

**HASIL PEMERIKSAAN HITUNG JUMLAH TROMBOSIT
PADA SAMPEL DARAH PASIEN *DENGUE* YANG
MENGALAMI HEMOLISIS : STUDI KASUS**

KARYA TULIS ILMIAH

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan
Diploma 3 Teknologi Laboratorium Medis di STIKes Karsa Husada Garut

Disusun oleh :

SANIA SALMA NUR ARINDA

KHGE22062



**SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN KARSA HUSADA GARUT
PROGRAM STUDI D3 TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS**

2025

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa karya tulis ilmiah saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik Amd.Kes., baik dari STIKes Karsa Husada. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing. Dalam karya tulis ilmiah ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di STIKes Karsa Husada Garut.

Garut, 20 Mei 2025
Yang membuat pernyataan,



Sania Salma Nur Arinda
KHGE22062

LEMBAR PERSETUJUAN

**JUDUL : HASIL PEMERIKSAAN HITUNG JUMLAH TROMBOSIT PADA
SAMPEL DARAH PASIEN *DENGUE* YANG MENGALAMI
HEMOLISIS : STUDI KASUS**

NAMA : SANIA SALMA NUR ARINDA

NIM : KHGE22062

KARYA TULIS ILMIAH

Diajukan untuk menempuh ujian pada Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis
STIKes Karsa Husada Garut

Garut, 19 Mei 2025

Menyetujui,

Pembimbing



Meti Rizki Utari, SKM., M.KM

NIP: 043298.0915.133

Mengetahui,

Ketua Prodi D3 Teknologi Laboratorium Medis



Muhammad Hadi Sulhan, S. Si., M. Sc

NIP: 043298.0315.131

LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : HASIL PEMERIKSAAN HITUNG JUMLAH TROMBOSIT PADA
SAMPEL DARAH PASIEN *DENGUE* YANG MENGALAMI
HEMOLISIS : STUDI KASUS**

NAMA : SANIA SALMA NUR ARINDA

NIM : KHGE22062

KARYA TULIS ILMIAH

Karya Tulis Ilmiah ini telah disidangkan dihadapan tim penguji Program Studi D3
Teknologi Laboratorium Medis STIKes Karsa Husada Garut

Garut, 27 Mei 2025

Menyetujui,

Penguji I



Sugiah, S.Si., M.Biotek, AIFO
NIP : 043298.0122.162

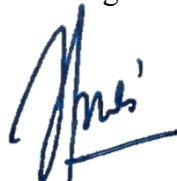
Penguji II



Gina Nafsa Mutmaina, SST., M.Pd
NIP : 043298.1013.118

Mengetahui,

Ketua Prodi D3 Teknologi Laboratorium Medis



Muhammad Hadi Sulhan, S.Si., M.Sc
NIP: 043298.0315.131

Mengesahkan,

Pembimbing



Meti Rizki Utari, SKM., M.KM
NIP: 043298.0915.133

ABSTRAK

Hasil Pemeriksaan Hitung Jumlah Trombosit Pada Sampel Darah Pasien *Dengue* Yang Mengalami Hemolisis

Pemeriksaan jumlah trombosit merupakan parameter penting dalam mendiagnosis dan memantau penyakit infeksi, terutama pada pasien Demam Berdarah *Dengue* (DBD). Salah satu faktor yang dapat mengganggu keakuratan hasil pemeriksaan trombosit adalah hemolisis, yaitu pecahnya eritrosit yang melepaskan hemoglobin ke dalam plasma, menyebabkan hasil trombosit terdeteksi lebih tinggi dari nilai sebenarnya. Fokus studi kasus ini adalah pemeriksaan jumlah trombosit pada seorang pasien laki-laki yang terdiagnosis DBD dengan sampel darah yang mengalami hemolisis, di mana terdapat ketidaksesuaian hasil yang menimbulkan keraguan sehingga dilakukan tindak lanjut untuk memastikan keakuratan hasil. Pada studi kasus ini, pemeriksaan trombosit minggu pertama menunjukkan 53.000/ μ L, namun pada minggu kedua hasil pemeriksaan meningkat drastis menjadi 257.000/ μ L, yang tidak sesuai dengan riwayat klinis pasien. Setelah dilakukan sentrifugasi, plasma darah menunjukkan warna merah yang mengindikasikan hemolisis. Kemudian dilakukan pengambilan ulang sampel darah dan hasilnya diperiksa ulang menggunakan *hematology analyzer* dengan hasil yang jauh lebih rendah. Untuk memastikan hasil, dilakukan pemeriksaan *duplo* dan pemeriksaan metode manual tidak langsung (SADT), yang juga menunjukkan hasil lebih rendah. Studi kasus ini menyoroti bahwa peningkatan hasil trombosit pada sampel pertama diduga disebabkan oleh hemolisis selama proses pra-analitik, di mana fragmen sel darah merah terhitung sebagai trombosit sehingga hasilnya terdeteksi *false high*. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa hemolisis pada sampel darah dapat mengganggu keakuratan hasil pemeriksaan trombosit, yang menyebabkan peningkatan drastis dari nilai sebenarnya. Sehingga hasil akhir yang dilaporkan dalam kasus ini adalah hasil dari sampel kedua, yaitu 68.000/ μ L, yang lebih sesuai dengan riwayat klinis pasien.

Kata kunci : *Dengue*, Hemolisis, SADT, Trombosit

ABSTRACT

Platelet Count Results in Dengue Patient Blood Samples Affected by Hemolysis

Platelet count is a crucial parameter for diagnosing and monitoring infectious diseases, particularly in patients with Dengue Hemorrhagic Fever (DHF). One factor that can compromise the accuracy of platelet count results is hemolysis, which involves the rupture of erythrocytes and the release of hemoglobin into the plasma. This phenomenon can lead to an artificially elevated platelet count. This case study focuses on platelet count examination in a male patient diagnosed with DHF, whose blood sample exhibited hemolysis. The discrepancy in results raised concerns, prompting further investigation to ensure accuracy. Initially, the platelet count in the first week was reported as 53,000/ μ L. However, in the second week, the examination results showed a dramatic increase to 257,000/ μ L, which was inconsistent with the patient's clinical history. Upon centrifugation, the blood plasma displayed a red color, indicating hemolysis. Consequently, a repeat blood sample was collected, and the results, re-examined using a hematology analyzer, were significantly lower. To confirm these findings, duplicate examinations and an indirect manual method (SADT) were performed, both yielding similarly lower results. This case study highlights that the inflated platelet count in the initial sample was likely caused by hemolysis during the pre-analytical phase, where red blood cell fragments were erroneously counted as platelets, leading to a false high result. Therefore, it can be concluded that hemolysis in blood samples can significantly impair the accuracy of platelet count examinations, causing a drastic overestimation of the actual value. The final reported result in this case, derived from the second sample, was 68,000/ μ L, which was more consistent with the patient's clinical history.

Keywords : Dengue, Hemolysis, Platelet, SADT

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga Karya Tulis Ilmiah (KTI) yang berjudul "**Hasil Pemeriksaan Hitung Jumlah Trombosit Pada Sampel Darah Pasien *Dengue* Yang Mengalami Hemolisis**" ini dapat diselesaikan dengan baik. Karya tulis ilmiah ini disusun sebagai salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan Program Studi Diploma III Teknologi Laboratorium Medis di STIKes Karsa Husada Garut.

Saat proses penyusunan karya tulis ilmiah ini, terdapat banyak bantuan, bimbingan, serta dukungan yang telah diberikan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat, ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada:

1. Bapak Dr. Hadiyat, MA selaku Ketua Pembina Yayasan Dharma Husada Insani.
2. Bapak H. Suryadi, M,Si selaku Ketua Umum Pengurus Yayasan Dharma Husada Insani Garut.
3. Bapak H. Engkus Kusnadi, S.Kep., M.Kes selaku Ketua STIKes Karsa Husada Garut.
4. Bapak Muhammad Hadi Sulhan, S.Si., M.Sc selaku Ketua Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis yang telah memberikan bimbingan dan dukungan selama proses akademik berlangsung.

5. Ibu Meti Rizki Utari, SKM., M.KM selaku Dosen Pembimbing KTI yang telah memberikan arahan, masukan, serta ilmu yang sangat berharga dalam penyusunan karya tulis ilmiah ini.
6. Ibu Sugiah, S.Si., M.Biotek, AIFO selaku Penguji I dan Ibu Gina Nafsa Mutmaina, SST., M.Pd selaku penguji II yang telah memberikan kritik dan saran demi penyempurnaan karya tulis ilmiah ini.
7. Seluruh dosen dan staf Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis yang telah memberikan begitu banyak ilmu dan pengetahuan baru sehingga dapat menyelesaikan penyusunan karya tulis ilmiah ini.
8. Panutanku sekaligus cinta pertama dalam hidup penulis, Ayahanda Nana Suhandha, terima kasih selalu berjuang untuk kehidupan penulis. Beliau memang tidak sempat merasakan pendidikan sampai bangku perkuliahan, namun beliau mampu memberikan yang terbaik, tak kenal lelah dalam mendoakan serta memberikan perhatian dan dukungan hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai selesai. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan kesehatan dan keberkahan dalam hidup ayah.
9. Pintu surgaku Ibunda Rina Marlina, yang tiada hentinya memberikan kasih sayang dengan penuh cinta dan selalu memberikan motivasi serta do'a tiada henti. Karya tulis ini penulis persembahkan sebagai wujud bakti dan cinta kasih kepada ibu. Semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan kasih sayang-Nya kepada ibu.

10. Saudara-saudari tercinta, Salsa Arinda Rahmawati dan Diandra Tri Arinda.

Terima kasih telah memberikan dukungan, motivasi, semangat, serta do'a yang tiada henti.

11. Rekan-rekan seperjuangan yang telah memberikan semangat, bantuan, dan kebersamaan selama proses penyusunan karya tulis ilmiah ini, dan senantiasa memberikan dukungan dan motivasi yang tak ternilai.

12. Terakhir, untuk diri saya sendiri Sania Salma Nur Arinda, terima kasih telah berjuang untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai. Terima kasih karena telah berusaha dan tidak menyerah, serta senantiasa menikmati setiap prosesnya yang bisa dibilang tidak mudah. Tetaplah jadi manusia yang mau berusaha dan tidak lelah untuk mencoba.

Menyadari bahwa karya tulis ilmiah ini masih memiliki banyak kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang dapat membangun demi perbaikan sangat diharapkan guna penyempurnaan karya tulis ilmiah di masa mendatang. Semoga karya tulis ilmiah ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat, baik sebagai bahan referensi maupun sebagai dasar penelitian selanjutnya dalam bidang teknologi laboratorium medis.

Garut, 20 Mei 2025



Sania Salma Nur Arinda
KHGE22062

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Rumusan masalah	4
1.3 Tujuan penelitian.....	4
1.4 Manfaat penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Tinjauan pustaka.....	5
2.1.1 Definisi darah	5
2.1.2 Trombosit.....	6
2.1.2.1 Definisi trombosit.....	6
2.1.2.2 Produksi trombosit	7
2.1.2.3 Fungsi trombosit.....	8
2.1.2.4 Morfologi trombosit	9
2.1.2.5 Kelainan trombosit	11
2.1.2.6 Pemeriksaan hitung jumlah trombosit.....	12
2.1.2.7 Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil jumlah trombosit.....	20
2.1.3 Demam Berdarah <i>Dengue</i> (DBD)	22
2.1.3.1 Definisi DBD.....	22
2.1.3.2 Hubungan trombosit dengan DBD	23
2.1.4 Hemolisis.....	23

2.1.4.1	Definisi hemolisis.....	23
2.1.4.2	Pengaruh hemolisis.....	24
2.1.4.3	Penyebab hemolisis	24
2.1.4.4	Klasifikasi derajat hemolisis.....	25
2.2	Kerangka penelitian.....	27
BAB III	METODE STUDI KASUS.....	28
3.1	Rancangan studi kasus.....	28
3.2	Objek studi kasus	28
3.3	Fokus studi kasus	28
3.4	Pengumpulan data studi kasus.....	29
3.4.1	Tahap pra-analitik	29
3.4.2	Tahap analitik	30
3.4.3	Tahap pasca-analitik	31
3.5	Etik studi kasus.....	32
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1	Hasil penelitian.....	33
4.2	Pembahasan	34
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1	Kesimpulan	43
5.2	Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA.....		44
LAMPIRAN.....		54
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Rentang kadar trombosit.....	7
Tabel 2.2 Derajat hemolisis berdasarkan kadar hemoglobin	26
Tabel 4.1 Hasil pemeriksaan trombosit	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Komponen penyusun darah	5
Gambar 2.2 Sel trombosit	6
Gambar 2.3 Morfologi trombosit fisiologis dan patologis	9
Gambar 2.4 Bentuk trombosit dengan perbandingan apusan yang diwarnai dan tidak diwarnai	10
Gambar 2.5 <i>Hematology analyzer</i> BC-5000	13
Gambar 2.6 Bilik hitung	16
Gambar 2.7 Sediaan Apusan Darah Tepi (SADT).....	18
Gambar 2.8 Sediaan apusan darah tepi di mikroskop	19
Gambar 2.9 Kerangka penelitian	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi kegiatan.....	54
Lampiran 2 Lembar bimbingan karya tulis ilmiah	57

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Pemeriksaan darah rutin merupakan prosedur yang umum digunakan untuk deteksi awal berbagai penyakit serta untuk memantau kondisi pasien secara efektif (Faruq, 2018). Mengingat banyaknya jumlah parameter penting yang diperiksa dan pentingnya peran pemeriksaan ini, sangat dibutuhkan proses yang cepat dan akurat agar hasilnya dapat dimanfaatkan secara optimal dalam pengambilan keputusan klinis. Pemeriksaan darah rutin meliputi penghitungan jumlah eritrosit (sel darah merah), leukosit (sel darah putih), trombosit, dan pengukuran parameter lain seperti kadar hemoglobin, hematokrit, dan hitung jenis leukosit (Firani N, 2018).

Trombosit memiliki peran penting dalam melindungi jaringan tubuh saat terjadi cedera, terutama melalui proses koagulasi darah (Tomaiuolo, Brass *and* Stalker, 2017). Selain itu, trombosit juga berperan melawan infeksi virus dan bakteri dengan cara menelan patogen yang masuk ke dalam tubuh (Tokarz-Deptuła *et al.*, 2024). Salah satu kondisi yang berdampak langsung pada jumlah trombosit adalah demam berdarah *dengue*, di mana infeksi virus *dengue* dapat mengakibatkan trombositopenia akibat gangguan produksi dan kerusakan trombosit (Halim *and* Rifal, 2024). Sementara itu, trombosit ini berkontribusi dalam pembentukan plak pada pembuluh darah karena sifatnya yang mudah pecah serta menggumpal saat terjadi gangguan (Coenen *et al.*, 2021).

Dalam praktik laboratorium, hasil pemeriksaan trombosit dapat terganggu atau tidak sesuai akibat adanya hemolisis. Hemolisis pada sampel darah dapat mengganggu proses analisis dan berpotensi menghasilkan data yang tidak akurat (Mankar *et al.*, 2024). Kondisi ini terjadi ketika sel darah merah pecah, melepaskan komponen intraseluler ke dalam sampel darah (Faruq, 2018). Hemoglobin bebas yang dilepaskan akibat hemolisis dapat menyerap cahaya berintensitas tinggi, mengganggu proses pengukuran cahaya yang digunakan oleh alat hematologi otomatis, khususnya dalam pengukuran trombosit (Aruga *et al.*, 2021). Gangguan akibat hemolisis dalam pengukuran laboratorium dapat disebabkan oleh pelepasan komponen intraseluler dan interferensi spektroskopi sehingga mengganggu hasil analisis (Giavarina, D. and Lippi, 2017).

Hemolisis bisa terjadi baik di dalam tubuh (*in vivo*) maupun diluar tubuh (*in vitro*). Hemolisis *in vivo* disebabkan oleh kondisi tertentu, seperti anemia hemolitik yang bersifat genetik atau didapat, sedangkan hemolisis *in vitro* terjadi akibat prosedur pengambilan atau penanganan sampel yang tidak tepat (Azman *et al.*, 2019). Meskipun hemolisis dapat terjadi di dalam tubuh, hemolisis *in vitro* selama fase pra-analitik menjadi tantangan utama di laboratorium klinik (Unlu, 2018). Fragmen dari sel darah yang pecah akibat hemolisis dapat terdeteksi sebagai trombosit oleh *hematology analyzer*, sehingga berpotensi menyebabkan kesalahan pengukuran (D'Souza, Briggs and Machin, 2015).

