

Perbandingan Profil Darah pada Pasien Tuberkulosis Resisten Obat (TBRO) dengan dan tanpa Diabetes Mellitus

Comparison of Blood Profiles between Drug-Resistant TB (DRTB) Patients with and without Diabetes Mellitus

RIRIH JATMI WIKANDARI
UMI ROSIDAH
QURROTU A'YUNI AULIYA

Jurusan Analis Kesehatan, Poltekkes Kemenkes Semarang
Jl. Wolter Monginsidi No. 115 Pedurungan Tengah Semarang
Email: ririhjatmi@poltekkes-smg.ac.id

Abstrak

Diabetes melitus (DM) diketahui memberikan dampak yang merugikan terhadap keberhasilan pengobatan Tuberkulosis (TB), karena dapat meningkatkan risiko kegagalan terapi, kekambuhan penyakit, hingga kematian pasien. Keberadaan komorbid TB dan DM menjadikan proses penatalaksanaan klinis lebih kompleks, meningkatkan kemungkinan munculnya efek samping obat, memperlambat respons pengobatan, serta mempengaruhi berbagai parameter hematologi pasien. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan profil hematologi pada pasien Tuberkulosis Resisten Obat (TBRO) dengan DM dan TBRO tanpa DM. Studi ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain potong lintang (cross-sectional). Data diambil dari RS Paru Ario Wirawan, Salatiga, dalam rentang waktu antara Januari hingga Desember Tahun 2025. Jumlah sampel sebanyak 54 pasien yang terdiri dari 27 pasien TBRO dengan DM dan 27 pasien TBRO tanpa DM. Data hasil pemeriksaan laboratorium dianalisis menggunakan perangkat lunak SPSS versi 25 melalui uji normalitas data yang dilanjutkan dengan uji statistik t-independen. Karakteristik responden menunjukkan bahwa pasien TBRO didominasi oleh laki-laki sebanyak 33 orang dan perempuan sebanyak 21 orang. Hasil analisis menunjukkan adanya perbedaan bermakna secara statistik pada parameter Mean Corpuscular Volume (MCV) dan Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH) antara kedua kelompok. Selain itu, baik kelompok TBRO dengan DM maupun tanpa DM menunjukkan berbagai kelainan hematologi, seperti anemia, trombositosis, leukositosis, dan neutrofilia. Temuan ini menunjukkan bahwa komorbid DM pada pasien TBRO berkontribusi terhadap perbedaan profil hematologi serta memicu terjadinya gangguan pada sel darah.

Kata Kunci: Tuberkulosis ; Diabetes Melitus ; Profil Hematologi ; Komorbid ; Biomarker Inflamasi

Abstract

Diabetes mellitus (DM) is known to have a detrimental impact on the success of tuberculosis (TB) treatment, as it can increase the risk of therapy failure, disease recurrence, and even patient death. The presence of comorbid TB and DM makes the clinical management process more complex, increases the possibility of drug side effects, slows treatment response, and affects various patient hematological parameters. This study aims to compare the hematological profiles of Drug-Resistant Tuberculosis (DRTB) patients with DM and TB without DM. This study used a quantitative approach with a cross-sectional design. Data were obtained from Ario Wirawan Lung Hospital, Salatiga, covering the period from January to December 2025. The sample size was 54 patients, consisting of 27 TB with DM and 27 without DM. Laboratory test data were analyzed using SPSS version 25 software through a data normality test followed by an independent t-test. Respondent characteristics showed that TB patients were predominantly male (33 people) and female (21 people). The analysis results



showed statistically significant differences in Mean Corpuscular Volume (MCV) and Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH) parameters between the two groups. Furthermore, both TBRO groups with and without DM exhibited various hematological abnormalities, such as anemia, thrombocytosis, leukocytosis, and neutrophilia. These findings suggest that comorbid DM in TBRO patients contributes to differences in hematological profiles and triggers blood cell disorders.

Keyword: Tuberculosis ; Diabetes Mellitus ; Hematology Profile ; Comorbidity ; Inflammatory Biomarkers

1. Pendahuluan

Diabetes Melitus (DM) adalah salah satu faktor risiko utama yang berkontribusi pada perkembangan TB. Risiko infeksi TB, 3 kali lebih tinggi pada pasien DM memiliki dibandingkan pada mereka yang tidak menderita DM (Bagus et al., 2024) (Brake et al., 2025). Beban tuberkulosis (TB) dan DM menjadi perhatian kesehatan masyarakat global. Beban TB sangat tinggi di negara-negara Asia Tenggara (43%), Afrika (25%) dan Wilayah Pasifik Barat (18%). Indonesia berada di urutan kedua sebagai negara dengan kasus TB terbanyak di dunia, setelah India (World Health Organization, 2025). Meskipun jumlah kasus dan kematian TB telah menurun, tetapi beban penyakit tidak menular (PTM), termasuk DM, meningkat (World Health organization, 2022).

