlas. Ninth Edition*. Belgium: International Diabetes Federation; 2019. 1-168.
- [3] Kemenkes, RI. *Riset Kesehatan Dasar: Riskesdas 2018*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI; 2018. 1-628.
- [4] Darwis P, Putra JC, Pratama D, Kekalih A. Relationship Between Leukocyte, ESR, and CRP Infection Markers with Changes in Wound Wagner 2 and 3 Diabetic Foot Ulcers. *Journal of Indonesian Society for Vascular and Endovascular Surgery*. 2020; 1(2): 26-29.
- [5] Semadi IN, Irawan H. Blood Glucose and Lipid Profile in Patients with Diabetic Foot Ulcer that Underwent Hyperbaric Oxygen Therapy. *Bali*

- Medical Journal*. 2017; 6(2): 405-408.
- [6] Biadgo B, Melku M, Abebe SM, Abebe M. Hematological Indices And Their Correlation With Fasting Blood Glucose Level And Anthropometric Measurements In Type 2 Diabetes Mellitus Patients In Gondar, Northwest Ethiopia. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*. 2016; Vol 9: 91-99.
- [7] Mirza S, Hossain M, Mathews C, Martinez P, Pino P, Gay JL, Rentfro A, McCormick JB, Hoch SPF. Type 2-Diabetes is Associated With Elevated Levels Of TNF-Alpha, IL-6 and Adiponectin and Low Levels of Leptin In a Population of Mexican Americans: a Cross-Sectional Study. *Cytokine*. 2012; 57(1):136-142.
- [8] Lindarto D, Syafril S, Gatot D. The Correlation between Glycemic Characteristic and Erythrocyte Indices in Obesity. *Indones Biomed J*. 2016; 8(3): 167-72.
- [9] Yang JK, Feng Y, Yuan MY, Yuan SY, Fu HJ, Wu BY, Sun GZ, Yang GR, Zhang XL, Wang L, Xu X, Xu XP, Chan JCN. Plasma glucose levels and diabetes are independent predictors for mortality and morbidity in patients with SARS. *Diabetic Medicine*. 2006; 23(6): 623-628.
- [10] Yuhelma, Hasneli Y, Nauli FA. Identifikasi dan Analisis Komplikasi Makrovaskuler dan Mikrovaskuler Pada Pasien Diabetes Mellitus. *Jurnal Online Mahasiswa Perpustakaan Fakultas Keperawatan*. 2015; 2(1): 569-579.
- [11] Fatimah RN. Diabetes Melitus Tipe 2. *J Majority*. 2015; 4(5): 93-101.
- [12] Mildawati, Diani N, Wahid A. Relationship Between Age, Gender and Duration Of Diabetes Patients With The Incidence Of Diabetic Peripheral Neuropathy. *Caring Nursing Journal*. 2019; 3(2): 31-37.
- [13] Damayanti S. *Diabetes Mellitus & Penatalaksanaan Keperawatan*. Cetakan 1. Yogyakarta: Nuha Medika; 2015.
- [14] Smeltzer SC, Bare BG, Hinkle J, Cheever KH. *Brunner and Suddarth's: Textbook of Medical-Surgical Nursing (12th ed.)*. Philadelphia: Lippincott Williams & Walkins; 2010.
- [15] Yosmar R, Almasdy D, Rahma F. Survei Risiko Penyakit Diabetes Mellitus Terhadap Masyarakat Kota Padang. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*. 2018; 5(2): 134-141.
- [16] Chinmay S, Manjula SD, Bekur R, Raghavendra RK. Association of Increased Levels of Glycated Hemoglobin with Variations in Red Blood Cell Parameters in Diabetes Mellitus. *International Journal of Advanced Research*. 2015; 3(6): 31-37.
- [17] Bharathi K. Study Of Hematological Profile And Its Signicance In Type 2 Diabetes Mellitus Patients. *Journal of Diagnostic Pathology and Oncology*. 2016; 1(1): 14-17.