Pengukuran jumlah trombosit dapat dipengaruhi dari berbagai faktor yang dikelompokkan menjadi tiga tahap utama: pra-analitik, analitik, dan pasca-analitik. Tahap pra-analitik mencakup persiapan pasien, proses pengambilan, pengiriman,

penanganan, hingga penyimpanan spesimen. Tahap analitik melibatkan pengujian sampel, pengendalian kualitas, serta pengujian akurasi dan presisi. Sementara itu, tahap pasca-analitik meliputi pencatatan dan pelaporan hasil pemeriksaan (Wahyuningsih, 2017). Menurut Usman *et al.*, (2015) menyatakan bahwa kesalahan paling signifikan terjadi pada tahap pra-analitik sebesar 68%, diikuti oleh tahap analitik sebesar 13% dan tahap pasca-analitik sebesar 19%. Hemolisis yang terjadi pada sampel selama proses pra-analitik dapat menghambat pemeriksaan dan menghasilkan data yang tidak valid.

Pada penelitian ini telah ditemukan kasus berupa pemeriksaan hematologi rutin pada seorang pasien berinisial N dengan diagnosis *dengue*, di mana hasil pemeriksaan minggu ke-2 menunjukkan peningkatan jumlah trombosit yang signifikan dibandingkan minggu ke-1. Hasil tersebut tidak sesuai dengan kondisi klinis pasien dan berbeda jauh dari hasil sebelumnya, sehingga menimbulkan kecurigaan. Setelah dilakukan evaluasi lebih lanjut, diketahui bahwa sampel darah pada pemeriksaan minggu ke-2 tersebut mengalami hemolisis, yang diduga menjadi penyebab meningkatnya jumlah trombosit. Kemudian pemeriksaan ulang dengan sampel *non-hemolisis* menunjukkan hasil trombosit yang lebih rendah dan sesuai secara klinis, serta diperkuat melalui pemeriksaan *duplo* dan metode manual SADT. Sehingga kasus tersebut memperkuat dugaan bahwa hemolisis dapat menyebabkan hasil laboratorium menjadi tidak akurat.

Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Nugrahena, Sudarsono *and* Wijayanti, (2021) yang meneliti pengaruh hemolisis terhadap hasil pemeriksaan trombosit menggunakan metode *direct counting*. Penelitian tersebut menggunakan 14 sampel darah mahasiswa yang secara sengaja diinduksi hemolisis secara *in vitro*, dan

membandingkan dengan nilai trombosit pada sampel hemolisis dan *non*-hemolisis. Hasilnya menunjukkan rerata trombosit pada sampel *non*-hemolisis sebesar 262.857,14 sel/ μ L, sedangkan pada sampel hemolisis meningkat menjadi 388.571,43 sel/ μ L. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang cukup signifikan akibat hemolisis. Temuan ini menunjukkan bahwa hemolisis pada sampel darah tersebut dapat menyebabkan hasil trombosit yang tidak akurat.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, sehingga perlu dilakukan kajian teoritis dengan judul “Hasil Pemeriksaan Hitung Jumlah Trombosit Pada Sampel Darah Pasien *Dengue* Yang Mengalami Hemolisis”

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini yaitu: “Bagaimana hasil pemeriksaan hitung jumlah trombosit pada sampel darah pasien *dengue* yang mengalami hemolisis?”

1.3 Tujuan penelitian

Mengetahui hasil pemeriksaan hitung jumlah trombosit pada sampel darah pasien *dengue* yang mengalami hemolisis.

1.4 Manfaat penelitian

Mampu meningkatkan kinerja untuk lebih berhati-hati terhadap penanganan sampel sehingga mencegah terjadinya hemolisis. Dengan demikian, akurasi hasil pemeriksaan dapat terjaga, mengurangi risiko kesalahan dalam penyampaian hasil, dan memastikan bahwa proses penanganan pasien dapat dilakukan dengan cepat serta tepat.

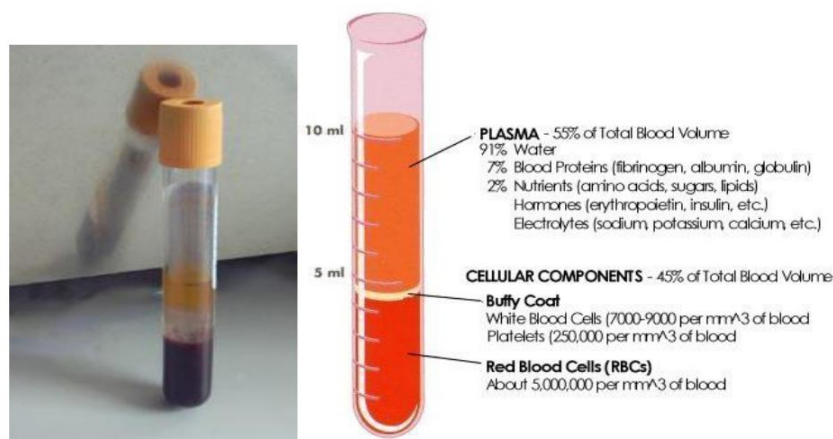
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan pustaka

2.1.1 Definisi darah

Darah adalah jaringan khusus yang terdiri dari plasma darah berwarna kekuningan yang mengandung sel-sel darah yang terdiri dari eritrosit (sel darah merah), leukosit (sel darah putih), dan trombosit (keping-keping darah) (Firani N, 2018). Darah berfungsi untuk mengirimkan oksigen dan nutrisi ke jaringan tubuh, mengangkut produk metabolisme, serta berperan sebagai pertahanan tubuh terhadap infeksi virus dan bakteri (Sa'adah, 2018).



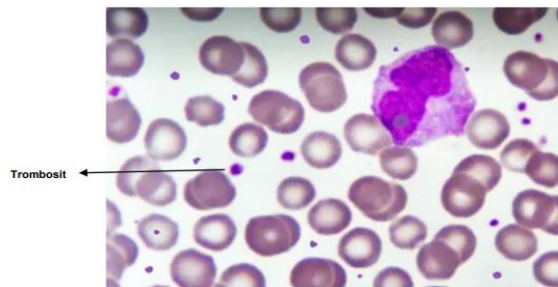
Gambar 2.1 Komponen penyusun darah
Sumber : Darmawan *and* Irawan, (2015)

Berdasarkan gambar 2.2, darah yang telah disentrifugasi akan terbagi menjadi tiga lapisan. Lapisan paling bawah berwarna merah karena mengandung eritrosit (sel darah merah) yang mencakup 55% dari total volume darah. Lapisan tengah berupa *buffy coat* berwarna putih yang terdiri dari leukosit (sel darah putih) dan

trombosit. Sementara itu, plasma darah berada di bagian atas dan terdiri dari 91% air, 7% protein darah (fibrinogen, albumin, globulin), serta 2% lainnya berupa nutrisi (asam amino, lemak, gula), hormon (seperti insulin dan eritropoietin), dan cairan elektrolit (Ca, K, Na) (Darmawan *and* Irawan, 2015).

2.1.2 Trombosit

2.1.2.1 Definisi trombosit



Gambar 2.2 Sel trombosit

Sumber : Prajapati, (2023)

Trombosit merupakan fragmen kecil dari sitoplasma megakariosit (Talnoni *and* Gunawan, 2020). Fungsi utamanya adalah membentuk sumbatan mekanis dalam proses respon hemostatik normal terhadap luka vaskular (Hall *and* Hall, 2018). Penghitungan jumlah trombosit menjadi pemeriksaan penting untuk mendukung diagnosis, memahami perkembangan penyakit, menentukan prognosis, dan menilai tingkat keparahan suatu kondisi (Sujud, Hardiasari *and* Nuryati, 2015).

Sel tersebut memiliki peran penting dalam proses hemostasis, trombosis, dan perbaikan luka (Anchinmane *and* Sankhe, 2019). Pemeriksaan jumlah trombosit sangat diperlukan dalam diagnosis dan proses terapi berbagai kondisi, seperti trombositopenia, demam berdarah *dengue*, dan gangguan hemostasis (Al-Hosni *et al.*, 2016). Namun, karena trombosit cenderung mudah pecah, mudah menggumpal,

berukuran kecil, serta sulit dibedakan dengan kotoran, sehingga mengakibatkan penghitungan jumlah trombosit menjadi sulit dan tingkat kesalahannya yang tinggi (Hu, 2025).

Jumlah trombosit yang normal pada orang dewasa yaitu 150.000 hingga 400.000/ μ L darah. Jika jumlah trombosit turun di bawah 150.000/ μ L darah, maka kondisi ini disebut trombositopenia, sedangkan jika jumlahnya melebihi 400.000/ μ L darah, maka disebut trombositosis (Worung, Mahartini *and* Herawati, 2020). Menurut Perkeni (2021) kadar trombosit dibagi menjadi 3 rentang yaitu :

Tabel 2.1 Rentang kadar trombosit

Kadar Trombosit	Keterangan
<150.000/ μ L darah	Rendah
150.000-400.000/ μ L darah	Normal
>400.000/ μ L darah	Tinggi

2.1.2.2 Produksi trombosit

Trombosit diproduksi di sumsum tulang melalui proses fragmentasi sitoplasma megakariosit (Holinstat, 2017). Megakariosit mengalami pematangan melalui proses replikasi endomitosis yang mengakibatkan peningkatan volume sitoplasma dan jumlah lobus nukleus (Meijden *and* Heemskerk, 2019). Proses pembentukan trombosit dimulai dengan pemisahan bagian sitoplasma megakariosit, di mana setiap megakariosit dapat menghasilkan sekitar 4.000 trombosit. Proses ini membutuhkan waktu sekitar 10 hari hingga terjadi pembentukan trombosit (Boscher *et al.*, 2020).

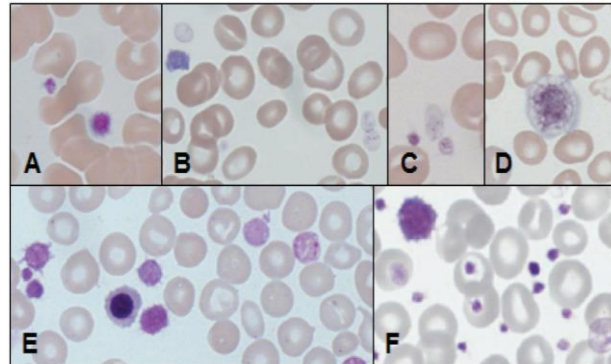
2.1.2.3 Fungsi trombosit

Trombosit berfungsi dalam menjaga integritas jaringan tubuh saat terjadi cedera, terutama melalui fungsinya dalam proses koagulasi darah (Eisinger, Patzelt *and* Langer, 2018). Selain itu, trombosit juga berperan dalam pembentukan plak di pembuluh darah karena sifatnya yang mudah pecah dan menggumpal saat terjadi gangguan tertentu (Coenen *et al.*, 2021). Menurut Amalia (2022), fungsi lainnya yaitu:

- 1) Adhesi, apabila pembuluh darah mengalami luka, trombosit akan melekat pada jaringan ikat subendotelial yang terbuka.
- 2) Reaksi pelepasan, trombosit akan berubah bentuk dengan membentuk tonjolan-tonjolan yang memperkuat perlekatan.
- 3) Agregasi, setelah trombosit teraktivasi dan melekat pada area kerusakan pembuluh darah, trombosit akan berkumpul untuk memungkinkan pembekuan darah.
- 4) Aktivasi koagulasi, trombosit akan memicu pembentukan benang fibrin melalui jalur intrinsik dan ekstrinsik guna memperkuat proses pembekuan darah.

Ketidaknormalan jumlah trombosit dapat terjadi pada beberapa penyakit. Trombositosis atau nilai trombosit yang lebih tinggi dari normal terjadi pada kondisi infeksi, inflamasi, dan keganasan sel. Sementara itu, jumlah trombosit yang lebih rendah dari normal dapat terjadi akibat kelainan distribusi, peningkatan destruksi, atau mekanisme autoimun (Putri, Maharani *and* Astuti, 2024).

2.1.2.4 Morfologi trombosit



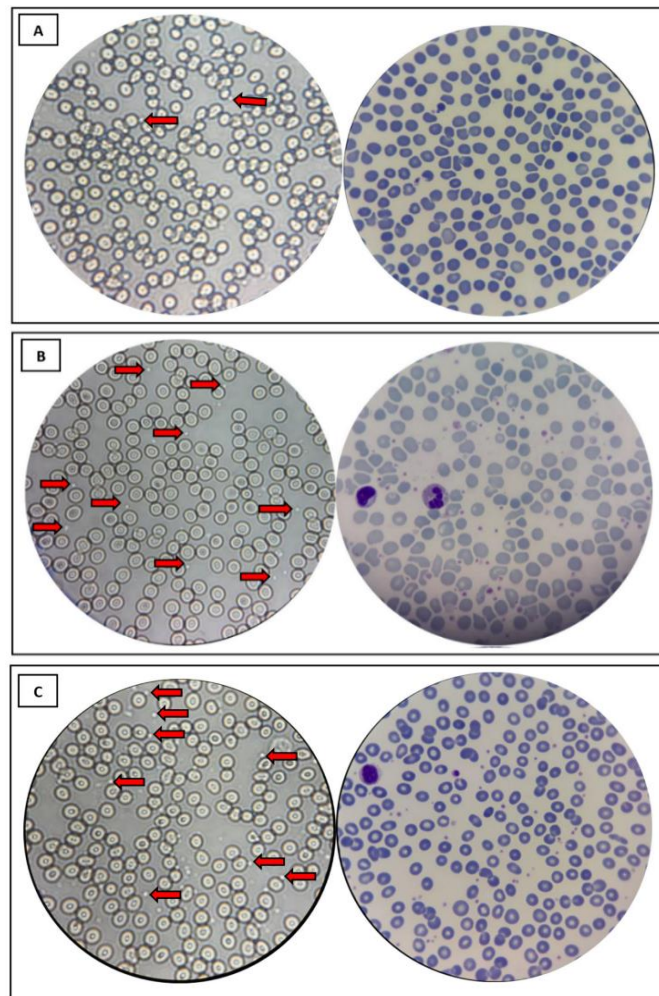
Gambar 2.3 Morfologi trombosit fisiologis dan patologis
Sumber : Robier, (2020)

Keterangan :

(A) Trombosit normal; (B) dan (C) Trombosit agranular dan hipogranular pada pasien dengan sindrom mielodisplastik; (D) *Giant platelet*; (E) Anisositosis trombosit, trombosit besar dan trombosit dengan granulasi abnormal pada pasien dengan mielofibrosis primer; (F) Anisositosis trombosit, *giant platelet* dan anomali granulasi pada pasien dengan trombositemia esensial (Robier, 2020).

Trombosit atau *platelet* adalah sel berbentuk diskoid berukuran 2-3 μm yang terbentuk dari proses fragmentasi megakariosit (Khalimova, 2025). Trombosit berbentuk bulat atau oval, tidak berinti, dan sitoplasma berwarna biru yang mengandung granula berwarna ungu kemerahan. Sitoplasma terdiri dari dua bagian utama, yaitu bagian tengah yang dikenal sebagai granulomer atau kromomer, serta bagian tepi yang disebut hialomer (Afzal, Indira *and* Duraiswami, 2019). Sitoplasma trombosit mengandung butiran azurofilik halus yang mungkin tampak tersebar di seluruh sitoplasma yang disebut granulomer. Granulomer secara fungsional berhubungan dengan sekretom. Bagian perifer sitoplasma yang tidak berwarna atau sedikit basofilik, tidak mengandung butiran yang dikenal sebagai

hialomere (Robier, 2020). Trombosit memiliki masa hidup antara 7 hingga 10 hari. Pada individu berusia di atas 65 tahun, jumlah trombosit cenderung menurun, berkisar antara 122.000-350.000/ μ L pada pria dan 140.000-379.000/ μ L pada wanita (Rizani *et al.*, 2024).



Gambar 2.4 Bentuk trombosit dengan perbandingan apusan yang diwarnai dan tidak diwarnai

Sumber : Worung *et al.*, (2020)

Keterangan:

(A) Perbandingan trombositopenia pada apusan darah yang tidak diwarnai dan yang diwarnai dengan pewarnaan Giemsa; (B) Perbandingan trombosit normal pada apusan darah yang tidak diwarnai dan yang diwarnai dengan pewarnaan

Giemsa; serta (C) Perbandingan trombositosis pada apusan darah yang tidak diwarnai dan yang diwarnai dengan pewarnaan Giemsa (Worung, Mahartini and Herawati, 2020).

Berdasarkan penelitian Dhakar *et al.*, (2018) dijelaskan bahwa metode tidak diwarnai dapat digunakan sebagai skrining awal, karena lebih hemat waktu (2-4 menit), meskipun memiliki keterbatasan dalam mengenali mikrotrombosit dan dapat tertukar dengan partikel lain seperti debu. Sementara itu, metode diwarnai lebih akurat dan merupakan *gold standard*, karena dapat mengidentifikasi morfologi trombosit, *giant* trombosit, serta *platelet clumping*. Dalam kondisi seperti demam berdarah, metode tidak diwarnai sangat berguna untuk deteksi awal trombositopenia, namun tetap disarankan untuk dilakukan konfirmasi dengan apusan yang diwarnai bila hasil meragukan.