Peradangan telah dikenal lama sebagai elemen penting dalam DM dan TB. DM meningkatkan kemungkinan tertular infeksi TB dengan memicu peradangan kronis serta defisiensi sistem imun. Infeksi TB memperburuk kadar glukosa darah yang tidak normal akibat reaksi inflamasi, menciptakan siklus timbal balik yang semakin memperburuk hubungan "DM-TB" (He et al., 2025).

Pada kondisi DM, perubahan dalam darah memiliki hubungan langsung dengan gangguan pada endotel dan peradangan. Kadar glukosa darah yang tinggi dan sindrom metabolik dapat terkait dengan perubahan dalam berbagai aspek darah seperti bentuk, ukuran, dan fungsi normal sel darah merah, sel darah putih, dan trombosit. Di samping itu, stres oksidatif menyebabkan gangguan pada sel darah merah, kerusakan pada trombosit, serta cedera jaringan yang dapat mempengaruhi kinerja sel darah dan indikator hemostatik yang berpotensi memicu berbagai komplikasi (Ebrahim et al., 2022).

DM memberikan dampak negatif terhadap hasil pengobatan TB, menambah kemungkinan kegagalan terapi, kekambuhan, dan angka kematian. Baik TB maupun DM, baik secara terpisah maupun dalam kombinasi, ditambah dengan pengobatan masing-masing, memiliki pengaruh besar pada fisiologi dan metabolisme, yang membuat pengelolaan penyakit menjadi lebih rumit dan meningkatkan potensi efek samping seperti hepatotoksitas, nefrotoksitas, serta disregulasi imun yang bisa memperlambat keberhasilan terapi serta mempengaruhi beberapa parameter pemeriksaan hematologi (Asare et al., 2026).

Meskipun terapi anti-TB yang dilakukan secara tepat waktu menunjukkan efektivitas, Terjadinya TB-DM secara bersamaan dapat menyebabkan efek buruk pada pengobatan TB dan selanjutnya dapat meningkatkan kejadian resistensi (Bisht et al., 2023). Resistensi dapat mempengaruhi elemen sel darah, dapat menyebabkan penurunan hemoglobin, jumlah sel darah merah, peningkatan sel darah putih (Shah et al., 2022) (Adewole et al., 2024). Walaupun banyak penelitian telah mengkaji hubungan antara TB dan DM sebagai komorbiditas, perubahan spesifik pada profil hematologi dan klinis selama pengobatan TB pada pasien dengan DM belum sepenuhnya dipahami.

Data yang terbatas secara khusus mengevaluasi perubahan hematologi pada pasien tuberkulosis resisten obat (TBRO) dengan DM. Akibatnya, dampak gabungan resistensi antimikroba dan disregulasi metabolik pada pola peradangan hematologi masih belum dipahami secara memadai. Meneliti perbedaan pada aspek hematologi yang berhubungan dengan DM di antara pasien TB dapat meningkatkan pemantauan respons terhadap pengobatan, memperbaiki akurasi diagnosa, dan mengoptimalkan pengobatan pasien. Oleh

karena itu, studi ini bertujuan untuk membandingkan profil hematologi antara pasien tuberkulosis resisten obat dengan dan tanpa diabetes melitus untuk mengidentifikasi potensi penanda inflamasi yang terkait dengan komorbiditas metabolik pada TBRO.