- [18] Wang ZS, Song ZC, Bai JH, Li F, Wu T, Qi J, Hu J. Red blood cell count as an indicator of microvascular complications in Chinese patients with type 2 diabetes mellitus patients. *Vacs health risk manag*. 2013; 9: 237-243.
- [19] Alamri BN, Bahabri A, Aldereihim AA, Alabduljabbar M, Alsubaie MM, Alnaqeb D, Almogbel E, Metias NS, Alotaibi OA, Al-Rubeaan K. Hyperglycemia Effect on Red Blood Cells Indices. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*. 2019; Vol. 23: 2139-2150.
- [20] Frykberg RG. Diabetic Foot Ulcer: Pathogenesis and Management. *Am Fam Physician*. 2002; 66(9): 1655-1662.
- [21] Kumar HS, Srinivasa SV, Prabhakar K. Haematological Profile of Diabetes and Non-Diabetes Patients in Rural Tertiary Centre. *International Journal of Advances in Medicine*. 2017; 4(5): 1271-1275.
- [22] Asmah RH, Yeboah G, Asare-Anane H, Antwi-Baffour S, Archampong TN, Brown CA, Amegatcher G, Adjei DN, Dzudzor B, Akpalu J, Ayeh-Kumi PF. Relationship Between Oxidative Stress and Haematological Indices in Patients with Diabetes in The Ghanaian Population. *Clinical Diabetes and Endocrinology*. 2015; 1(7): 1-5.

- [23] Zang X, Meng X, Wang Y, Jin X, Wu T, Liu X, Geng H, Xu W, Wang Y, Teng F, Qiu Q, Yang M, Liang J. Six-Year Follow-Up Study On The Association Between White Blood Cell Count and Fasting Blood Glucose Level in Chinese Adults: A Community-Based Health Examination Survey. *Diabetes Metab Res Rev.* 2019; 35(e3125): 1-6
- [24] Vries MAD, Alipour A, Klop B, Geijn GJMVD, Janssen HW, Njo TL, Meulen NVD, Rietveld AP, Lim AH, Westerman EM, Herder WWD, Cabezas MC. Glucose-Dependent Leukocyte Activation in Patients With Type 2 Diabetes Mellitus, Familial Combined Hyperlipidemia and Healthy Controls. *Metabolism Clinical And Experimental.* 2015; 64(2): 213-7.
- [25] Naredi M, Jhavar D, Krishnan D. Study of Relationship Between WBC Count and Diabetic Complications. *International Journal of Advances in Medicine.* 2017; 4(4): 1128-1132.
- [26] Mardia AI, Gatot D, Lindarto D. Comparison Platelet Indices in Diabetic Patients With and Without Diabetic Foot Ulcer. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 125 012134. 2018; p. 1-5.
- [27] Jayalakshmi N, Praveen D, Chowdary PR, Aanandhi MV. A Prospective Cross-Sectional Study on The Clinical Association of Serum Fibrinogen, Platelets, and Serum Albumin In Diabetic Foot Ulcer. *Drug Invention Today.* 2019; 12(11): 2682-2685.
- [28] Guo S, Wang M, Yu Y, Yang Y, Zeng F, Sun F, Li Q, He M, Li Y, Wen J, Gong W, Zhang Z. The Association of Erythrocyte Sedimentation Rate, High-Sensitivity C-Reactive Protein and Diabetic Kidney Disease In Patients With Type 2 Diabetes. *BMC Endocrine Disorders.* 2020; 20(103): 1-8.
- [29] Bikramjit P, Raveender N, Sudipta P. The Importance of HbA1c and Erythrocyte Sedimentation Rate as Prognostic Factors in Predicting The Outcome of Diabetic Foot Ulcer Disease. *International Journal of Advances in Medicine.* 2017; 4(1): 137-142.