2.1.2.5 Kelainan trombosit

1) Trombositosis

Trombositosis adalah kondisi di mana jumlah trombosit dalam darah meningkat lebih dari batas normal yaitu $>450.000/\mu\text{L}$. Kondisi ini terbagi menjadi dua jenis, yaitu trombositosis primer dan sekunder. Trombositosis primer disebabkan oleh gangguan proliferasi sel di sumsum tulang, seperti pada kelainan mieloproliferatif, contohnya *essential thrombocythemia* (Hoffbrand *et al.*, 2016).

Peningkatan jumlah trombosit tidak disebabkan oleh kebutuhan fisiologis tubuh, melainkan disebabkan oleh kelainan pada mekanisme pembentukan sel darah. Sementara itu, trombositosis sekunder merupakan respons reaktif tubuh akibat kondisi tertentu seperti infeksi, inflamasi kronis, anemia defisiensi besi,

perdarahan akut, atau pasca-operasi. Meskipun jumlah trombosit meningkat, pada trombositosis sekunder umumnya fungsi trombosit tetap normal (Song, Kuter *and* Al-Samkari, 2020).

2) Trombositopenia

Trombositopenia merupakan kondisi di mana jumlah trombosit berada di bawah batas normal dari 150.000/ μ L. Umumnya nilai kritis rendah pada trombosit yaitu $<50.000/\mu$ L (Pène, Russell *and* Aubron, 2025). Penyebab trombositopenia cukup bervariasi, termasuk gangguan dalam produksi trombosit di sumsum tulang, peningkatan destruksi trombosit di perifer, atau distribusi trombosit yang abnormal (Keohane *et al.*, 2024).

Gangguan produksi dapat muncul pada penyakit seperti anemia aplastik, leukemia, atau akibat kemoterapi. Peningkatan destruksi trombosit sering ditemukan pada kondisi autoimun seperti *Immune Thrombocytopenic Purpura* (ITP) atau infeksi virus, salah satunya infeksi *dengue*. Trombositopenia dapat menyebabkan gejala klinis berupa mudah memar, perdarahan spontan, atau munculnya petekie (Raadsen *et al.*, 2021).

2.1.2.6 Pemeriksaan hitung jumlah trombosit

Pemeriksaan jumlah trombosit dapat dilakukan dengan dua acara, yakni secara manual dan otomatis. Metode manual terbagi menjadi metode langsung dan tidak langsung. Metode langsung menggunakan bilik hitung, sedangkan metode tidak langsung menggunakan sediaan apus darah tepi. Sementara itu, metode otomatis menggunakan alat *hematology analyzer* (Praptomo, 2018). Cara otomatis ini lebih cepat dan menghasilkan akurasi yang lebih baik, namun biaya relatif lebih

tinggi dibandingkan dengan metode manual yang biayanya cenderung lebih rendah (Gorte, Deshmukh *and* Gangane, 2020).

1. Metode Otomatis



Gambar 2.5 Hematology analyzer BC-5000
Sumber : Bio-Medical, (2020)

Hematology analyzer adalah perangkat otomatis yang digunakan untuk melakukan berbagai pemeriksaan hematologi secara komprehensif. Alat ini mampu menganalisis spesimen darah dengan cepat pada pemeriksaan *Complete Blood Count* (CBC) (Michael *et al.*, 2022). Hasil CBC ini meliputi penghitungan *Red Blood Cell* (RBC), *White Blood Cell* (WBC), *Platelet* (PLT), konsentrasi hemoglobin, hematokrit, serta Hitung Jenis Leukosit (HJL) (Chen *et al.*, 2024).

Metode penghitungan trombosit yang paling baik adalah dengan menggunakan metode otomatis, karena metode ini mampu memberikan hasil dengan cepat dan akurat. Namun, metode ini memiliki keterbatasan, yaitu tidak dapat menghitung trombosit yang menggumpal satu sama lain, sehingga menghasilkan hasil pemeriksaan rendah palsu (Woo *et al.*, 2024). Meskipun alat otomatis memiliki keunggulan dalam kecepatan dan akurasi, alat ini tidak mampu mendeteksi trombosit dengan bentuk abnormal seperti *giant platelet* dan agregasi. Sementara itu, partikel *non-platelet* seperti kotoran serta sisa eritrosit atau leukosit

juga dapat terhitung sebagai trombosi (Kurniawan, 2016). *Interstitial Cell Stimulating Hormone* (ICSH) merekomendasikan metode manual sebagai referensi untuk kalibrasi metode otomatis (Véronique *et al.*, 2020).

1) Impedansi

Hematology analyzer atau penghitung sel darah otomatis adalah perangkat canggih yang digunakan untuk menganalisis darah secara otomatis (Ikram, 2024). Perangkat ini digunakan untuk melakukan *Complete Blood Count* (CBC), yang mencakup beragam parameter yang diukur secara bersamaan. Sebagai contoh yaitu leukosit, eritrosit, trombosit, konsentrasi hemoglobin, dan beberapa parameter tambahan yang mencerminkan karakteristik sel darah (Vis and Huisman, 2016).

Prinsip pengukuran impedansi didasarkan dengan perubahan resistansi listrik pada celah (*aperture*) dengan dimensi tertentu ketika partikel dalam larutan konduktif melintasi celah tersebut. Besarnya perubahan ini mencerminkan jumlah dan ukuran sel yang melewati celah tersebut. Karena alat ini hanya mendeteksi berdasarkan ukuran partikel, maka partikel *non*-trombosit seperti serpihan atau fragmen eritrosit akibat hemolisis bisa dihitung sebagai trombosit, yang dapat menyebabkan hasil tidak akurat (Zhang *et al.*, 2021).

Metode impedansi pada *hematology analyzer* memiliki sejumlah kelebihan dalam pemeriksaan darah rutin, termasuk hitung trombosit. Salah satu kelebihannya adalah kemampuan menghitung jumlah sel berdasarkan perubahan resistansi listrik, sehingga dapat digunakan untuk mengukur jumlah trombosit secara otomatis dengan efisien, serta hasil lebih objektif (Chen *et al.*, 2024).

Namun, metode ini juga memiliki kekurangan, terutama dalam membedakan antara trombosit dengan debris seluler, seperti fragmen eritrosit yang terbentuk akibat hemolisis (Bransky *et al.*, 2021). Kondisi hemolisis dapat mengganggu akurasi penghitungan, karena hemoglobin bebas dan fragmen sel dapat terdeteksi sebagai trombosit atau menimbulkan gangguan resistansi (D'Souza, Briggs and Machin, 2015). Selain itu, dua sel yang lewat secara bersamaan atau pengukuran ulang oleh detektor dapat menyebabkan duplikasi data, sehingga mempengaruhi keakuratan jumlah trombosit (Deng *et al.*, 2023).

2) *Flowcytometry*

Flowcytometry adalah metode yang digunakan untuk mengukur jumlah serta karakteristik sel dalam cairan yang bergerak. Ketika sel-sel tersebut bergerak melewati celah satu per satu dan terkena oleh sinar laser, maka akan menghasilkan sinyal elektronik yang dicatat sebagai karakteristik sel tersebut (McKinnon, 2018). Prinsip dasar *flowcytometry* adalah menempatkan sel dalam cairan konduktif dan memberikan tekanan hidrodinamik agar sel dapat melewati lorong secara berurutan. Pengukuran *flowcytometry* ini didasari dengan cahaya, yang di mana ketika sel mencapai titik tertentu, sinar laser akan mengenainya, dan sinyal yang dihasilkan akan ditangkap oleh detektor (McPherson and Pincus, 2021).

Metode *flowcytometry* dikenal memiliki akurasi tinggi dalam menghitung jumlah trombosit, karena kemampuannya untuk menganalisis setiap sel secara individual berdasarkan ukuran, granula, dan ekspresi permukaan sel (Runser, Schaning and Amiral, 2021). Teknik ini sangat berguna dalam menghindari

interferensi dari fragmen sel akibat hemolisis, yang sering kali menyebabkan kesalahan hitung pada metode impedansi (Hu, 2025). Menurut Mansouritorghabeh *et al.*, (2020) salah satu keunggulan *flowcytometry* adalah kemampuannya mendeteksi trombosit sejati di antara debris atau fragmen eritrosit melalui pelabelan imunofluoresen. Namun, metode ini juga memiliki kelemahan, salah satunya adalah biaya operasional yang tinggi. Selain itu, pada sampel yang mengalami hemolisis berat, deteksi laser juga dapat terganggu oleh pelepasan hemoglobin bebas, meskipun dampaknya lebih minimal dibandingkan metode impedansi (Véronique *et al.*, 2020).

2. Metode manual

Pemeriksaan metode manual ini dilakukan dengan menghitung jumlah trombosit per lapang pandang di area yang merata (Dhakar *et al.*, 2018). Keunggulan metode ini adalah mengidentifikasi bentuk trombosit abnormal, agregasi, serta artefak akibat hemolisis yang kerap terabaikan oleh alat otomatis (Shafi, Jeelani *and* Jeelani, 2020).

1) Metode manual langsung



Gambar 2.6 Bilik hitung

Sumber : Shafi, Jeelani *and* Jeelani, (2020)

a) Larutan *rees-ecker*

Hitung trombosit cara *rees ecker* merupakan metode penghitungan trombosit yang menggunakan bilik hitung dengan mikroskop, dimana darah

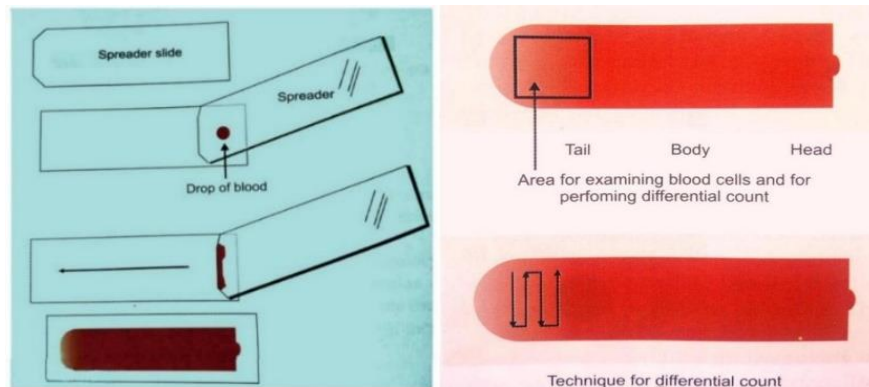
diencerkan dengan larutan yang mengandung *Brilliant Cresyl Blue* (BCB) yang berfungsi mewarnai trombosit menjadi biru muda. Selanjutnya, trombosit dihitung menggunakan bilik hitung (Oktyani, fahriyan and Muhlisin, 2017). *Rees ecker* dapat memberikan pewarnaan pada trombosit sehingga lebih jelas terlihat. Salah satu kelebihan dari metode *rees ecker* adalah kemampuannya mewarnai trombosit secara selektif menggunakan larutan *brilliant cresyl blue*, sehingga trombosit menjadi lebih mudah dikenali di bawah mikroskop. Kelemahan metode ini adalah harga larutannya yang relatif mahal, tidak mampu melisiskan eritrosit, dan jika pengenceran terlalu sedikit, eritrosit dapat terkumpul dan menutupi trombosit (Lupuo and Soga, 2015).

b) Larutan amonium oksalat 1%

Larutan amonium oksalat 1% digunakan untuk melisiskan eritrosit sehingga hanya trombosit yang terlihat, serta menghilangkan bayangan sel leukosit. Keunggulan lain dari larutan ini yaitu harganya yang lebih murah dan ekonomis. Namun, larutan ini juga memiliki beberapa kelemahan, seperti mudah terkontaminasi, latar belakang yang terlalu jernih sehingga menyulitkan pembacaan trombosit, serta trombosit yang sulit dibedakan dari kotoran (Kurniawan, 2016). Pada prinsipnya sampel darah utuh dicampur dengan pengencer (1% *Ammonium oxalate*) pada bilik hitung dengan perbandingan jumlah trombosit 1:200, yang mana sel darah merah dilisiskan sementara leukosit, trombosit, dan retikulosit tetap utuh. Sampel diinkubasi selama beberapa waktu dan dipasang pada hemositometer. Sel-

sel dibiarkan mengendap dan kemudian dihitung di area tertentu dari ruang hemositometer di bawah mikroskop (Shafi, Jeelani *and* Jeelani, 2020).

2) Metode manual tidak langsung

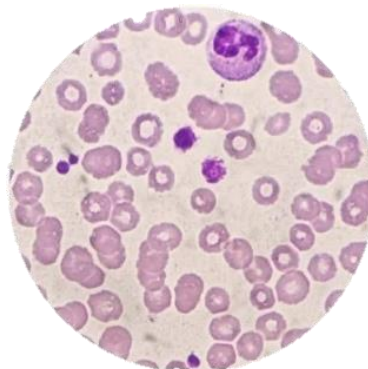


Gambar 2.7 Sediaan Apusan Darah Tepi (SADT)
Sumber : Shafi, Jeelani *and* Jeelani, (2020)

Metode tidak langsung dilakukan dengan menggunakan sediaan apus darah tepi yang diwarnai dengan pewarna seperti *Wright*, *Giemsa*, atau *Leishman* (Shafi, Jeelani *and* Jeelani, 2020). Penghitungan trombosit dilakukan pada area apusan darah tepi dengan teknik perhitungan diferensial. Teknik diferensial secara spesifik melibatkan pengamatan mikroskopis pada pembesaran 1.000x dengan meneteskan minyak imersi di area apusan yang paling tipis pada bagian ujung apusan, dimana sel-sel darah tersebar merata dan tidak bertumpuk. Pengamatan dilakukan dimulai dari bagian pusat ulasan, dilanjutkan secara sejajar ke arah tepi ulasan, kemudian bergerak ke bawah dengan pola zig-zag (Wahid, Cahyaningsih *and* Nugraha, 2024).

Apusan dipindai di bawah objektif 10x dan objektif 40x untuk memilih area ideal (di mana sel darah merah tersebar merata) untuk jumlah trombosit. Area melingkar dengan diameter sekitar 2-3 mm ditandai di sisi belakang apusan

di area yang dipilih menggunakan pensil berlian. Kemudian apusan diperiksa di bawah lensa objektif 100x tanpa menempatkan minyak imersi. Kondensor mikroskop diturunkan dan diafragma iris ditutup sehingga memungkinkan cahaya minimum untuk lewat. Trombosit dihitung dalam 10 bidang dan jumlah rata-rata trombosit per bidang dihitung di area yang ditandai. Apusan yang sama diwarnai menggunakan pewarnaan *Wright*, Giemsa, maupun *Leishman* dan area yang ditandai dengan pensil berlian sebelum pewarnaan diperiksa di bawah mikroskop cahaya menggunakan lensa objektif 100x dan minyak imersi. Jumlah rata-rata trombosit per bidang dikalikan dengan faktor konversi 2.000 untuk mendapatkan estimasi jumlah trombosit per mikro liter (μL) (Dhakar *et al.*, 2018).



Gambar 2.8 Sediaan apusan darah tepi di mikroskop
Sumber : Prajapati, (2024)

Sediaan Apus Darah Tepi (SADT) adalah pemeriksaan mikroskopis yang digunakan untuk mengamati sel-sel darah serta komponen lain yang dapat memberikan informasi terkait kondisi hematologi pasien. SADT dibuat dengan melapisi satu sisi slide dengan lapisan darah yang diwarnai menggunakan pewarna Giemsa atau *Wright* (Ghofur, Suparyati *and* Fatimah, 2022). SADT

terbagi menjadi dua jenis, yaitu apusan darah tebal dan apusan darah tipis (Wati, Rahmawati *and* Nailufar, 2021). Penghitungan trombosit secara manual menggunakan SADT memiliki kelebihan, yaitu sederhana, mudah dilakukan, murah, praktis, dan memungkinkan pengamatan ukuran serta morfologi trombosit. Namun, metode ini juga memiliki kelemahan, yakni persebaran trombosit yang tidak merata dalam apusan darah dapat mempengaruhi hasil penghitungan trombosit (Praptomo, 2018).

2.1.2.7 Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil jumlah trombosit

1) Pra-analitik

Menurut beberapa penelitian, fase pra-analitik merupakan fase yang paling rawan terjadi kesalahan dalam laboratorium medis (Oliveira *et al.*, 2017). Terdapat beberapa faktor pada tahap pra-analitik yang dapat mempengaruhi hasil penghitungan jumlah trombosit. Menurut Sheehama (2024) yaitu:

- a) Lamanya waktu pengambilan darah dan kelambatan dalam mencampur darah dengan antikoagulan.
- b) Penggunaan jarum berukuran kecil dapat menyebabkan hemolisis karena ketika darah ditarik melalui jarum kecil, tekanan hisap meningkat, dan eritrosit akan terdorong dengan kecepatan tinggi melalui ruang sempit
- c) Proses pengambilan darah dengan tekanan yang terlalu besar saat menarik darah ke dalam spuit dapat menyebabkan hemolisis atau rusaknya sel darah merah.
- d) Mengeluarkan darah secara paksa ke dalam tabung dapat menyebabkan kerusakan pada sel darah merah.