2. Metode

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan desain cross-sectional yang bertujuan untuk membandingkan profil hematologi antara pasien TBRO dengan DM dan pasien TBRO tanpa DM. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan data rekam medis yang diperoleh dari pasien yang telah didiagnosis dan menjalani perawatan di RS Paru Ario Wirawan, Salatiga, Indonesia, dalam rentang waktu antara Januari hingga Desember Tahun 2025. Sampel penelitian terdiri atas 54 pasien yang dibagi menjadi dua kelompok, yaitu 27 pasien yang memenuhi kriteria sebagai Pasien TBRO-DM dan 27 pasien sebagai kelompok TBRO tanpa-DM. Data yang dikumpulkan meliputi karakteristik pasien seperti usia, jenis kelamin, status DM, serta hasil pemeriksaan hitung darah lengkap diperoleh dari rekam medis rumah sakit. Variabel independen dari penelitian ini adalah status DM, sedangkan variabel dependen meliputi beberapa parameter hematologi antara lain kadar hemoglobin, hematokrit, jumlah eritrosit, MCV, MCH, MCHC, red cell distribution width (RDW), jumlah leukosit total, jumlah neutrofil, jumlah limfosit, jumlah monosit, jumlah trombosit, dan mean platelet volume (MPV). Seluruh data dianalisis menggunakan SPSS versi 25. Hasil analisa data disajikan disajikan dalam mean $\pm$ standar deviasi disertai distribusi karakteristik pasien, Sebelum dilakukan analisis komparatif, data terlebih dahulu diuji normalitasnya menggunakan uji Shapiro-Wilk. Hasil uji normalitas menunjukkan $p > 0.05$, yang menandakan bahwa data berdistribusi normal. Oleh karena itu, perbandingan parameter hematologi antara kelompok TBRO-DM dan TBRO tanpa-DM dianalisis menggunakan independent sample t-test.

3. Hasil dan Pembahasan

TBRO menjadi tantangan kesehatan masyarakat secara global, meningkatkan angka kesakitan dan kematian akibat TB. Pengobatan yang tidak tuntas dan tidak optimal dapat mengakibatkan terjadinya resistensi terhadap antimicroba (World Health Organization, 2024a). TB dan DM merupakan dua epidemi global yang saling terkait dan memiliki implikasi besar terhadap kesehatan masyarakat (Zyada et al., 2024). Komorbid DM pada pasien TBRO diketahui dapat memperburuk perjalanan penyakit, meningkatkan beban bakteri, dan memengaruhi keberhasilan terapi anti tuberkulosis (Xu et al., 2023).

Penelitian ini menggunakan data sekunder yang diambil dari data rekam medis pasien TBRO sebanyak 54 orang, terdiri dari 27 pasien TBRO-DM dan 27 pasien TBRO Tanpa DM seperti terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Pasien TB

Variabel	TBRO-DM	TBRO Tanpa DM	n (%)
<i>Usia</i>			
Remaja (10-18)	0	1 (1.85)	1 (1.85)
Dewasa (19-59)	22 (40.74)	24 (44.44)	46 (85.18)
Lansia (>60)	5 (9.25)	2 (3.7)	7 (12.97)
<i>Jenis kelamin</i>			
Laki-laki	19 (35.20)	14 (25.92)	33 (61.12)
Perempuan	8 (14.81)	13 (24.07)	21 (38.88)

Berdasarkan kategori usia, kelompok ini dibagi menjadi 3 kategori yaitu usia remaja, dewasa dan lansia, dengan mayoritas didominasi usia dewasa yang mencakup 46 pasien

(85.18%). Pada kelompok TBRO-DM terdapat 22 pasien dewasa (40,74%), sedangkan pada kelompok TBRO tanpa-DM terdapat 24 pasien dewasa (44,44%) (Tabel 1). Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Farzand (2022) dan Wikandari (2024) yang menunjukkan bahwa TB terutama berdampak pada kelompok usia dewasa yang sedang dalam masa produktif (Farzand et al., 2022) (Wikandari et al., 2024). Semakin bertambah usia seseorang, sistem imun tubuh menurun sehingga mudah terkena infeksi TB (Farzand et al., 2022) (Al-Ofairi et al., 2026).

Penelitian kami menemukan bahwa frekuensi TBRO pada laki-laki (61,12%) jauh lebih tinggi daripada pada perempuan (38,88%), serupa dengan temuan Rosidah (2024), yang menemukan kasus TB paling banyak ditemukan pada laki-laki (Rosidah et al., 2024). Hasil ini sesuai dengan hasil kasus TB Nasional yang mana jumlah laki-laki lebih banyak dibanding perempuan (Kementerian Kesehatan RI, 2025). Laki-laki lebih rentan terkena TB karena merokok dan konsumsi alkohol serta laki-laki lebih sering aktif di luar rumah dan lebih berisiko terpapar oleh mikroorganisme dibandingkan perempuan sehingga dapat menurunkan imun tubuh (Fadhilah & Wikandari, 2024) (Rosidah et al., 2024).

Tabel 2. Perbandingan Parameter Hematologi pada TBRO-DM dan TBRO tanpa DM

Parameter	DM (mean $\pm$ SD)	Tanpa DM (mean $\pm$ SD)	Nilai p
Hb	11.28 $\pm$ 1.76	11.46 $\pm$ 2.26	0.744
Ht	34.3 $\pm$ 4.76	35.31 $\pm$ 6.54	0.620
Sel darah merah	4.39 $\times 10^6 \pm 0.74$	4.19 $\times 10^6 \pm 0.74$	0.333
MCV	79.41 $\pm$ 7.267	84.34 $\pm$ 6.58	0.011
MCH	25.88 $\pm$ 2.86	27.36 $\pm$ 2.40	0.045
MCHC	32.61 $\pm$ 1.55	32.40 $\pm$ 1.06	0.550
Sel darah putih	34614 $\pm$ 1234	9989 $\pm$ 4114	0.305
Trombosit	436444 $\pm$ 128343	380074 $\pm$ 160272	0.160
RDW	14.23 $\pm$ 1.95	14.86 $\pm$ 2.03	0.251
MPV	8.9 $\pm$ 0.75	8.99 $\pm$ 0.69	0.642
NLR	7.465 $\pm$ 9.6029	8.771 $\pm$ 6.7284	0.832
MLR	0.76 $\pm$ 0.39	0.65 $\pm$ 0.39	0.284
Neutrofil	76.44 $\pm$ 11.209	73.81 $\pm$ 10.221	0.372
Limfosit	12.74 $\pm$ 5.822	16.37 $\pm$ 7.860	0.059
Monosit	9.63 $\pm$ 6.995	8.26 $\pm$ 2.551	0.343
Eosinofil	0.74 $\pm$ 1.059	1.59 $\pm$ 2.650	0.127
Basofil	0.22 $\pm$ 0.424	0.33 $\pm$ 0.480	0.372

Berdasarkan tabel 2, hasil analisis menunjukkan bahwa parameter seperti hemoglobin (Hb), hematokrit (Ht), eritrosit, leukosit, trombosit, RDW, MPV, NLR, MLR, Neutrofil, Limfosit, Monosit, Eosinofil dan Basofil, tidak menunjukkan perbedaan bermakna antara kedua kelompok. Namun, terdapat dua parameter yang menunjukkan perbedaan signifikan, yaitu Mean Corpuscular Volume (MCV) dengan nilai $p=0,011$ dan Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH) dengan nilai $p=0,045$.

Rasio neutrofil-limfosit (NLR) dan rasio monosit-limfosit (MLR) dapat dengan mudah diakses melalui analisis darah lengkap (CBC) dan berperan sebagai penanda adanya peradangan sistemik. Rasio tersebut telah dikaji sebagai tanda prognostik dalam berbagai penyakit yang berkaitan dengan inflamasi, termasuk tuberkulosis. NLR dihitung sebagai jumlah absolut neutrofil dibagi dengan jumlah absolut limfosit. MLR dihitung sebagai jumlah absolut monosit dibagi dengan jumlah absolut limfosit (Günlüoğlu et al., 2026).

Pada MCV (Mean Corpuscular Volume), kelompok TBRO-DM menunjukkan MCV rata-rata sebesar 79.41 $\pm$ 7.267fl, sementara kelompok TBRO Tanpa DM memiliki MCV rata-rata yang sedikit lebih tinggi yaitu 11.46 $\pm$ 2.26 fl. Selanjutnya, berkaitan dengan MCH (Mean Corpuscular Hemoglobin), kelompok TBRO-DM menunjukkan nilai MCH rata-rata sebesar

25.88 ± 2.86 pg, sedangkan kelompok TBRO Tanpa DM mencatat MCH rata-rata yang lebih tinggi yaitu 27.36 ± 2.40 pg. Nilai p tercatat 0.045, mengindikasikan adanya perbedaan statistik yang signifikan dalam MCH diantara kedua kelompok. Untuk MCHC (Konsentrasi Hemoglobin Korpuskular Rata-rata), kelompok TBRO-DM memiliki nilai rata-rata MCHC sebesar 32.61 ± 1.55%, sementara kelompok TBRO Tanpa DM memiliki nilai MCHC rata-rata yang sedikit lebih rendah yakni 32.40 ± 1.06%. Nilai p adalah 0.550, yang menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan secara statistik pada MCHC antar kedua kelompok.

MCV, MCHC, dan MCH dikenal sebagai indeks eritrosit, dan setiap penurunan peningkatan dalam nilai-nilai ini mengindikasikan adanya anemia. Pada pasien TB Nilai MCV, MCHC, dan MCH menunjukkan penurunan, yang mencerminkan kadar Hb yang rendah seiring perkembangan penyakit secara kronis (Dasaradhan et al., 2022). Anemia diartikan sebagai kadar hemoglobin (Hb) < 13 g/dL untuk laki-laki dan kadar Hgb < 12 g/dL untuk perempuan (World Health Organization, 2024b).