- e) Volume darah yang terlalu sedikit atau jumlah antikoagulan yang berlebihan dapat mengakibatkan perubahan ukuran trombosit. Sebaliknya, volume darah yang terlalu banyak atau antikoagulan yang tidak cukup dapat menyebabkan pembekuan darah.
- f) Homogenisasi yang terlalu kuat atau cepat menyebabkan gesekan antar sel yang kemudian memicu hemolisis.
- g) Homogenisasi yang tidak sempurna antara darah dengan antikoagulan dapat menyebabkan trombosit yang saling melekat atau bahkan membentuk gumpalan.
- h) Menunda proses pemeriksaan darah yang terlalu lama dapat mengakibatkan perubahan pada jumlah trombosit.

2) Analitik

Tahap analitik adalah fase di mana sampel diproses untuk menghasilkan hasil pemeriksaan. Dalam hematologi, kesalahan analitik dapat terjadi dalam dua bentuk, yaitu kesalahan sistematis maupun kesalahan acak (Yeates, 2016). Kesalahan sistematis disebabkan oleh faktor-faktor seperti kesalahan pada sistem pengujian dan metode, yang biasanya terjadi akibat kurangnya akurasi saat kalibrasi, ataupun kerusakan reagen. Sementara itu, kesalahan acak biasanya terjadi karena ketidakstabilan instrumen, fluktuasi suhu, atau perbedaan dalam kinerja operator (Salazar *and* Dávila, 2021).

3) Pasca-analitik

Tahap pasca-analitik adalah fase di mana hasil pengujian dievaluasi, dilaporkan, dan ditafsirkan untuk memberikan informasi yang bermanfaat bagi

diagnosis dan pengelolaan pasien (Moore, 2025). Tahap pasca-analitik ini merujuk pada tindakan yang dilakukan setelah hasil pemeriksaan diperoleh yang mencakup penulisan hasil, interpretasi, dan pelaporan kepada pasien. Kesalahan dalam tahap ini seperti pada kesalahan pelaporan hasil dengan mengetik hasil jumlah trombosit yang tidak sesuai dengan hasil asli pada alat, ataupun kesalahan dalam interpretasi hasil. Persentase kesalahan pada tahap ini berkisar antara 15% hingga 20% (Wahyuningsih, 2017).

2.1.3 Demam Berdarah *Dengue* (DBD)

2.1.3.1 Definisi DBD

Demam Berdarah *Dengue* (DBD) adalah penyakit yang disebabkan oleh infeksi virus *dengue* yang merupakan bagian dari keluarga *Flaviviridae*. Virus ini menularkan melalui gigitan nyamuk betina *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* (Kafrawi, Dewi and Adelin, 2019). DBD dapat terjadi kapan saja dan dapat menyerang individu dari segala usia. Selain itu, faktor lingkungan dan perilaku masyarakat juga berpengaruh terhadap penyebaran penyakit ini (Mayasari *et al.*, 2019).

Penularan *dengue* utamanya terjadi melalui gigitan nyamuk betina yang terinfeksi. Selain itu, penularan *non-vector* juga dapat terjadi, seperti melalui transfusi darah, transplantasi organ, luka tusuk jarum, atau percikan pada mukosa. Namun, hingga kini belum ada bukti penelitian yang menunjukkan penularan *dengue* melalui kontak seksual (Gajurel, Dhakal and Deresinski, 2024). Meskipun sebagian besar orang dengan infeksi *dengue* tetap asimtomatik atau hanya mengalami gejala yang sangat ringan, sekitar 25% mengalami penyakit demam

yang sembuh sendiri, kemudian disertai dengan kelainan hematologi ringan hingga sedang (Smith *et al.*, 2019).

2.1.3.2 Hubungan trombosit dengan DBD

Trombositopenia pada DBD terjadi akibat kombinasi beberapa mekanisme, yaitu gangguan dalam produksi trombosit di sumsum tulang, peningkatan destruksi atau konsumsi trombosit, serta adanya gangguan distribusi trombosit di dalam sirkulasi (Khazali *et al.*, 2024). Virus *dengue* secara langsung dapat menginfeksi progenitor megakariosit di sumsum tulang, sehingga menghambat proses pembentukan trombosit (Clark *et al.*, 2016).

Sistem imun penderita DBD menghasilkan antibodi yang mampu bereaksi silang dengan permukaan trombosit, yang mengakibatkan penghancuran trombosit melalui mekanisme fagositosis oleh makrofag di limpa dan hati (Ming *et al.*, 2022). Menurut Srikiatkhachorn *et al* (2017) dijelaskan bahwa *dengue* menyebabkan penurunan trombosit pada pasien, biasanya dimulai pada hari ke-2 sebelum timbulnya fase kritis dan berlanjut hingga hari ke 6-7. Salah satu mekanisme trombositopenia adalah infeksi dan kematian megakariosit (Khazali *et al.*, 2024).

2.1.4 Hemolisis

2.1.4.1 Definisi hemolisis

Hemolisis merupakan kondisi di mana eritrosit dalam darah pecah, sehingga hemoglobin bebas dilepaskan ke dalam plasma. Hemoglobin yang seharusnya tidak terdapat dalam sampel dapat menyebabkan kesalahan hasil pemeriksaan, seperti peningkatan hasil yang tidak valid (Rahmawati, 2020). Hemolisis diartikan sebagai

suatu kondisi yang mempengaruhi membran eritrosit sehingga hemoglobin terlepas. Kehadiran hemoglobin dalam sampel dapat mengganggu seluruh proses pemeriksaan laboratorium karena dapat menyebabkan perubahan warna (Dewi, Hardisari *and* Martono, 2019).

2.1.4.2 Pengaruh hemolisis

Sampel dengan kualitas buruk dapat menghasilkan data laboratorium yang tidak akurat. Pecahnya sel darah merah menyebabkan hemoglobin masuk ke dalam plasma, mengubah warna plasma, dan mengganggu analisis fotometri (Lippi *et al.*, 2018). Hemolisis juga dapat mempengaruhi pemeriksaan trombosit, karena fragmen sel darah yang pecah dapat terdeteksi sebagai trombosit oleh *hematology analyzer* (D'Souza, Briggs *and* Machin, 2015).

2.1.4.3 Penyebab hemolisis

Permasalahan yang sering muncul di lapangan adalah penolakan sampel akibat terjadinya hemolisis. Jika sampel mengalami hemolisis, umumnya diperlukan pengambilan ulang (Adiga *et al.*, 2016). Berdasarkan faktor penyebab terjadinya hemolisis menurut Garcia, (2020) yaitu:

1) Hemolisis *in vivo*

Hemolisis *in vivo* ditandai dengan rusaknya sel darah merah karena penyebab endogen. Pecahnya sel darah merah sebelum waktunya, ini dapat disebabkan oleh reaksi transfusi darah, penyakit autoimun, ataupun anemia hemolitik. Kurang dari 2% sampel hemolisis yang terdeteksi di laboratorium klinis disebabkan oleh proses *in vivo*.

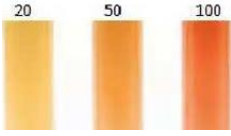
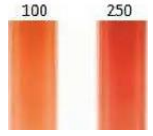
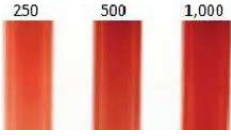
2) Hemolisis *in vitro*

Pada kasus ini, pecahnya sel darah merah disebabkan oleh pengambilan darah atau penanganan sampel yang tidak tepat. Hemolisis jenis ini dapat disebabkan oleh flebotomi yang menggunakan jarum yang terlalu tipis, pencampuran tabung yang tidak tepat, atau waktu *tourniquet* yang terlalu lama, serta karena hal-hal yang berkaitan dengan pengangkutan atau penyimpanan sampel. Selain itu, hemolisis jenis ini merupakan hemolisis yang lebih banyak melibatkan laboratorium klinis dalam upaya mengurangi kejadiannya. Menurut Simundic *et al* (2020), terdapat beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk untuk meminimalisir terjadinya sampel hemolisis secara *in vitro*, yaitu dengan memperhatikan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pada tahap pra-analitik, analitik, maupun *post* analitik.

2.1.4.4 Klasifikasi derajat hemolisis

Hemolisis dapat diamati secara langsung dan penting untuk dilakukan analisis visual untuk memperkirakannya. Tingkat hemolisis dapat diukur berdasarkan intensitas warna yang muncul (Jonge *et al.*, 2018). Warna merah akibat hemolisis dapat mengganggu penyerapan cahaya pada tes spektrofotometri, sehingga berpotensi menghasilkan data yang tidak akurat (Howanitz *et al.*, 2015). Menurut Adiga (2016) hemolisis ini dapat ditentukan melalui kadar hemoglobin dalam sampel, seperti yang ditunjukkan pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Derajat hemolisis berdasarkan kadar hemoglobin

Hemoglobin	Derajat Hemolisis
 Minimal <20 mg/dl	Tidak hemolisis
 20 50 100 20-100 mg/dl	Hemolisis ringan
 100 250 100-250 mg/dl	Hemolisis sedang
 250 500 1,000 >250 mg/dl	Hemolisis berat

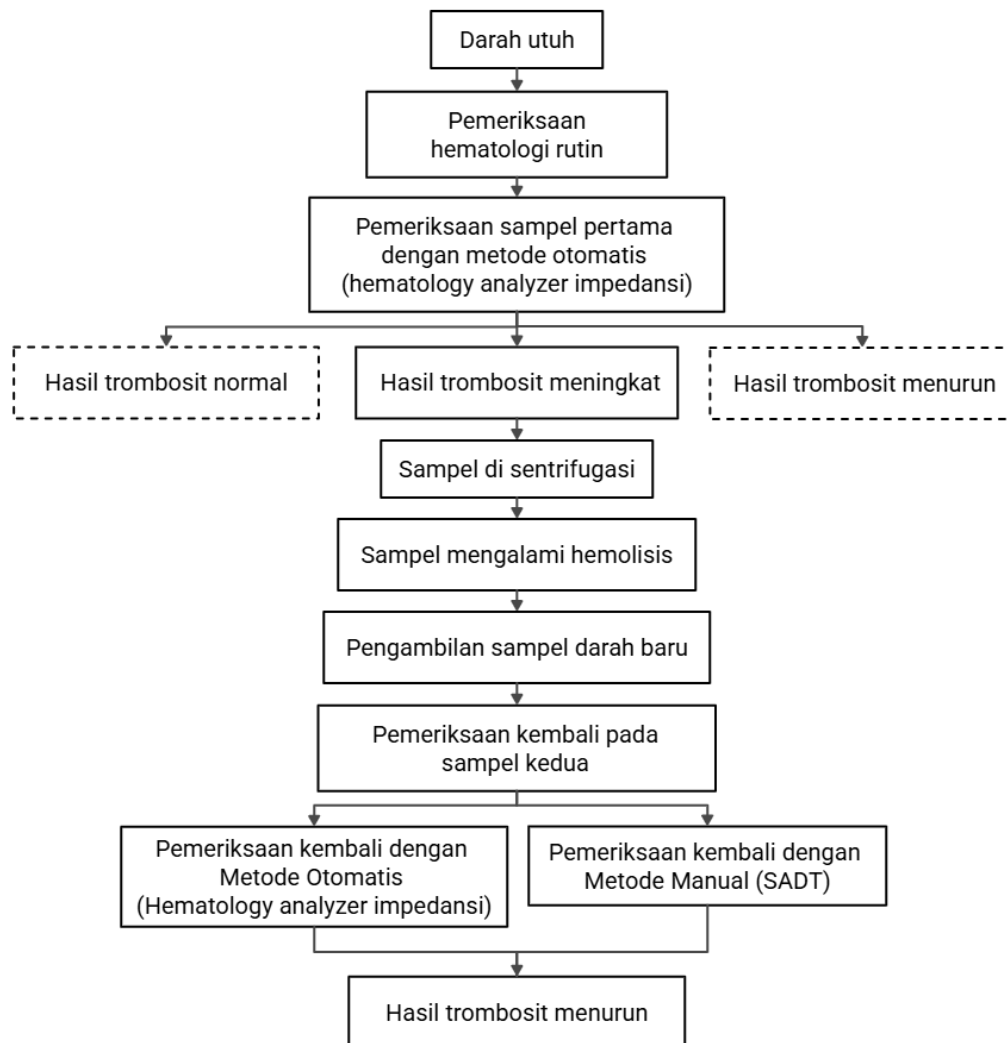
Sumber : Adiga *et al.*, (2016)

Secara umum, hemolisis tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap pengukuran kadar hemoglobin dalam sampel darah karena metode analisis yang digunakan dapat menghitung total hemoglobin tanpa membedakan antara hemoglobin yang berada di dalam eritrosit dan hemoglobin bebas di plasma. Sehingga menunjukkan tidak adanya perbedaan antara kadar hemoglobin pada sampel hemolisis dan *non*-hemolisis (Ramdhani *et al.*, 2024).

Pada derajat hemolisis ini, semakin tinggi indeks hemolisis akan semakin besar kemungkinan hasil pemeriksaan menjadi tidak akurat, karena hemolisis menyebabkan pelepasan hemoglobin bebas dan komponen intraseluler lain dari eritrosit ke dalam plasma, yang dapat mengganggu proses terutama pada

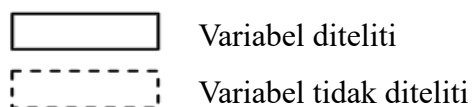
pemeriksaan berbasis spektrofotometri atau impedansi. Hemoglobin bebas ini dapat menyebabkan hasil yang bias, seperti trombosit yang terbaca lebih tinggi (*false high*) (Jonge *et al.*, 2018).

2.2 Kerangka penelitian



Gambar 2.9 Kerangka penelitian

Keterangan:



BAB III

METODE STUDI KASUS

3.1 Rancangan studi kasus

Studi kasus ini mendeskripsikan tentang kasus di bidang hematologi mengenai Pemeriksaan Hitung Jumlah Trombosit Pada Sampel Darah yang Mengalami Hemolisis dengan Menggunakan Alat *Hematology Analyzer*.

3.2 Objek studi kasus

Objek studi kasus yang digunakan adalah sampel darah *Whole Blood* dengan antikoagulan K3EDTA.

3.3 Fokus studi kasus

Studi kasus pada penelitian ini berfokus pada pemeriksaan darah rutin seorang pasien laki-laki berinisial N dengan usia 16 tahun yang telah terdiagnosis Demam Berdarah *Dengue* (DBD) di ruang rawat inap. Pada pemeriksaan minggu ke-1, hasil menunjukkan jumlah trombosit sebesar 53.000/ μ L, yang sesuai dengan kondisi trombositopenia pada pasien DBD. Namun, pada minggu ke-2, hasil menunjukkan peningkatan hingga 257.000/ μ L, yang tidak sejalan dengan kondisi klinis pasien serta jauh dari hasil pemeriksaan sebelumnya. Setelah di telusuri, sampel menunjukkan adanya hemolisis yang ditandai dengan plasma berwarna merah saat setelah proses sentrifugasi.

Sebagai langkah validasi, dilakukan pengambilan ulang sampel darah kedua dan dianalisis kembali menggunakan alat *hematology analyzer* Mindray BC-5000, dengan hasil 68.000/ μ L. Pemeriksaan uji *duplo* pada alat yang sama juga dilakukan

dengan memperoleh hasil 66.000/ μ L, namun hasil tersebut berada pada kategori nilai kritis rendah $<70/\mu$ L, sehingga diharuskan melakukan uji konfirmasi menggunakan metode manual tidak langsung dengan SADT memperoleh hasil sebesar 56.000/ μ L. Berdasarkan keseluruhan evaluasi, maka hasil pemeriksaan trombosit yang dilaporkan adalah hasil dari sampel darah kedua yaitu sebesar 68.000/ μ L.

3.4 Pengumpulan data studi kasus

Data pada studi kasus ini diketahui setelah pemeriksaan trombosit pertama menunjukkan terdapat hasil yang tidak sesuai dengan kondisi klinis pasien dan berbeda jauh dari hasil pemeriksaan sebelumnya. Pada minggu ke-1, pasien tersebut menjalani pemeriksaan hematologi rutin, lalu pada minggu ke-2 pasien kembali menjalani pemeriksaan.

3.4.1 Tahap pra-analitik

Dalam proses awal pemeriksaan laboratorium, seluruh rangkaian proses awal dilakukan untuk memastikan kelancaran analisis, mulai dari pengambilan sampel, penerimaan sampel, serta pengecekan kondisi sampel. Adapun rangkaian kegiatan tersebut meliputi:

- a) Pengambilan darah dilakukan oleh perawat yang berada di ruang rawat inap.
- b) Sampel darah diterima dari ruang rawat inap dan dikirimkan ke laboratorium IGD melalui *lift* sampel.
- c) Petugas melakukan verifikasi identitas dengan mencocokkan *barcode* pada tabung dan formulir permintaan pemeriksaan.