Tabel 3. Kelainan Sel darah Pasien TB

Parameter hematologi	Penilaian	TBRO-DM n (%)	TBRO Tanpa DM n (%)	Total n (%)
Hemoglobin	Jenis anemia			
	Anemia	22 (40.74)	18 (33.33)	40 (74.07)
	Tidak anemia	5 (9.25)	9 (16.68)	14 (25.93)
	Tingkat keparahan anemia (n = 40)			
	Ringan (11,0 - 12,9 g/dl)	15 (37.50)	7 (17.50)	22 (55)
	Sedang (8,0 - 10,9 g/dl)	6 (15)	8 (20)	14 (35)
MCV, MCH	Berat (<8 g/dl)	1 (2.5)	3 (7.5)	4 (10)
	Klasifikasi Anemia			
	Mikrositik Hipokromik	6 (15)	3 (7.5)	9 (22.5)
	Normositik Normokromik	16 (40)	15 (37.5)	31 (77.5)
Trombosit	Makrositik Hipokromik	0	0	0
	Jumlah trombosit			
	Trombositosis (>500×10 ³ /μl)	12 (22.22)	11 (20.37)	23 (42.59)
	Normal (150-500×10 ³ /μl)	15 (27.77)	14 (25.93)	29 (53.70)
White Blood Count	Trombositopenia (<150 × 10 ³ sel/μL)	0	2 (1.45)	3 (4.3)
	Jumlah total leukosit			
	Leukositosis (>10×10 ³ /μl)	14 (25.92)	11 (20.37)	25 (46.29)
	Normal (4-10×10 ³ /μl)	13 (24.08)	13 (24.08)	26 (48.16)
	Leukopenia (<4×10 ³ /μl)	0	3 (5.55)	3 (5.55)
	Jumlah absolut neutrofil			
	Neutrofilia (>7×10 ³ /μl)	17 (31.50)	13 (24.07)	30 (55.57)
	Normal (5-7×10 ³ /μl)	7 (12.96)	7 (12.96)	14 (25.92)
	Neutropenia (<5×10 ³ /μl)	3 (5.55)	7 (12.96)	10 (18.51)
	Jumlah absolut limfosit			
	Limfositosis (>3×10 ³ /μl)	0	0	0
	Normal (1-3×10 ³ /μl)	18 (33.34)	20 (37.03)	38 (70.37)
	Limfopenia (<1×10 ³ /μl)	9 (16.66)	7 (12.97)	16 (29.63)

Penelitian yang kami lakukan menemukan adanya kasus anemia di antara pasien TBRO DM dan TBRO Tanpa DM. Berdasarkan Tabel 3, sebagian besar pasien mengalami anemia, yaitu sebanyak 40 pasien (74,07%), dengan proporsi lebih tinggi pada kelompok TBRO-DM sebanyak 22 pasien (40,74%) dibandingkan TBRO non-DM sebanyak 18 pasien (33,33%). Hasil ini sejalan dengan penemuan yang dilaporkan oleh Rathi et al (2023) mengenai prevalensi anemia pada pasien TBRO (Rathi et al., 2023). DM, anemia, merupakan kondisi

komorbid yang paling sering terjadi pada pasien dengan TBRO. Berdasarkan jenis anemia, hal ini bisa disebabkan oleh berkurangnya produksi sel darah merah (mikrositik, normositik, dan makrositik) (Beshaw et al., 2025). Anemia sering dijumpai pada TB, dengan jenis anemia normositik normokromik pada tahap keparahan yang ringan hingga sedang (Dasaradhan et al., 2022). Sejalan dengan temuan tersebut, kami juga menemukan adanya anemia Normositik Normokromik sebanyak 31 pasien (77,5%) dan Mikrositik Hipokromik sebanyak 9 pasien (22.5).

Anemia dapat mengakibatkan kelelahan, serta mengurangi kemampuan kognitif dan produktivitas, yang dapat menurunkan kualitas hidup. Kebanyakan pasien TB memiliki kadar Hb yang rendah (Dasaradhan et al., 2022). Klasifikasi tingkat keparahan anemia menurut WHO adalah sebagai berikut, Anemia ringan: Hb antara 11,0–12,9 g/dL untuk pria, dan 11,0–11,9 g/dL untuk wanita, Anemia sedang: Hb antara 8,0–10,9 g/dL untuk pria dan wanita, Anemia berat: Hb, <8,0 g/dL untuk pria dan wanita (World Health Organization, 2024b). Berdasarkan tingkat keparahan, anemia ringan merupakan jenis yang paling banyak ditemukan, yaitu 22 pasien (55%), diikuti anemia sedang sebanyak 14 pasien (35%) dan anemia berat sebanyak 4 pasien (10%).

Kelainan trombosit yang paling banyak ditemukan adalah trombositosis sebanyak 23 pasien (42,59%), sedangkan trombositopenia hanya ditemukan pada 3 pasien (4,3%). Pada pemeriksaan leukosit total, leukositosis ditemukan pada 25 pasien (46,29%), sedangkan leukopenia ditemukan pada 3 pasien (5,55%). Selain itu, neutrofilia merupakan kelainan leukosit yang paling dominan, yaitu sebanyak 30 pasien (55,57%). Pada pemeriksaan limfosit, sebagian besar pasien memiliki jumlah limfosit normal sebanyak 38 pasien (70,37%), sedangkan limfopenia ditemukan pada 16 pasien (29,63%). Kelainan hematologi sering diamati pada TB seperti anemia, trombositosis, leukositosis, limfopenia, limfositosis (Wikandari et al., 2024) (Kumar Koirala et al., 2017). Trombositosis ditemukan pada TBRO DM maupun TBRO Tanpa DM. Peningkatan jumlah trombosit / trombositosis pada TB menunjukkan peradangan kronis (Ali et al., 2024). Jumlah leukosit yang tinggi juga ditemukan pada TBRO DM dan TBRO Tanpa DM. Peningkatan jumlah total leukosit sebagai respons terhadap berbagai faktor seperti peradangan, infeksi (Omair et al., 2024).

Neutrofil, sub tipe sel darah putih yang jumlahnya paling melimpah diantara jenis leukosit yang lain. Dalam kondisi seperti bakteremia, jumlah neutrofil perifer meningkat sementara jumlah limfosit menurun. Rasio neutrofil-limfosit (NLR) dan rasio monosit-limfosit (MLR) berfungsi sebagai penanda peradangan sistemik. Peningkatan NLR dan MLR juga telah diidentifikasi sebagai penanda awal infeksi mikobakterial pada pasien TB (Günlüoğlu et al., 2026). MLR dan NLR diperkirakan meningkat selama penyakit aktif dan kembali normal dengan pengobatan yang efektif (Omair et al., 2024). Hasil rata-rata nilai NLR pada TBRO Tanpa DM lebih tinggi dari pada TBRO-DM, hal ini tidak sejalan dengan temuan Suryana (2022) yang menemukan hasil NLR lebih tinggi pada DM. NLR yang tinggi pada TB dikaitkan dengan jumlah neutrofil yang tinggi dan jumlah limfosit yang rendah, yang selanjutnya dikaitkan dengan kerusakan paru-paru dan infeksi yang persisten (Suryana, 2022).

Sebagai respons terhadap infeksi MTB, sel-sel sistem imun membentuk jaringan sitokin yang memicu respons anti-mikobakteri. Pada fase awal, sel-sel seperti makrofag alveolar, sel dendritik, neutrofil, monosit, dan sel natural killer mensekresikan sitokin pro-inflamasi untuk menarik leukosit tambahan. Setelah itu, respons imun adaptif muncul, yang sebagian besar digerakkan oleh limfosit T CD4⁺ dan CD8⁺. IFN- γ adalah sitokin pro-inflamasi penting yang terutama disekresikan oleh limfosit CD4⁺ dan CD8⁺ serta sel NK, berperan dalam mengaktifkan makrofag. TNF- α juga berfungsi dalam meningkatkan kemampuan makrofag untuk membunuh mikobakteri dan mengendalikan infeksi TB yang persisten (Abbas et al., 2022).

4. Simpulan dan Saran

Simpulan

Terdapat perbedaan signifikan pada parameter hematologi, khususnya nilai MCV dan MCH, antara pasien TBRO dengan DM dan TBRO Tanpa DM. Komorbid DM pada pasien TBRO berperan dalam memengaruhi profil hematologi serta berkaitan dengan munculnya berbagai kelainan sel darah, seperti anemia, trombositosis, leukositosis, dan neutrofilia.

Saran

Pemeriksaan hematologi perlu dilakukan untuk monitoring deteksi kelainan sel darah dan mencegah komplikasi selama terapi. Penelitian selanjutnya menggunakan jumlah sampel lebih besar untuk memperkuat hubungan antara komorbid DM dan perubahan hematologi pada pasien TBRO.