- d) Sampel kemudian disimpan sementara di alat *shaker rotator* sebelum pemeriksaan dilakukan.
- e) Jika hasil pemeriksaan awal terdapat kecurigaan terhadap hasil, maka harus dilakukan sentrifugasi (3.500 rpm selama 5 menit) untuk mengevaluasi kondisi plasma.

Catatan: Melakukan pengambilan ulang sampel darah menggunakan teknik yang benar sesuai prosedur.

3.4.2 Tahap analitik

Pada tahap ini, sampel diproses menggunakan alat *hematology analyzer* mindray BC-5000. Prosedur pemeriksaan pada alat ini dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a) Pilih menu pemeriksaan, jika pemeriksaan hematologi rutin pilih mode WBC+CBC, jika pemeriksaan hematologi rutin pilih mode CBC+*Diff Quick*
- b) Pilih tampilan “*next sample*”.
- c) Masukkan ID pasien (4 angka terakhir dari nomor order laboratorium).
- d) Tekan “*next*”, selanjutnya “*OK*”.
- e) Posisikan tabung berisi sampel secara tegak lurus pada jarum penghisap pada alat, pastikan jarum berada diposisi tengah pada darah.
- f) Tekan tuas penghisap agar darah terambil untuk dianalisis.
- g) Setelah darah terhisap, jarum akan otomatis masuk ke dalam alat, dan tabung dapat di keluarkan.
- h) Hasil akan keluar dalam bentuk *print out*.
- i) Hasil divalidasi, lalu dicatat ke dalam buku hasil pemeriksaan.

Namun, hasil pada pemeriksaan awal ini menimbulkan keraguan karena terdapat peningkatan jauh dari hasil minggu ke-1 dan hasil yang tidak sesuai dengan kondisi klinis pasien, sehingga dilakukan proses sentrifugasi menggunakan kecepatan 3.500 rpm (*Revolutions Per Minute*) dengan waktu 5 menit untuk melihat kondisi plasma. Hasil sentrifugasi menunjukkan sampel yang mengalami hemolisis, sehingga dilakukan pengambilan ulang sampel darah dan pemeriksaan kembali. Hasil pemeriksaan pada sampel darah kedua menunjukkan jumlah trombosit yang lebih rendah.

Untuk validasi hasil, dilakukan juga pemeriksaan Sediaan Apus Darah Tepi (SADT) yang dilakukan oleh petugas laboratorium dengan menggunakan metode manual tidak langsung, langkah-langkah tersebut meliputi:

- a) Ambil sebagian kecil sampel darah dari tabung EDTA.
- b) Teteskan pada ujung objek kaca (*slide*) bersih.
- c) Buat apusan darah menggunakan *slide* penarik dengan sudut $\pm 30-45^\circ$, lalu tarik cepat hingga terbentuk apusan tipis, namun apusan tersebut dilakukan tanpa pewarnaan.
- d) Amati di bawah mikroskop dengan pembesaran 100x.
- e) Hitung jumlah trombosit pada 10 lapang pandang, lalu kalikan hasil jumlah trombosit dengan faktor 2.000 untuk memperoleh estimasi jumlah trombosit / μL .

3.4.3 Tahap pasca-analitik

Pada tahap pasca-analitik, hasil akhir dicatat terlebih dahulu dalam pembukuan hasil pemeriksaan, kemudian diinput dalam sistem *Laboratory*

Information System (LIS) yang terhubung dengan rekam medis pasien. Selanjutnya, hasil pemeriksaan dicetak dan dilaporkan secara resmi kepada dokter penanggung jawab pasien untuk ditindak lanjuti.

3.5 Etik studi kasus

Penelitian studi kasus ini dilakukan dengan prinsip adil, baik dan hormat. Adil dilakukan dengan tidak membedakan objek penelitian, baik dilakukan dengan tidak menimbulkan kerugian pada objek penelitian, dan hormat dilakukan dengan meminta izin dan menjaga kerahasiaan pihak terkait.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil penelitian

Pada kasus ini, terdapat sampel *Whole Blood* dari seorang pasien laki-laki berusia 16 tahun, dari ruang rawat inap untuk menjalani pemeriksaan hematologi darah rutin yang dilakukan dengan dua waktu pemeriksaan yang berbeda. Adapun hasil pemeriksaan tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Hasil pemeriksaan trombosit

No	Waktu pemeriksaan	Sampel	Alat Pemeriksaan	Kondisi sampel	Hasil Trombosit	Nilai Rujukan Trombosit
1.	Minggu ke-1	Sampel pertama	<i>Hematology analyzer</i>	<i>Non-hemolisis</i>	53.000/ μ L	
2.	Minggu ke-2	Sampel pertama	<i>Hematology analyzer</i>	Hemolisis	257.000/ μ L	
		Sampel kedua	<i>Hematology analyzer</i>	<i>Non-hemolisis</i>	68.000/ μ L	150.000-450.000/ μ L
			<i>Hematology analyzer (Duplo)</i>	<i>Non-hemolisis</i>	66.000/ μ L	
			SADT	<i>Non-hemolisis</i>	56.000/ μ L	

Berdasarkan tabel 4.1, Pada minggu ke-1 telah menjalani pemeriksaan darah rutin dengan hasil jumlah trombosit sebesar 53.000/ μ L. Namun pada minggu ke-2, hasil dari sampel darah pertama menunjukkan peningkatan jumlah trombosit hingga 257.000/ μ L, yang setelah ditelusuri diketahui penyebab peningkatan tersebut adalah akibat sampel mengalami hemolisis yang mempengaruhi hasil pemeriksaan. Sebagai tindak lanjut, dilakukan pengambilan ulang sampel darah baru, yang

kemudian diperiksa kembali menggunakan alat *hematology analyzer*. Hasil dari pemeriksaan sampel kedua menunjukkan jumlah trombosit yang lebih rendah dibandingkan sebelumnya, sebagaimana yang tercantum pada tabel 4.1 Untuk meningkatkan validitas hasil, dilakukan pemeriksaan *duplo* yang hasilnya menunjukkan konsistensi dengan pemeriksaan sebelumnya, namun hasil tersebut masih dalam kisaran kritis rendah sehingga harus dilakukan pemeriksaan uji konfirmasi manual melalui pemeriksaan mikroskopis SADT. Penghitungan jumlah trombosit dari 10 lapang pandang yang kemudian dikalikan dengan faktor 2.000 memperoleh nilai yang mendekati hasil pemeriksaan menggunakan alat *analyzer* yaitu 56.000/ μ L. Hasil akhir yang dilaporkan pada sampel kedua ini adalah 68.000/ μ L.

4.2 Pembahasan

Trombosit adalah fragmen kecil sitoplasma dari megakariosit yang berperan penting dalam hemostasis, namun karena ukurannya yang kecil serta sifatnya yang rapuh, trombosit rentan terhadap kerusakan selama proses pemeriksaan (Scridon, 2022). Hemolisis yaitu pecahnya eritrosit yang dapat menghasilkan fragmen atau debris yang menyerupai trombosit dan mengganggu keakuratan penghitungan trombosit oleh alat otomatis (Garcia, 2020).

Pada studi kasus ini, ditemukan adanya sampel yang mengalami hemolisis sebagai penyebab utama meningkatnya hasil pemeriksaan trombosit secara signifikan. Peningkatan tersebut menimbulkan keraguan karena hasil yang diperoleh tidak sejalan dengan teori penurunan trombosit pada penderita *dengue*, serta menunjukkan perbedaan hasil yang cukup jauh dari pemeriksaan sebelumnya.

Pemeriksaan Laboratorium yang menjadi fokus dalam kasus ini adalah pemeriksaan jumlah trombosit, baik menggunakan metode otomatis yang dilakukan dengan alat *hematology analyzer* mindray BC-5000, maupun melalui metode manual tidak langsung yang dilakukan dengan pembuatan Sediaan Apus Darah Tepi (SADT).

Hasil pemeriksaan minggu ke-1 jumlah trombosit pasien tercatat sebesar 53.000/ μ L yang menandakan trombositopenia. Namun pada pemeriksaan minggu ke-2, hasil awal yang diperoleh dari sampel pertama menggunakan alat *hematology analyzer* mindray BC-5000 dengan metode *electrical impedance*, hitung jumlah trombosit diperoleh hasil sebesar 257.000/ μ L yang menunjukkan adanya peningkatan hasil. Nilai ini masih berada dalam batas nilai rujukan normal yaitu 150.000-450.000/ μ L, sebagaimana yang tercantum pada tabel 4.1 hasil studi kasus. Meski secara numerik hasil tersebut berada dalam batas normal, namun hal ini menimbulkan keraguan mengingat kondisi klinis pasien telah terdiagnosis *dengue*. Selain itu, terdapat selisih yang cukup jauh antara hasil minggu ke-2 dengan minggu sebelumnya. Berdasarkan penelitian Alexander *et al* (2024), sebagian besar kasus DBD menunjukkan jumlah trombosit yang menurun drastis hingga di bawah 100.000/ μ L, bahkan pada kasus berat dapat turun hingga di bawah 50.000/ μ L. Oleh karena itu, hasil pemeriksaan pada minggu ke-2 yang menunjukkan peningkatan trombosit, mengarah pada dugaan terjadinya kesalahan pemeriksaan atau adanya faktor yang mempengaruhi akurasi hasil analisis.

Sebagai evaluasi lebih lanjut, hemolisis diketahui saat setelah dilakukan sentrifugasi menggunakan kecepatan 3.500 rpm (*Revolutions Per Minute*) dengan waktu 5 menit, yang kemudian menghasilkan plasma merah pada sampel darah.

Menyadari adanya hemolisis pada sampel, petugas Laboratorium memutuskan untuk melakukan pengambilan sampel ulang. Sampel kedua yang diperoleh kemudian diperiksa kembali menggunakan alat *hematology analyzer* mindray BC-5000. Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa terdapat penurunan jumlah trombosit menjadi 68.000/ μ L, yang lebih sesuai dengan kondisi klinis pasien yang mengalami DBD. Kemudian dilakukan pemeriksaan *duplo* pada sampel darah kedua tersebut menggunakan alat yang sama dan hasil diperoleh sebesar 66.000/ μ L. Namun, hasil yang dilaporkan yaitu hasil yang pertama yakni 68.000/ μ L.

Penurunan jumlah trombosit ini mengindikasikan bahwa salah satu manifestasi hematologis utama pada DBD adalah trombositopenia. Mekanisme utama terjadinya trombositopenia pada DBD mencakup penghambatan produksi trombosit di sumsum tulang akibat infeksi virus *dengue*, peningkatan destruksi trombosit melalui mekanisme imun, serta peningkatan permeabilitas kapiler yang mengakibatkan trombosit terjebak di jaringan perifer (Bain, 2023).

Sebagai upaya untuk memastikan keakuratan hasil, pemeriksaan konfirmasi kemudian dilakukan menggunakan metode manual tidak langsung, yaitu pembuatan Sediaan Apus Darah Tepi (SADT) tanpa pewarnaan. Pemeriksaan ini dilakukan sebagai tindak lanjut dari hasil hitung jumlah trombosit sebesar 68.000/ μ L yang termasuk dalam kategori nilai kritis rendah yakni $<70/\mu$ L. Sehingga sesuai dengan prosedur laboratorium di rumah sakit tersebut diperlukan pemeriksaan konfirmasi untuk memastikan keakuratan hasil. Pemeriksaan SADT ini dilakukan oleh petugas laboratorosium dengan menghitung jumlah trombosit secara mikroskopis menggunakan pembesaran lensa objektif 100x pada 10 lapang

pandang, selanjutnya hasil dikalikan dengan faktor 2.000. Setelah dilakukan perhitungan, hasil trombosit diperoleh sebanyak 56.000/ μ L. Hasil pemeriksaan manual ini menunjukkan selisih yang tidak terlalu jauh dengan hasil pemeriksaan otomatis, yakni 68.000/ μ L. Menurut Bain (2023), meskipun metode manual lebih subjektif dan tergantung pada keterampilan analis, tetap menjadi metode referensi untuk validasi hasil pemeriksaan hematologi, terutama dalam kondisi dimana hasil pemeriksaan otomatis yang meragukan.

Untuk menelusuri lebih lanjut penyebab ketidaksesuaian hasil pemeriksaan trombosit antara sampel pertama dan kedua, maka ditelusuri berdasarkan tiga tahapan utama pada pemeriksaan Laboratorium, yaitu pra-analitik, analitik, dan pasca-analitik. Pada tahapan pra-analitik mencakup proses mulai dari pemberian identitas spesimen, pengambilan sampel, penanganan sampel, pengiriman sampel, hingga penyimpanan sampel (Yaqin *and* D, 2015). Berdasarkan kasus ini, identitas spesimen telah ditulis dengan benar menggunakan label *barcode* yang sesuai dengan data pasien. Langkah ini sudah sesuai prosedur dan efektif dalam meminimalkan risiko tertukarnya sampel, sehingga dapat dipastikan bahwa proses identifikasi spesimen tidak menjadi penyebab terjadinya hemolisis. Pada proses pengambilan sampel darah dilakukan oleh perawat di ruang rawat inap, sehingga prosedur detailnya tidak diketahui secara pasti. Namun, terdapat beberapa kemungkinan kesalahan yang dapat terjadi pada tahap ini, seperti yang dijelaskan oleh Sheehama, (2024) yaitu meliputi teknik pengambilan darah yang tidak tepat, penggunaan jarum berukuran kecil, penarikan darah yang terlalu cepat atau kasar, serta penggunaan *tourniquet* yang terlalu lama. Pada kasus ini, hemolisis yang

terjadi pada sampel pertama menunjukkan adanya kemungkinan bahwa proses pengambilan darah tidak dilakukan secara optimal. Hal ini diperkuat saat pengambilan sampel darah kedua dilakukan dengan lebih hati-hati dan sampel tersebut tidak mengalami hemolisis.

Penanganan sampel setelah pengambilan darah juga dilakukan oleh perawat di ruang rawat inap, sehingga prosedur spesifiknya tidak dapat diketahui secara rinci. Namun, berdasarkan SOP yang berlaku, terdapat beberapa potensi kesalahan pada tahap ini yang dapat menyebabkan hemolisis. Salah satunya adalah proses pengocokan sampel setelah darah dimasukkan ke dalam tabung EDTA. Proses ini seharusnya dilakukan sebanyak 8-10 kali secara perlahan untuk memastikan darah tercampur sempurna dengan EDTA dan mencegah pembekuan. Jika pengocokan dilakukan terlalu keras, maka sel darah merah dapat pecah dan menyebabkan hemolisis. Selain itu, jika darah dimasukkan ke dalam tabung dengan tekanan tinggi, hal ini juga dapat merusak membran sel darah merah, meningkatkan risiko hemolisis. Faktor lain yang juga perlu diperhatikan adalah volume darah yang tidak sesuai dengan jumlah EDTA dalam tabung. Ketidaksesuaian volume darah dapat menyebabkan perubahan osmolaritas yang berpotensi merusak sel darah merah. Pada kasus ini, sampel pertama yang mengalami hemolisis diketahui memiliki volume darah yang terlalu sedikit, sedangkan sampel kedua yang tidak mengalami hemolisis diketahui memiliki volume darah yang lebih memadai. Hal ini menunjukkan bahwa volume darah juga dapat menjadi faktor penyebab terjadinya hemolisis.

Sampel darah dikirimkan dari ruang rawat inap ke laboratorium menggunakan *lift* khusus sampel, yang dirancang untuk mengurangi guncangan dan menjaga suhu stabil selama pengiriman. Pada kasus ini, tidak ditemukan indikasi adanya masalah dalam proses pengiriman, karena dibuktikan dengan sampel kedua yang dikirim melalui *lift* yang sama, tidak menunjukkan tanda-tanda hemolisis. Dengan demikian, tahapan pengiriman dapat dikatakan telah dilakukan sesuai prosedur dan tidak menjadi faktor penyebab terjadinya hemolisis. Setelah diterima di laboratorium, sampel darah disimpan dalam *shaker rotator* pada suhu ruangan yang stabil sebelum dilakukan analisis. Penyimpanan ini telah dilakukan sesuai SOP, sehingga tahapan ini dapat dikategorikan sebagai tahapan yang tidak berisiko menyebabkan hemolisis.

Berdasarkan penelusuran yang telah dilakukan pada tahapan pra-analitik seperti identifikasi, pengiriman, dan penyimpanan spesimen telah dilakukan sesuai prosedur yang berlaku. Namun, tahapan yang paling berpotensi menimbulkan hemolisis pada kasus ini adalah pada saat proses pengambilan dan penanganan sampel. Temuan ini sejalan dengan pernyataan Sheehama (2024) yang menyebutkan bahwa teknik pengambilan darah dan penanganan sampel yang tidak tepat dapat menjadi faktor utama penyebab terjadinya hemolisis.

Sementara itu, apabila di telusuri dari kemungkinan terjadinya kesalahan pada tahap analitik, kasus ini kecil kemungkinannya terjadi. Tahap analitik ini mencakup kegiatan pemeliharaan dan kalibrasi alat, pelaksanaan prosedur pemeriksaan, serta pemantauan terhadap ketepatan hasil (Yaqin and D, 2015). Pada kasus ini, alat

hematology analyzer mindray BC-5000 yang digunakan telah menjalani kalibrasi dan kontrol kualitas harian sebelum pemeriksaan dilakukan.

Proses pemeriksaan juga dilaksanakan sesuai prosedur oleh petugas analis, dan tidak ditemukan adanya gangguan teknis maupun *error* pada sistem alat selama proses analisis berlangsung. Menurut Alanazi *et al.*, (2024), kesalahan pada tahap analitik umumnya disebabkan oleh kegagalan alat, reagen kadaluwarsa, atau kesalahan teknis saat proses analisis. Namun, tidak ditemukan bukti adanya faktor-faktor tersebut dalam studi kasus ini. Hasil pemeriksaan ulang menunjukkan konsistensi data, sehingga dapat disimpulkan bahwa tahap analitik berjalan dengan baik.

Adapun pada tahap pasca-analitik, yang mencakup proses validasi, pencatatan, serta pelaporan hasil (Yaqin *and* D, 2015). Tahapan ini sangat penting untuk memastikan hasil yang dikeluarkan benar-benar akurat dan sesuai dengan kondisi klinis pasien. Pada kasus ini, prosedur validasi hasil telah dilakukan dengan baik sesuai dengan standar operasional. Setiap hasil pemeriksaan yang akan dilaporkan terlebih dahulu divalidasi oleh petugas analis sebelum hasil tersebut dikeluarkan. Proses validasi ini dilakukan dengan membandingkan hasil pemeriksaan laboratorium dengan kondisi klinis pasien serta riwayat hasil pemeriksaan sebelumnya. Langkah ini sangat penting untuk memastikan bahwa hasil yang dikeluarkan telah melalui pengecekan ulang agar tidak terjadi kesalahan interpretasi.

Setelah proses validasi selesai dilakukan, hasil pemeriksaan dicatat pada buku hasil pemeriksaan untuk memastikan semua data terekam dengan baik. Pencatatan

ini menjadi langkah penting untuk dokumentasi, sehingga apabila diperlukan penelusuran ulang, data tersebut dapat diakses kembali dengan mudah. Pelaporan hasil dilakukan menggunakan *Laboratory Information System (LIS)* yang terintegrasi dengan data pasien. Sistem ini berfungsi untuk mengurangi kemungkinan kesalahan input serta mempercepat proses pengiriman hasil ke bagian terkait.

Setelah ditelusuri, petugas Laboratorium telah melaksanakan tahapan pasca-analitik secara optimal, mulai dari validasi, pencatatan, hingga pelaporan hasil. Evaluasi kritis terhadap hasil pemeriksaan awal dari sampel pertama yang tidak sesuai dengan kondisi klinis pasien telah dilakukan dengan cermat. Sehingga potensi kesalahan pada tahap pasca-analitik dapat diminimalisir, dan hasil yang dilaporkan lebih akurat serta valid.

Berdasarkan fakta hasil pemeriksaan dan teori yang telah dianalisis, kasus ini menekankan pentingnya pengendalian mutu, terutama pada tahap pra-analitik dalam pemeriksaan Laboratorium hematologi. Ketidakakuratan hasil Laboratorium bukan hanya berpotensi menimbulkan kesalahan dalam penegakan diagnosis, tetapi juga dapat berpengaruh langsung terhadap keselamatan pasien.

Apabila prosedur ini diterapkan pada kasus-kasus lain yang serupa, maka terdapat beberapa manfaat salah satunya dapat meningkatkan akurasi diagnosis yang pada akhirnya akan mempercepat proses penanganan pasien serta meningkatkan kepercayaan masyarakat terhadap mutu pelayanan laboratorium. Selain itu, penerapan prosedur ini juga dapat memperkuat sistem pengendalian mutu laboratorium dan meminimalisir risiko terjadinya kesalahan hasil

pemeriksaan di masa mendatang. Namun, penerapan prosedur validasi ini juga memiliki konsekuensi, seperti potensi peningkatan waktu tunggu hasil pemeriksaan akibat adanya proses konfirmasi ulang, serta bertambahnya beban kerja dan biaya operasional rumah sakit. Maka, rumah sakit perlu menyesuaikan kebijakan penerapan prosedur ini dengan mempertimbangkan ketersediaan sumber daya, baik dari segi tenaga, waktu, maupun fasilitas, tanpa mengabaikan prinsip utama pelayanan kesehatan, yaitu keselamatan pasien (*patient safety*).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa hemolisis dapat menyebabkan hasil jumlah trombosit menjadi tidak akurat. Pada kasus ini, sampel yang hemolisis menunjukkan peningkatan nilai trombosit normal ($257.000/\mu\text{L}$). Setelah pengambilan ulang dan dilakukan pemeriksaan ulang dengan sampel *non*-hemolisis menunjukkan hasil lebih rendah ($68.000/\mu\text{L}$). Hal ini menunjukkan bahwa kesalahan terjadi pada tahap pra-analitik yang kurang tepat, sehingga menimbulkan hemolisis yang mengganggu keakuratan hasil.

5.2 Saran

Sebagai tindak lanjut dari hasil analisis studi kasus ini, disarankan untuk lebih memerhatikan dalam proses pengambilan sampel darah dengan lebih berhati-hati guna meminimalisir kemungkinan terjadinya hemolisis yang dapat mempengaruhi akurasi hasil pemeriksaan. Selain itu, petugas laboratorium juga perlu senantiasa mengedepankan proses validasi hasil, terutama apabila ditemukan ketidaksesuaian hasil pemeriksaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiga, U. and S., Y. (2016) 'Hemolitic Index : A Tool to Measure Hemolitic in Vitro', *IOSR Journal of Biotechnology and Biochemistry (IOSR-JBB)*, 2(2), pp. 49–52. Available at: www.iosrjournals.org.
- Afzal, M., Indira, V. and Duraiswami, C. (2019) 'Role of peripheral blood smear examination and manual platelet counts as an adjunct to automated platelet counts', *MRIMS Journal of Health Sciences*, 7(3), p. 81. Available at: <https://doi.org/10.4103/2321-7006.302664>.
- Al-Hosni, Z.S. *et al.* (2016) 'Reproducibility of manual platelet estimation following automated low platelet counts', *Oman Medical Journal*, 31(6), pp. 409–413. Available at: <https://doi.org/10.5001/omj.2016.83>.
- Alanazi, M.F. *et al.* (2024) 'Laboratory testing errors: pre-analytical, analytical, and post-analytical phases', *Tec Empresarial*, 6(1). Available at: <https://revistastecac.cr/index.php/TEC/article/view/109/110>.
- Alexander, P. *et al.* (2024) 'Hubungan nilai hematokrit dan jumlah trombosit terhadap derajat iii dan iv pasien demam berdarah *dengue* di rsud dr. Pirngadi kota medan tahun 2022', *Majalah Ilmiah METHODODA*, 14(1), pp. 51–59. Available at: <https://doi.org/10.46880/methoda.Vol14No1.pp51-59>.
- Amalia, L. (2022) 'Peran Platelet-Selectin sebagai Marker Agregasi Trombosit pada Trombosis Sinus Venosus Serebral', *Jurnal Neuroanestesi Indonesia*, 11(3), pp. 206–215. Available at: <https://doi.org/10.24244/jni.v11i3.407>.
- Anchinmane, V.T. and Sankhe, S. V. (2019) 'Utility of peripheral blood smear in platelet count estimation', *International Journal of Research in Medical Sciences*, 7(2), p. 434. Available at: <https://doi.org/10.18203/2320-6012.ijrms20190348>.
- Aruga, Y. *et al.* (2021) 'Convenience of Hgb-O detected by optical method in XN-series hematology analyzers in evaluating hemoglobin concentration in samples with chylous turbidity', *Scientific Reports*, 11(1), pp. 1–9. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-94394-z>.
- Azman, W.N.W. *et al.* (2019) 'Hemolyzed specimens: Major challenge for identifying and rejecting specimens in clinical laboratories', *Oman Medical Journal*, 34(2), pp. 94–98. Available at: <https://doi.org/10.5001/omj.2019.19>.

- Bain, B.J. (2023) *Blood Cells, Mechanics of Cells and Tissues in Diseases: Biomedical Applications: Volume 2*. Available at: <https://doi.org/10.1515/9783110989380-0014>.
- Bio-Medical, M. (2020) *BC-5000 Auto Hematology Analyzer*. Available at: [http://res.mindray.com/en/media/products/document/BC-5000\(V1\)20131113.pdf](http://res.mindray.com/en/media/products/document/BC-5000(V1)20131113.pdf).
- Boscher, J. *et al.* (2020) 'Blood platelet formation at a glance', *Journal of Cell Science*, 133(20), pp. 1–8. Available at: <https://doi.org/10.1242/jcs.244731>.
- Bransky, A. *et al.* (2021) 'Special Report a Novel Approach to Hematology Testing at the Point of Care', *The journal of applied laboratory medicine*, 6(March), pp. 532–542. Available at: <https://doi.org/10.1093/jalm/jfaa186>.
- Chen, S. *et al.* (2024) 'Micro–Red Blood Cell, Fragmented Red Blood Cell, Platelet Distribution Width, Mean Platelet Volume, and Platelet–Large Cell Ratio on Sysmex XN Series Hematology Analyzers Can Be Used for the Reflex Test of Impedance Platelet Count in Clinical Practice', *Archives of Pathology and Laboratory Medicine*, 148(1), pp. 61–67. Available at: <https://doi.org/10.5858/arpa.2022-0030-OA>.
- Clark, K.B. *et al.* (2016) 'Characterization of *Dengue* virus 2 growth in megakaryocyte–erythrocyte progenitor cells', *Virology*, 493, pp. 162–172. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.virol.2016.03.024>.
- Coenen, D.M. *et al.* (2021) 'The multifaceted contribution of platelets in the emergence and aftermath of acute cardiovascular events', *Atherosclerosis*, 319, pp. 132–141. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.atherosclerosis.2020.12.017>.
- D'Souza, C., Briggs, C. and Machin, S.J. (2015) 'Platelets. The Few, the Young, and the Active.', *Clinics in Laboratory Medicine*, 35(1), pp. 123–131. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cll.2014.11.002>.
- Darmawan, A. and Irawan, R. (2015) 'Mengenai CPOB Untuk Produk Darah', *Jmj*, 3(2), pp. 111–118. Available at: <https://online-journal.unja.ac.id/kedokteran/article/view/3087>.
- Deng, J. *et al.* (2023) 'Application of the fluorescence method on Sysmex XN9000 hematology analyzer for correcting platelet count in individuals with microcytosis', *Laboratory Medicine*, 54(1), pp. 10–13. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/labmed/lmac063>.

- Dewi, D., Hardisari, R. and Martono, B. (2019) 'Pengaruh Kadar Hemoglobin Dalam Serum Terhadap Hasil Pemeriksaan Kadar Asam Urat', *Doctoral dissertation, Poltekkes Kemenkes Yogyakarta* [Preprint]. Available at: <http://eprints.poltekkesjogja.ac.id/1065/>.
- Dhakar, S. *et al.* (2018) 'Platelet count estimation using unstained and stained peripheral blood smears: A comparative study', *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 7(12), p. 7. Available at: <https://doi.org/10.7860/JCDR/2018/35640.11816>.
- Eisinger, F., Patzelt, J. and Langer, H.F. (2018) 'The platelet response to tissue injury', *Frontiers in Medicine*, 5(NOV), pp. 1–15. Available at: <https://doi.org/10.3389/fmed.2018.00317>.
- Faruq, Z.H. (2018) 'Analisis Darah Lisis Terhadap Nilai Trombosit Menggunakan Metode Electrical Impedance', *Jurnal Labora Medika*, 2(1), pp. 11–13. Available at: <https://jurnal.unimus.ac.id/index.php/JLabMed/article/view/3343>.
- Firani N, K. (2018) *Mengenal Sel-Sel Darah dan Kelainan Darah*, Universitas Brawijaya Press. Universitas Brawijaya Press.
- Gajurel, K., Dhakal, R. and Deresinski, S. (2024) 'Arbovirus in Solid Organ Transplants : A Narrative Review of the Literature', *Viruses*, 16(11), pp. 1–26. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/v16111778>.
- Garcia, F.M. (2020) 'Methods for hemolysis interference study in laboratory medicine—a critical review', *Ejifcc*, 31(1), p. 85. Available at: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7109502/>.
- Ghofur, A., Suparyati, T. and Fatimah, S. (2022) 'Pengaruh Variasi Waktu Fiksasi Sediaan Apus Darah Tepi (SADT) pada Pengecatan Giemsa terhadap Morfologi Sel Darah Merah', *Jurnal Kebidanan Harapan Ibu Pekalongan*, 9(1), pp. 27–33. Available at: <https://doi.org/10.37402/jurbidhip.vol9.iss1.171>.
- Giavarina, D. and Lippi, G. (2017) 'Blood Venous Sample Collection', *Clinical Biochemistry*, 50(10–11), pp. 568–573. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2017.02.021>.

- Gorte, T., Deshmukh, A. and Gangane, N. (2020) 'Automated versus manual method for reticulocyte count: A comparative study in rural central India', *Iraqi Journal of Hematology*, 9(2), pp. 145–149. Available at: https://doi.org/10.4103/ijh.ijh_42_20.
- Halim, R. and Rifal, M. (2024) 'Trombositopenia pada Demam Berdarah *Dengue*', *UMI Medical Journal*, 9(1), pp. 1–9. Available at: <https://doi.org/10.33096/umj.v9i1.288>.
- Hall, J.E. and Hall, M.E. (2018) *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology E-Book: Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology E-Book*. Elsevier Health Sciences. Elsevier Health Sciences.
- Hoffbrand, V. *et al.* (2016) *Postgraduate Haematology*. Edited by A. V Hoffbrand *et al.* John Wiley & Sons.
- Holinstat, M. (2017) 'Normal platelet function', *Cancer and Metastasis Reviews*, 36(2), pp. 195–198. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10555-017-9677-x>.Normal.
- Howanitz, P.J. *et al.* (2015) 'Clinical laboratory quality practices when hemolysis occurs', *Archives of Pathology and Laboratory Medicine*, 139(7), pp. 901–906. Available at: <https://doi.org/10.5858/arpa.2014-0252-CP>.
- Hu, Y. (2025) 'Advances and challenges in platelet counting: evolving from traditional microscopy to modern flow cytometry', *Journal of Laboratory Medicine*, 49(1), pp. 2–13. Available at: <https://doi.org/10.1515/labmed-2024-0135>.
- Ikram, N. (2024) 'Haematology Analyzers-Something More Than the Simple Blood Cells', *Journal of Haematology and Stem Cell Research*, 4(2), pp. 220–224.
- Jonge, G. *et al.* (2018) 'Interference of in vitro hemolysis complete blood count', *Journal of clinical laboratory analysis*, 32(5), p. 18. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jcla.22396>.
- Kafrawi, V.U., Dewi, N.P. and Adelin, P. (2019) 'Gambaran Jumlah Trombosit dan Kadar Hematokrit Pasien Demam Berdarah *Dengue* di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang', *Health and Medical Journal*, 1(1), pp. 38–44. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.33854/heme.v1i1.217>.
- Keohane, E.M. *et al.* (2024) *Rodak's Hematology-E-Book: Rodak's Hematology-E-Book*. Edited by M. Elsevier Health Sciences.

- Khalimova, Y. (2025) 'Morphology of pathological forms of platelets', *Modern Science and Research*, 4(2), pp. 749–759. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.14879659>.
- Khazali, A.S. *et al.* (2024) 'Thrombocytopenia in *dengue* infection: mechanisms and a potential application', *Expert reviews in molecular medicine*, 26, p. e26. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1017/erm.2024.18>.
- Kurniawan, L.B. (Liong) (2016) 'Konfirmasi Apusan Darah Tepi untuk Pseudotrombositopenia', *Cermin Dunia Kedokteran*, p. 398487. Available at: <https://www.neliti.com/id/publications/398487/>.
- Lippi, G. *et al.* (2018) 'Practical recommendations for managing hemolyzed samples in clinical chemistry testing', *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 56(5), pp. 718–727. Available at: <https://doi.org/doi.org/10.1515/cclm-2017-1104>.
- Lupuo, S. and Soga, G.D. (2015) 'Description of the results of examination of thrombocyte levels in pregnant women in puskesmas kabila', *BONE BOLANGO DISTRICT. Hulonthalo Jurnal Ilmu Kesehatan*, 2(1), pp. 32–44.
- Mankar, P.D. *et al.* (2024) 'Enhancing Quality in Hematology Laboratory Testing: A Comprehensive Review of Preanalytical Phase Errors and Prevention Strategies', *Journal of Applied Hematology*, 15(2), pp. 95–101. Available at: https://doi.org/10.4103/joah.joah_3_24.
- Mayasari, R. *et al.* (2019) 'Karakteristik pasien demam berdarah *dengue* pada instalasi rawat inap RSUD Kota Prabumulih periode Januari–Mei 2016', *Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*, 29(1), pp. 39–50. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.22435/mpk.v29i1.271>.
- McKinnon, K.M. (2018) 'Flow cytometry: an overview.', *Current protocols in immunology*, 120(1), pp. 1–5. Available at: https://doi.org/10.1007/978-94-017-0623-0_1.
- McPherson, R.A. and Pincus, M.R. (2021) *Henry's clinical diagnosis and management by laboratory methods E-book*. Elsevier Health Sciences.
- Meijden, P.E.J. van der and Heemskerk, J.W.M. (2019) 'Platelet biology and functions: new concepts and clinical perspectives', *Nature Reviews Cardiology*, 16(3), pp. 166–179. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41569-018-0110-0>.