5. Daftar Pustaka

- Abbas, U., Iqbal, K., Khan, A., Irfan, M., Saifullah, N., Jamil, B., & Hasan, Z. (2022). Journal of Clinical Tuberculosis and Other Mycobacterial Diseases Tuberculosis and diabetes mellitus: Relating immune impact of co-morbidity with challenges in disease management in high burden countries. *Journal of Clinical Tuberculosis and Other Mycobacterial Diseases*, 29(November), 100343. <https://doi.org/10.1016/j.jctube.2022.100343>
- Adewole, P. D., Ogundipe, T. D., Alabi, O. S., & Nuhu, A. (2024). Haematological Parameter among Drug Resistant Tuberculosis Patients in Ibadan. *African Health Sciences*, 24(1), 10–15. <https://doi.org/10.4314/ahs.v24i1.3>
- Al-Ofairi, B. A., Al-Jahrani, M. A., Esmail, A., Abdulkareem, A. M., & Saeed, M. K. (2026). Assessment of Some Hematological and Inflammatory Parameters among Patients with Active Pulmonary Tuberculosis in Ibb. *BMC Infectious Diseases*, 43, 1–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s12879-025-12261-y>
- Asare, A. B., Asare, P., Yeboah-manu, M., Osei-wusu, S., Konadu, E. D., Asante-poku, A., Klinogo, Y., Adjei, A., Acheampong, D. O., Afriyie-mensah, J. S., Yacoba, A., & Yeboah-manu, D. (2026). Patients with tuberculosis and diabetes show altered clinical and biochemical parameters during anti-TB treatment. *Nature Portofolio*, 16(7266), 1–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41598-026-36529-8>
- Bagus, I., Nugraha, A., Gotera, W., & Anggara, M. N. (2024). Review Article The Comparison of X-ray Finding in Pulmonary Tuberculosis with and without Diabetes Mellitus. *InaJEMD - Indonesian Journal of Endocrinology Metabolic and Diabetes*, 1(2), 88–95. <https://doi.org/https://doi.org/10.66266/inajemd.v1i2.22>
- Beshaw, M. A., Siraj, E. M., Demass, T. B., & Lakew, A. M. (2025). Severity and associated factors of anaemia among rifampicin/multi- drug- resistant tuberculosis patients treated in Alert and St . Peters specialised hospitals , Addis Ababa , Ethiopia : a retrospective cross- - sectional study. *BMJ Open*, 15, 1–9. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2024-091111>
- Bisht, M. K., Dahiya, P., Ghosh, S., & Mukhopadhyay, S. (2023). The cause – effect relation of tuberculosis on incidence of diabetes mellitus. *Frontier Cell Infection Microbiology*, June, 1–15. <https://doi.org/10.3389/fcimb.2023.1134036>
- Brake, J., Ajie, M., Sumpter, N. A., Ruslami, R., Hill, P., & Crevel, R. Van. (2025). Inflammation and dyslipidaemia in combined. *IScience*, 28(6), 112760. <https://doi.org/10.1016/j.isci.2025.112760>
- Dasaradhan, T., Koneti, J., Kalluru, R., & Gadde, S. (2022). Tuberculosis-Associated Anemia : A Narrative Review. *Cureus*, 14(8), 1–8. <https://doi.org/10.7759/cureus.27746>
- Ebrahim, H., Fiseha, T., Ebrahim, Y., & Bisetegn, H. (2022). Comparison of hematological