- Michael, H.T. *et al.* (2022) 'Improving quality control for in-clinic hematology analyzers: Common myths and opportunities', *Veterinary Clinical Pathology*, 51(3), pp. 302–310. Available at: <https://doi.org/10.1111/vcp.13154>.
- Ming, D.K. *et al.* (2022) 'The diagnosis of *dengue* in patients presenting with acute febrile illness using supervised machine learning and impact of seasonality', *Frontiers in digital health*, 4, p. 849641. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fdgth.2022.849641>.
- Moore, R. (2025) 'Preanalytical Errors, Analytical Errors, and Postanalytical Errors and Financial Performance of Hospitals', *Walden University*, p. 35. Available at: <https://scholarworks.waldenu.edu/dissertations>.
- Nugrahena, N.P., Sudarsono, T.A. and Wijayanti, L. (2021) 'Pengaruh Hemolisis Terhadap Nilai Trombosit Dengan Menggunakan Metode Direct Counting', *Jurnal Analis Medika Biosains (JAMBS)*, 8(2), p. 108. Available at: <https://doi.org/10.32807/jambs.v8i2.228>.
- Oktyani, N., fahriyan and Muhlisin, A. (2017) 'Akurasi Hitung Jumlah Eritrosit Metode Manual dan Metode Otomatis', *Medical Laboratory Technology Journal*, 3(2), pp. 37–41. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.31964/mltj.v3i2.166>.
- Oliveira, G.L. *et al.* (2017) 'Pre-analytical phase management: a review of the procedures from patient preparation to laboratory analysis', *Scandinavian journal of clinical and laboratory investigation*, 77(3), pp. 153–163. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/00365513.2017.1295317>.
- Pène, F., Russell, L. and Aubron, C. (2025) 'Thrombocytopenia in the intensive care unit : diagnosis and management', *Annals of Intensive Care*, 15(1), p. 25. Available at: <https://doi.org/10.1186/s13613-025-01447-x>.
- Prajapati, A.K. (2023) 'Comparison of Platelet Counts Estimated by Peripheral Blood Smear Examination and Automated Haematology Analyzer', *International Journal For Multidisciplinary Research*, 5(6), pp. 1–8. Available at: <https://doi.org/10.36948/ijfmr.2023.v05i06.10262>.
- Prajapati, A.K. (2024) 'Comparison of platelet count by automated hematology analyzer and peripheral blood smear in thrombocytopenic patient', *World Journal of Biology Pharmacy and Health Sciences*, 18(1), pp. 381–387. Available at: <https://doi.org/10.30574/wjbphs.2024.18.1.0218>.

- Praptomo, A.J. (2018) 'Perbandingan Hasil Pemeriksaan Hitung Jumlah Trombosit Metode Langsung (Rees Ecker), Metode Tidak Langsung (Fonio), Dan Metode Automatik (Hematologi Analyzer)', *Jurnal Medika*, 1, pp. 1–13. Available at: <http://jurnal.itkeswhs.ac.id/index.php/medika/article/view/34>.
- Putri, S.S., Maharani, E.A. and Astuti, D. (2024) 'Pengaruh garis bagi pada bilik hitung improved neubauer terhadap kesesuaian hitung jumlah trombosit', *Prosiding Asosiasi Institusi Pendidikan Tinggi Teknologi Laboratorium Medik Indonesia*, 3, pp. 371–377. Available at: <https://prosiding.aiptlmi-iasmlt.id/index.php/prosiding/article/view/265>.
- Raadsen, M. *et al.* (2021) 'Thrombocytopenia in virus infections', *Journal of Clinical Medicine*, 10(4), pp. 1–33. Available at: <https://doi.org/10.3390/jcm10040877>.
- Rahmawati, I. (2020) 'Pengolahan Serum Hemolisis Menggunakan Reagen Anti-Rh Pada Pemeriksaan Glukosa Darah Metode GOD-PAP', *Jurnal Analisis Medika Biosains (JAMBS)*, 7(2), p. 93. Available at: <https://doi.org/10.32807/jambs.v7i2.185>.
- Ramdhani, F.H. *et al.* (2024) 'Perbedaan Kadar Hemoglobin Pada Sampel Darah EDTA Yang Hemolisis dan Tidak Hemolisis', *Borneo Journal of Medical Laboratory Technology*, 7(1), pp. 526–530. Available at: <https://doi.org/10.33084/bjmlt.v7i1.7630>.
- Rizani, U. *et al.* (2024) 'Korelasi Jumlah Trombosit dengan Kadar Albumin pada Penderita Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kota Mataram', *Journal of Indonesia Laboratory Technology of Student (JILTS)*, 3(1), pp. 42–51. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.32807/jilts.v3i1.61>.
- Robier, C. (2020) 'Platelet morphology', *Journal of Laboratory Medicine*, 44(5), pp. 231–239. Available at: <https://doi.org/10.1515/labmed-2020-0007>.
- Runser, A., Schaning, C. and Amiral, J. (2021) 'An Optimized and Standardized Rapid Flow Cytometry Functional Method for Heparin-Induced Thrombocytopenia', *Biomedicines*, 15(3), p. 296. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/biomedicines9030296>.
- Sa'adah, S. (2018) 'Sistem peredaran darah manusia', in *Pendidikan biologi fakultas tarbiyah dan keguruan uin sunan gunung djati*. BANDUNG: Bandung, pp. 1–58. Available at: <https://idschool.net/smp/sistem-peredaran-darah-manusia/>.

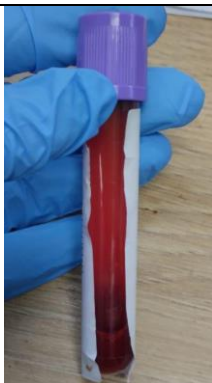
- Salazar, J.M. and Dávila, L.P. (2021) 'Critical Systematic Errors in the Implementation and Follow-up of Performance in the Hematology Area: A Prospective Study', *Revista Medicina Universitaria*, 20(1), pp. 22–34. Available at: <https://doi.org/10.24875/rmu.m18000010>.
- Scridon, A. (2022) 'Platelets and Their Role in Hemostasis and Thrombosis—From Physiology to Pathophysiology and Therapeutic Implications', *International Journal of Molecular Sciences*, 23(21). Available at: <https://doi.org/10.3390/ijms232112772>.
- Shafi, A., Jeelani, N. and Jeelani, M. (2020) 'Comparison Of Platelet Count By Automated And Manual Methods, A Study And Review Of Literature In A Medical College Hospital In Kashmir', *British Journal of Medical & Health Sciences (BJMHS)*, 2(4), pp. 177–188. Available at: www.jmhsci.org.
- Sheehama, M.G.N. (2024) 'Factors contributing to preanalytical errors in pathology', in *Doctoral dissertation, University of Namibia*, pp. 1–91. Available at: <https://repository.unam.edu.na/server/api/core/bitstreams/7575e176-2018-4989-9cb7-7de3847fabef/content>.
- Simundic, A.-M. *et al.* (2020) 'Managing hemolyzed samples in clinical laboratories', *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*, 57(1), pp. 1–21. Available at: <https://doi.org/10.1080/10408363.2019.1664391>.
- Smith, A.W. *et al.* (2019) 'Dengue', *The Lancet*, 393(10169), pp. 350–363. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32560-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32560-1).
- Song, A.B., Kuter, D.J. and Al-Samkari, H. (2020) 'Characterization of the rate, predictors, and thrombotic complications of thrombocytosis in iron deficiency anemia', *American Journal of Hematology*, 95(10), pp. 1180–1186. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ajh.25925>.
- Srikiatkhachorn, A., Mathew, A. and Rothman, A.L. (2017) 'Immune-mediated cytokine storm and its role in severe dengue', in *Seminars in immunopathology*. Berlin Heidelberg: Springer, pp. 563–574. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00281-017-0625-1>.
- Sujud, S., Hardiasari, R. and Nuryati, A. (2015) 'Perbedaan Jumlah Trombosit Pada Darah EDTA Yang Segera Diperiksa dan Penundaan Selama 1 Jam di Laboratorium RSJ Grhasia Yogyakarta', *Medical Laboratory Technology Journal*, 1(2), p. 91. Available at: <https://doi.org/10.31964/mltj.v1i2.21>.

- Talnoni, mactildis yosefeni M. and Gunawan, L. sincu (2020) 'Trombositopenia Pada Coronavirus Disease 2019(Covid-19)', *Conference on Innovation in Health, Accounting and Management Sciences (CIHAMS)*., 1, pp. 180–189. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.31001/cihams.v1i.25>.
- Tokarz-Deptuła, B. *et al.* (2024) 'Characterization of Platelet Receptors and Their Involvement in Immune Activation of These Cells', *International Journal of Molecular Sciences*, 25(23), pp. 1–17. Available at: <https://doi.org/10.3390/ijms252312611>.
- Tomaiuolo, M., Brass, L.F. and Stalker, T.J. (2017) 'Regulation of platelet activation and coagulation and its role in vascular injury and arterial thrombosis', *Interventional cardiology clinics*, 6(1), p. 1. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.iccl.2016.08.001>.
- Unlu, B. (2018) 'Effect of blood cell subtypes lysis on routine biochemical tests', *Journal of Medical Biochemistry*, 37(1), pp. 67–77. Available at: <https://doi.org/10.1515/jomb-2017-0044>.
- Usman, Z., Siddiqui, J. and Lodhi, J. (2015) 'Evaluation & Control of Pre Analytical Errors in Required Quality Variables of Clinical Lab Services', *IOSR Journal of Nursing and Health Science*, 4(3), pp. 54–71.
- Véronique, B. *et al.* (2020) 'Platelet counting: Ugly traps and good advice. proposals from the french-speaking cellular hematology group (gfhc)', *Journal of Clinical Medicine*, 9(3). Available at: <https://doi.org/10.3390/jcm9030808>.
- Vis, J.Y. and Huisman, A. (2016) 'Verification and quality control of routine hematology analyzers', *International Journal of Laboratory Hematology*, 38(S1), pp. 100–109. Available at: <https://doi.org/10.1111/ijlh.12503>.
- Wahid, M.N., Cahyaningsih, U. and Nugraha, A. (2024) 'Pemberian Ekstrak Air Bidara Laut (Strychnos Ligustrina) terhadap Diferensial Leukosit Mencit yang diinfeksi dengan Plasmodium berghei', *Jurnal Veteriner dan Biomedis*, 2(1), pp. 35–42. Available at: <https://doi.org/10.29244/jvetbiomed.2.1.35-42>.
- Wahyuningsih, R. (2017) 'Analisis Pemantapan Mutu Internal Pemeriksaan Trombosit Di Instalasi Laboratorium Rsud Sultan Imanuddin Pangkalan Bun', *Jurnal Borneo Cendekia*, 1(1), pp. 93–101. Available at: <https://doi.org/10.54411/jbc.v1i1.188>.

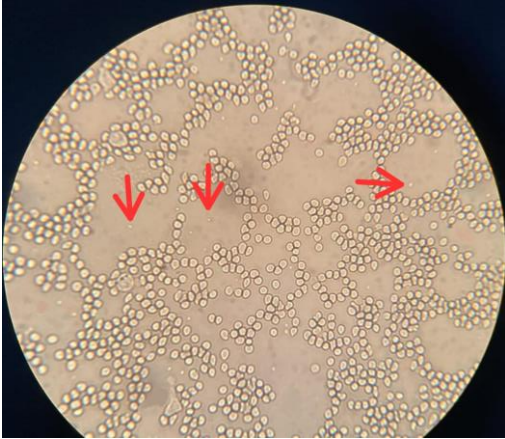
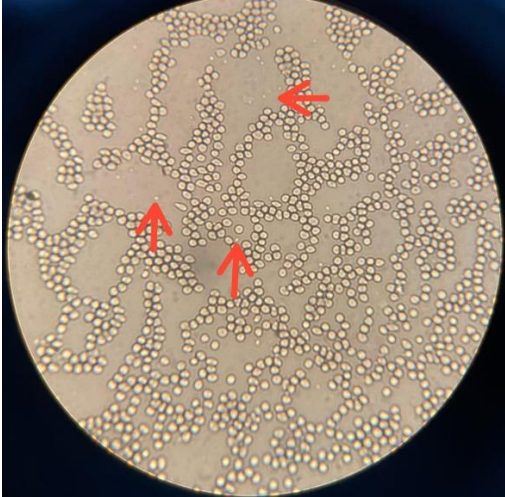
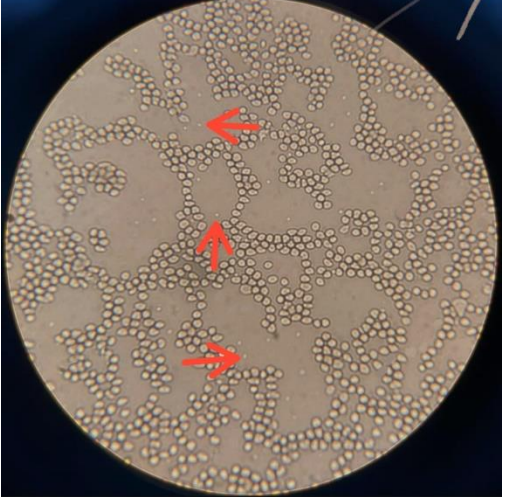
- Wati, D.R., Rahmawati, Y. and Nailufar, Y. (2021) 'Literature Review : Perbandingan Pewarnaan Giemsa Dan Leishman Pada Sediaan Apus Darah Tipis'. Available at: <http://digilib.unisayogya.ac.id/>.
- Woo, S. *et al.* (2024) 'Reliability of the DI-60 Digital Image Analyzer for Detecting Platelet Clumping and Obtaining Accurate Platelet Counts', *Annals of Laboratory Medicine*, Accepted A, pp. 572–575. Available at: <https://doi.org/10.3343/alm.2024.0003>.
- Worung, I.M., Mahartini, N.N. and Herawati, S. (2020) 'Hitung trombosit metode otomatis dikonfirmasi dengan Hapusan Darah Tepi (HDT) tanpa pewarnaan dan dengan pewarnaan giemsa di RSUP Sanglah, Bali, Indonesia', *Intisari Sains Medis*, 11(3), pp. 1387–1391. Available at: <https://doi.org/10.15562/ism.v11i3.799>.
- Yaqin, M.A. and D, A. (2015) 'Analisis Tahap Pemeriksaan Pra-Analitik Sebagai Upaya Peningkatan Mutu Hasil Laboratorium Di Rs', *Muji Rahayu Surabaya. J Sains*, 5(10), pp. 1–7.
- Yeates, R. (2016) 'An investigation in pre-analytical error in a medium sized pathology laboratory: frequency, origin, type, and a proposed intervention', *Research online, JCU*, p. 14. Available at: <https://doi.org/10.25903/s7je-hm44>.
- Zhang, Z. *et al.* (2021) 'Recent advances in electrical impedance sensing technology for single-cell analysis', *Biosensors*, 11(11). Available at: <https://doi.org/10.3390/bios11110470>.

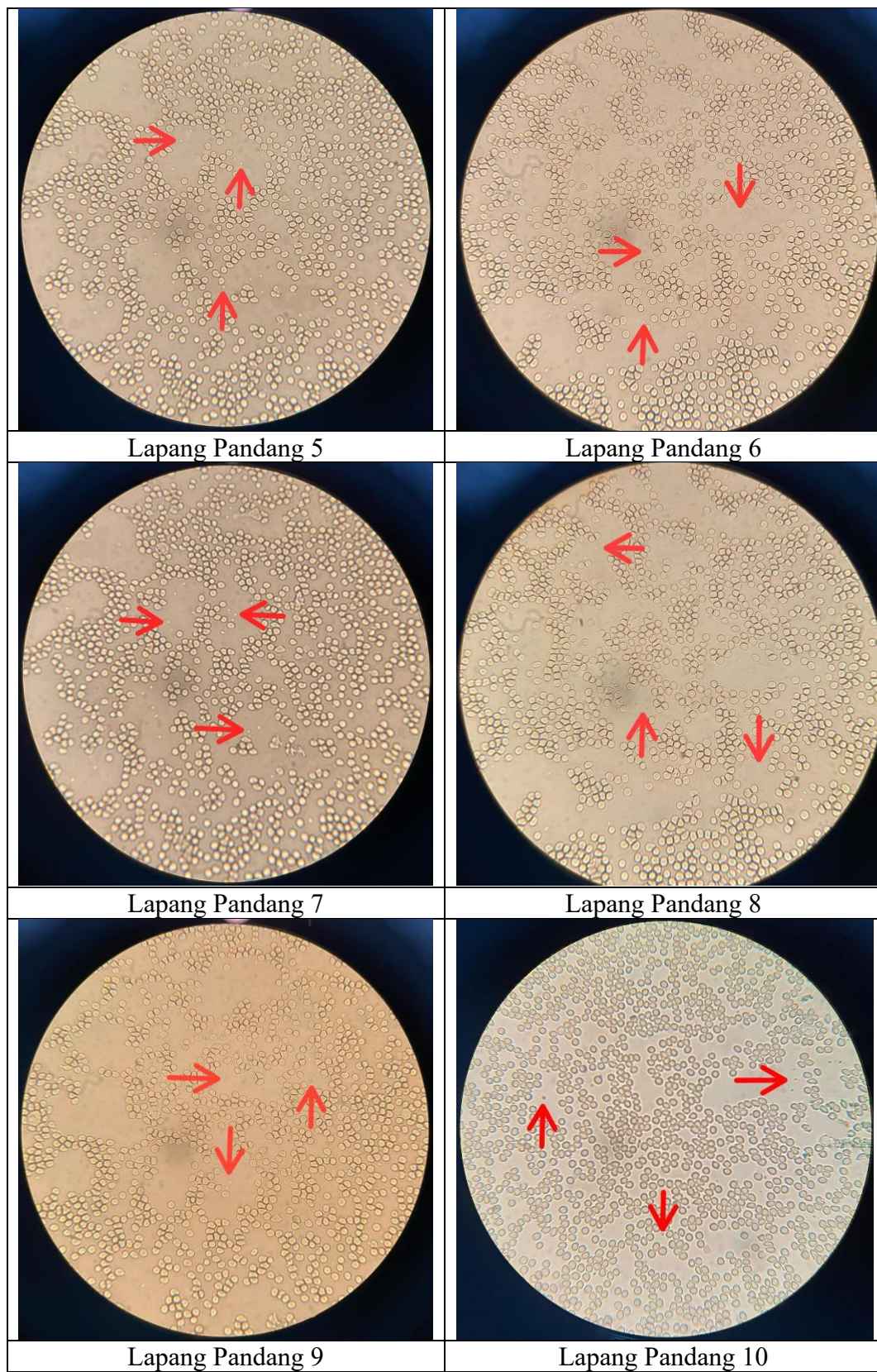
LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi kegiatan

																																																																																						
Sampel Darah Pertama (Hemolisis)	Sampel Darah Pertama (Setelah Sentrifugasi)	Sampel Darah Kedua (Non-Hemolisis)																																																																																				
No. MR Nama Pasien T. Lahir No. Lab Alamat 21/02/2008 Usia : 16Th Cara Bayar Ruangan Dokter Tgl. Sampel Tgl. Selesai Ket. Klinis MINA 07 - UMUM 01/02/2025 12:10 01/02/2025 13:36 Dengue <table><tr><th colspan="4">HASIL PEMERIKSAAN LABORATORIUM</th></tr><tr><th>Jenis Pemeriksaan</th><th>Hasil</th><th>Unit</th><th>Nilai Rujukan</th></tr><tr><td colspan="4">HEMATOLOGI</td></tr><tr><td colspan="4">Hematologi Rutin</td></tr><tr><td>- Hemoglobin</td><td>10.2</td><td>g/dL</td><td>12.8 ~ 16.8</td></tr><tr><td>- Lekosit</td><td>4.780</td><td>/mm³</td><td>4000 ~ 10000</td></tr><tr><td>- Trombosit</td><td>53,000</td><td>/mm³</td><td>150000 ~ 450000</td></tr><tr><td></td><td colspan="3">Jumlah Trombosit telah di Duplo</td></tr><tr><td>- Hematokrit</td><td>31.1</td><td>%</td><td>35 ~ 45</td></tr><tr><td>- Eritrosit</td><td>4.6</td><td>juta/mm³</td><td>4 ~ 5.5</td></tr></table>	HASIL PEMERIKSAAN LABORATORIUM				Jenis Pemeriksaan	Hasil	Unit	Nilai Rujukan	HEMATOLOGI				Hematologi Rutin				- Hemoglobin	10.2	g/dL	12.8 ~ 16.8	- Lekosit	4.780	/mm ³	4000 ~ 10000	- Trombosit	53,000	/mm ³	150000 ~ 450000		Jumlah Trombosit telah di Duplo			- Hematokrit	31.1	%	35 ~ 45	- Eritrosit	4.6	juta/mm ³	4 ~ 5.5	Sample ID Mode Patient ID Time of Analysis WB-CBC 08/02/2025 11:28 Parameter Result Unit <table><tr><td>WBC</td><td>7.8</td><td>10³/uL</td></tr><tr><td>RBC</td><td>4.4</td><td>10⁶/uL</td></tr><tr><td>HGB</td><td>13.8</td><td>g/dL</td></tr><tr><td>HCT</td><td>38.0</td><td>%</td></tr><tr><td>MCV</td><td>85.9</td><td>fL</td></tr><tr><td>MCH</td><td>40.2</td><td>pg</td></tr><tr><td>MCHC</td><td>39.3</td><td>g/dL</td></tr><tr><td>RDW-CV</td><td>14.5</td><td>%</td></tr><tr><td>RDW-SB</td><td>49.2</td><td>fL</td></tr><tr><td>PLT</td><td>257</td><td>10³/uL</td></tr><tr><td>MPV</td><td>10.5</td><td>fL</td></tr><tr><td>PDW</td><td>20.0</td><td>%</td></tr><tr><td>PCT</td><td>0.080</td><td>%</td></tr><tr><td>P-LCC</td><td>28</td><td>10⁹/L</td></tr><tr><td>P-LCR</td><td>0.300</td><td>%</td></tr></table>	WBC	7.8	10 ³ /uL	RBC	4.4	10 ⁶ /uL	HGB	13.8	g/dL	HCT	38.0	%	MCV	85.9	fL	MCH	40.2	pg	MCHC	39.3	g/dL	RDW-CV	14.5	%	RDW-SB	49.2	fL	PLT	257	10 ³ /uL	MPV	10.5	fL	PDW	20.0	%	PCT	0.080	%	P-LCC	28	10 ⁹ /L	P-LCR	0.300	%
HASIL PEMERIKSAAN LABORATORIUM																																																																																						
Jenis Pemeriksaan	Hasil	Unit	Nilai Rujukan																																																																																			
HEMATOLOGI																																																																																						
Hematologi Rutin																																																																																						
- Hemoglobin	10.2	g/dL	12.8 ~ 16.8																																																																																			
- Lekosit	4.780	/mm ³	4000 ~ 10000																																																																																			
- Trombosit	53,000	/mm ³	150000 ~ 450000																																																																																			
	Jumlah Trombosit telah di Duplo																																																																																					
- Hematokrit	31.1	%	35 ~ 45																																																																																			
- Eritrosit	4.6	juta/mm ³	4 ~ 5.5																																																																																			
WBC	7.8	10 ³ /uL																																																																																				
RBC	4.4	10 ⁶ /uL																																																																																				
HGB	13.8	g/dL																																																																																				
HCT	38.0	%																																																																																				
MCV	85.9	fL																																																																																				
MCH	40.2	pg																																																																																				
MCHC	39.3	g/dL																																																																																				
RDW-CV	14.5	%																																																																																				
RDW-SB	49.2	fL																																																																																				
PLT	257	10 ³ /uL																																																																																				
MPV	10.5	fL																																																																																				
PDW	20.0	%																																																																																				
PCT	0.080	%																																																																																				
P-LCC	28	10 ⁹ /L																																																																																				
P-LCR	0.300	%																																																																																				
Hasil minggu ke-1	Hasil minggu ke-2, sampel pertama																																																																																					
No. MR Nama Pasien T. Lahir No. Lab Alamat 21/02/2008 Usia : 16Th Cara Bayar Ruangan Dokter Tgl. Sampel Tgl. Selesai Ket. Klinis MINA 07 - UMUM 08/02/2025 11:47 08/02/2025 12:05 Dengue <table><tr><th colspan="4">HASIL PEMERIKSAAN LABORATORIUM</th></tr><tr><th>Jenis Pemeriksaan</th><th>Hasil</th><th>Unit</th><th>Nilai Rujukan</th></tr><tr><td colspan="4">HEMATOLOGI</td></tr><tr><td colspan="4">Hematologi Rutin</td></tr><tr><td>- Hemoglobin</td><td>15.6</td><td>g/dL</td><td>14 ~ 18</td></tr><tr><td>- Lekosit</td><td>3.540</td><td>/mm³</td><td>4000 ~ 10000</td></tr><tr><td>- Trombosit</td><td>68,000</td><td>/mm³</td><td>150000 ~ 450000</td></tr><tr><td></td><td colspan="3">Jumlah Trombosit telah di Duplo</td></tr><tr><td>- Hematokrit</td><td>44.6</td><td>%</td><td>40.0 ~ 50.0</td></tr><tr><td>- Eritrosit</td><td>5.7</td><td>juta/mm³</td><td>4.5 ~ 6</td></tr></table>	HASIL PEMERIKSAAN LABORATORIUM				Jenis Pemeriksaan	Hasil	Unit	Nilai Rujukan	HEMATOLOGI				Hematologi Rutin				- Hemoglobin	15.6	g/dL	14 ~ 18	- Lekosit	3.540	/mm ³	4000 ~ 10000	- Trombosit	68,000	/mm ³	150000 ~ 450000		Jumlah Trombosit telah di Duplo			- Hematokrit	44.6	%	40.0 ~ 50.0	- Eritrosit	5.7	juta/mm ³	4.5 ~ 6	Sample ID Mode Patient ID Time of Analysis WB-CBC 08/02/2025 11:59 Parameter Result Unit <table><tr><td>WBC</td><td>3.25</td><td>10³/uL</td></tr><tr><td>RBC</td><td>5.62</td><td>10⁶/uL</td></tr><tr><td>HGB</td><td>15.6</td><td>g/dL</td></tr><tr><td>HCT</td><td>44.5</td><td>%</td></tr><tr><td>MCV</td><td>79.3</td><td>fL</td></tr><tr><td>MCH</td><td>27.8</td><td>pg</td></tr><tr><td>MCHC</td><td>35.1</td><td>g/dL</td></tr><tr><td>RDW-CV</td><td>12.8</td><td>%</td></tr><tr><td>RDW-SB</td><td>30.3</td><td>fL</td></tr><tr><td>PLT</td><td>66</td><td>10³/uL</td></tr><tr><td>MPV</td><td>8.9</td><td>fL</td></tr><tr><td>PDW</td><td>18.0</td><td>%</td></tr><tr><td>PCT</td><td>0.077</td><td>%</td></tr><tr><td>P-LCC</td><td>24</td><td>10⁹/L</td></tr><tr><td>P-LCR</td><td>0.273</td><td>%</td></tr></table>	WBC	3.25	10 ³ /uL	RBC	5.62	10 ⁶ /uL	HGB	15.6	g/dL	HCT	44.5	%	MCV	79.3	fL	MCH	27.8	pg	MCHC	35.1	g/dL	RDW-CV	12.8	%	RDW-SB	30.3	fL	PLT	66	10 ³ /uL	MPV	8.9	fL	PDW	18.0	%	PCT	0.077	%	P-LCC	24	10 ⁹ /L	P-LCR	0.273	%
HASIL PEMERIKSAAN LABORATORIUM																																																																																						
Jenis Pemeriksaan	Hasil	Unit	Nilai Rujukan																																																																																			
HEMATOLOGI																																																																																						
Hematologi Rutin																																																																																						
- Hemoglobin	15.6	g/dL	14 ~ 18																																																																																			
- Lekosit	3.540	/mm ³	4000 ~ 10000																																																																																			
- Trombosit	68,000	/mm ³	150000 ~ 450000																																																																																			
	Jumlah Trombosit telah di Duplo																																																																																					
- Hematokrit	44.6	%	40.0 ~ 50.0																																																																																			
- Eritrosit	5.7	juta/mm ³	4.5 ~ 6																																																																																			
WBC	3.25	10 ³ /uL																																																																																				
RBC	5.62	10 ⁶ /uL																																																																																				
HGB	15.6	g/dL																																																																																				
HCT	44.5	%																																																																																				
MCV	79.3	fL																																																																																				
MCH	27.8	pg																																																																																				
MCHC	35.1	g/dL																																																																																				
RDW-CV	12.8	%																																																																																				
RDW-SB	30.3	fL																																																																																				
PLT	66	10 ³ /uL																																																																																				
MPV	8.9	fL																																																																																				
PDW	18.0	%																																																																																				
PCT	0.077	%																																																																																				
P-LCC	24	10 ⁹ /L																																																																																				
P-LCR	0.273	%																																																																																				
Hasil minggu ke-2, sampel kedua	Hasil duplo minggu ke-2, sampel kedua																																																																																					

	
Sediaan apus darah tepi sampel kedua	<i>Hematology analyzer</i> mindray BC-5000

Mikroskopis	
	
Lapang Pandang 1	Lapang Pandang 2
	
Lapang Pandang 3	Lapang Pandang 4



Lampiran 2 Lembar bimbingan karya tulis ilmiah

LEMBAR BIMBINGAN KARYA TULIS ILMIAH

Nama : Sania Salma Nur Arinda

NIM : KHGE22062

Pembimbing : Meti Rizki Utari, SKM., M.KM

Judul Penelitian : Hasil pemeriksaan hitung jumlah trombosit pada sampel darah pasien *dengue* yang mengalami hemolisis : Studi kasus

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Tanda Tangan Pembimbing
1.	24-03-25	Konsultasi kasus & judul KTI	
2.	07-04-25	Bimbingan BAB I	
3.	10-04-25	Revisi BAB I	
4.	14-04-25	Bimbingan BAB II	
5.	16-04-25	Revisi BAB II	
6.	21-04-25	Bimbingan BAB III	
7.	24-04-25	Revisi BAB III	
8.	28-04-25	Bimbingan BAB IV	
9.	02-05-25	Revisi BAB IV	
10.	05-05-25	Bimbingan BAB V	
11.	08-05-25	Revisi BAB V	
12.	12-05-25	Bimbingan Abstrak	
13.	14-05-25	Bimbingan keseluruhan KTI	
14.	19-05-25	ACC KTI	

Ketua Program Studi D3 Analisis
Kesehatan STIKes Karsa Husada Garut



Muhammad Hadi Sulhan, S. Si., M. Sc
NIP : 043298.0315.131

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Sania Salma Nur Arinda, lahir di Garut pada tanggal 20 Desember 2003. Merupakan anak kedua dari tiga bersaudara dan beragama Islam. Putri dari pasangan Bapak Nana suhanda dan Ibu Rina marliana. Saat ini menetap di Kampung Kondang RT.02/RW.06, Desa Sukalilah, Kecamatan Cibatuh, Kabupaten Garut, Provinsi Jawa Barat.

RIWAYAT PENDIDIKAN

Pendidikan dimulai di Taman Kanak-Kanak (TK) RA YTI Sukamerang pada tahun 2009 hingga 2010, yang kemudian dilanjutkan ke SDN Sukalilah 1 dari tahun 2010 hingga 2016. Pendidikan menengah pertama diteruskan di SMPN 2 Kersamanah pada tahun 2016 hingga 2019. Sementara, pendidikan menengah kejuruan ditempuh di SMK Kesehatan Bhakti Kencana Limbangan dan selesai pada tahun 2022. Saat ini, sedang menempuh pendidikan tinggi pada program studi D3 Teknologi Laboratorium Medis di STIKes Karsa Husada Garut sejak tahun 2022 hingga sekarang.

RIWAYAT PENGALAMAN AKADEMIS

Pada jenjang pendidikan menengah kejuruan (SMK), mengikuti kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Klinik Bioprima Cicalengka selama 5 minggu pada tahun 2021. Memasuki jenjang pendidikan tinggi, pada semester kedua tahun 2023, mengikuti praktik flebotomi di Klinik Prodit Limbangan selama 1 minggu. Pada semester keempat tahun 2024, diisi dengan mengikuti kegiatan PKL di UPT Puskesmas Cibatuh selama 3 minggu, serta pada semester kelima mengikuti partisipasi dalam program Pembangunan Kesehatan Masyarakat Desa (PKMD) di Desa Putrajawa, Kecamatan Selaawi, selama 2 minggu. Kemudian, pada tahun 2025 melaksanakan kegiatan PKL di RSUD KH. Zaenal Musthafa Tasikmalaya selama 2 bulan.