- parameters between type 2 diabetes mellitus patients and healthy controls at Dessie comprehensive specialized hospital , Northeast Ethiopia : Comparative cross-sectional study. *Plos One*, 17(7), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0272145>
- Fadhilah, A. N., & Wikandari, R. J. (2024). The relationship between the length of treatment for pulmonary tuberculosis patients in the intensive phase and hemoglobin levels. *Journal of Indonesian Medical Laboratory and Science*, 5(2), 140–149. <https://doi.org/10.53699/joimedlabs.v5i2.228>
- Farzand, S., Rehman, S. T., Khan, M., Khokhar, A., Sarfraz, F., General, F. J., & Hospital, C. (2022). Assessment of Hematological Parameters in Tuberculosis Patients: An Analytical Study. *Pakistan Journal of Chest Medicine*, 28(02), 229–235. <https://www.pjcm.net/index.php/pjcm/article/view/861>
- Günlüoğlu, G., Veske, N. Ş., Bağcı, B. A., Aktepe, E. N., Pamir, P., Bolat, E., Seyhan, E. C., Ortaköylü, M. G., & Altın, S. (2026). Relationship between Disease Severity and Blood Cell Ratios in Tuberculosis. *Haydarpasa Numune Medical Journal*, 66(1), 58–64. <https://doi.org/10.14744/hnhj.2025.87269>
- He, X., Jiang, Y., Hou, H., & Wu, W. (2025). Inflammatory Markers as Predictors of Diabetes Mellitus in Patients with Pulmonary Tuberculosis: A Retrospective Analysis of Hematological Parameters and Clinical Features. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity*, 8(July), 2203–2212. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S523027>
- Kementerian Kesehatan RI. (2025). *Profil Kesehatan Indonesia 2024* (1st ed.). Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. website: <http://www.kemkes.go.id>
- Kumar Koirala, P., Khandelwal, B., & A. Zaman, F. (2017). Study of Hematological Profile and Effect of Antitubercular Medications on the Hematological Derangements in Patients Suffering from Tuberculosis. *Indian Journal of Emergency Medicine*, 3(1), 45–50. <https://doi.org/10.21088/ijem.2395.311x.3117.7>
- Omair, M., Baig, M. S., Farooqui, W. A., Kousar, S., Noori, M. Y., Zeehan, N., Khan, A., Isa, S., Kamran, D. S., Bari, M. F., & Mehmood, M. (2024). Relationship of Neutrophil Lymphocyte Ratio, Monocyte Lymphocyte Ratio and Neutrophil Monocyte Ratio with Treatment Response in Pulmonary Tuberculosis Patients during Intensive Phase Treatment. *BMC Infectious Diseases*, 24(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s12879-024-09454-2>
- Rathi, A., Patil, B. U., & Raut, A. (2023). Association of Tuberculosis With Diabetes and Anemia : A Hospital-based Cross-sectional Study from Central India. *Medical Journal of Babylon*, 20(1), 28–32. <https://doi.org/10.4103/MJBL.MJBL>
- Rosidah, U., Auliya, Q. A., Wikandari, R. J., & Widiyanto, S. D. (2024). Faktor Risiko Terjadinya Anemia pada Pasien Tuberculosis Paru dalam Fase Pengobatan Risk Factors for Anemia in Pulmonary Tuberculosis Patients in the Treatment Phase. *Jaringan Laboratorium Medis*, 06(02), 156–164. <https://doi.org/https://doi.org/10.31983/jlm.v6i2.12268>
- Shah, A. R., Desai, K. N., & Maru, A. M. (2022). Evaluation of hematological parameters in pulmonary tuberculosis patients. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 6(2), 169–170. https://doi.org/10.4103/jfmpe.jfmpe_2451_21
- Suryana, K. (2022). High Pretreatment Level of Neutrophil to Lymphocyte Ratio , Monocyte to Lymphocyte Ratio and Other Factors Associated with Delayed Sputum Conversion in Patients with Pulmonary High Pretreatment Level of Neutrophil to Lymphocyte Ratio , Monocyte to Lymphoc. *Infection and Drug Resistance*, 6973(15). <https://doi.org/10.2147/IDR.S380166>
- Wikandari, R. J., Surati, Nuryani, S., & Sistiyono. (2024). Hematological Profile of Pulmonary Tuberculosis Patients Before and After 1 Month of Taking Anti-TB Drugs. *Jurnal Teknologi Laboratorium*, 3(2), 135–144. <https://doi.org/10.29238/teknolabjournal.v13i2.486>
- World Health organization. (2022). *Integrated care for tuberculosis (TB) and diabetes mellitus (DM) comorbidity in Asian countries: health system challenges and opportunities* (Vol. 9, Issue 1). World Health Organization.

- World Health Organization. (2024). *Global Tuberculosis Report 2024* (first). World Health Organization. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/379339/9789240101531-eng.pdf?sequence=1>
- World Health Organization. (2024). *Guideline on haemoglobin cutoffs to define anaemia in individuals and populations*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240088542>
- World Health Organization. (2025). *Global Tuberculosis Report 2025*. World Health Organization. <https://www.who.int/teams/global-programme-on-tuberculosis-and-lung-health/tb-reports/global-tuberculosis-report-2025>
- Xu, G., Hu, X., Lian, Y., & Li, X. (2023). Diabetes mellitus affects the treatment outcomes of drug-resistant tuberculosis : a systematic review and meta-analysis. *BMC Infectious Diseases*, 23(813), 1–13. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s12879-023-08765-0>
- Zyada, K. M., Abdelwahab, A. E., Eid, H. A., & Madbouly, A. A. E.-. (2024). Complete blood count indices as inflammatory markers in diabetic patients with active pulmonary tuberculosis. *Journal of Recent Advances in Medicine*, 5(2), 111–120. <https://doi.org/10.21608/jram.2024.287173.1243>