

**HASIL PEMERIKSAAN TROMBOSIT PADA SAMPEL
WHOLE BLOOD YANG MENGALAMI BEKUAN
MENGUNAKAN ALAT *HEMATOLOGY ANALYZER*: STUDI
KASUS**

KARYA TULIS ILMIAH

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

Disusun oleh:

PEBRIYANTI

NIM KHGE23038



**PROGRAM STUDI D3 TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
FAKULTAS ILMU KESEHATAN
INSTITUT KESEHATAN KARSA HUSADA GARUT**

2026

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Karya Tulis Ilmiah saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik A.Md.Kes., baik dari Institut Kesehatan Karsa Husada Garut. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain 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 penyimpanan 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 Institut Kesehatan Karsa Husada Garut.

Garut, 08 April 2026

Yang membuat pernyataan

A handwritten signature in black ink is written over a red rectangular stamp. The stamp contains the Garuda Pancasila emblem, the text 'METERAI TEMPEL', and the alphanumeric code 'F316DAOX145974353'.

(Pebriyanti)

KHGE23038

LEMBAR PERSETUJUAN

**JUDUL : HASIL PEMERIKSAAN TROMBOSIT PADA SAMPEL
WHOLE BLOOD YANG MENGALAMI BEKUAN
MENGUNAKAN ALAT *HEMATOLOGY ANALYZER***

NAMA : PEBRIYANTI

NIM : KHGE23038

KARYA TULIS ILMIAH

Diajukan untuk menempuh ujian pada Program Studi D3 Teknologi Laboratorium
Medis Fakultas Ilmu Kesehatan Institut Kesehatan Karsa Husada Garut

Garut, 25 Mei 2026

Menyetujui

Pembimbing



Meti Rizki Utari, M.KM
NIK: 043298.0315.133

Mengetahui,

Ketua Prodi D3 Teknologi Laboratorium Medis



Gina Nafsa Mutmaina, S.ST., M.Pd
NIK: 043298.1013.118

LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : HASIL PEMERIKSAAN TROMBOSIT PADA SAMPEL
WHOLE BLOOD YANG MENGALAMI BEKUAN
MENGUNAKAN ALAT HEMATOLOGY ANALYZER**

NAMA : PEBRIYANTI

NIM : KHGE23038

KARYA TULIS ILMIAH

Karya Tulis Ilmiah ini telah disidangkan dihadapan tim penguji Program Studi D3

Teknologi Laboratorium Medis Fakultas Ilmu Kesehatan

Institut Kesehatan Karsa Husada Garut

Garut, 4 Juni 2026

Menyetujui,

Penguji I



Mamay, S.Pd., M.Si
NIK: 043298.0917.138

Penguji II



Gina Nafsa Mutmaina, S.ST., M.Pd
NIK: 043298.1013.118

Mengetahui,

Ketua Prodi D3 Teknologi Laboratorium Medis



Gina Nafsa Mutmaina, S.ST., M.Pd
NIK: 043298.1013.118

Mengesahkan,

Pembimbing



Meti Rizki Utari, M.KM
NIK: 043298.0315.133

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Ilmu Kesehatan



Susan Susyanti, S.Kp., M.Kep
NIK: 043298.0910.085

ABSTRAK

HASIL PEMERIKSAAN TROMBOSIT PADA SAMPEL *WHOLE BLOOD* YANG MENGALAMI BEKUAN MENGGUNAKAN ALAT *HEMATOLOGY ANALYZER*

Pemeriksaan trombosit merupakan bagian penting dalam pemeriksaan hematologi rutin yang digunakan untuk membantu menegakkan diagnosis berbagai kondisi klinis, terutama *trombositopenia*. Keakuratan hasil pemeriksaan sangat dipengaruhi oleh kualitas sampel darah, khususnya pada tahap pra-analitik. Kesalahan seperti homogenisasi yang tidak adekuat dan dapat menyebabkan terbentuknya bekuan pada sampel dan menghasilkan nilai trombosit rendah palsu (*pseudotrombositopenia*). Studi kasus ini bertujuan untuk mengetahui hasil pemeriksaan trombosit pada sampel *whole blood* yang mengalami bekuan menggunakan alat *Hematology Analyzer* Mindray BC-6000. Pemeriksaan awal menunjukkan jumlah trombosit sebesar 33.000/ μ L disertai tanda *flagging* pada parameter PLT yang mengarah pada *trombositopenia* berat. Setelah dilakukan evaluasi terhadap sampel, ditemukan adanya bekuan darah yang diduga disebabkan oleh faktor pra-analitik. Sampel kemudian dilakukan pengambilan ulang dan diperiksa kembali menggunakan alat yang sama. Hasil pemeriksaan kedua menunjukkan jumlah trombosit sebesar 347.000/ μ L yang berada dalam rentang normal. Perbedaan hasil tersebut menunjukkan bahwa keberadaan bekuan pada sampel darah dapat memengaruhi akurasi pemeriksaan trombosit menggunakan *hematology analyzer*. Oleh karena itu, penerapan prosedur pra-analitik yang tepat, terutama pada proses homogenisasi dan pemenuhan rasio darah dengan antikoagulan, sangat penting untuk memperoleh hasil pemeriksaan yang valid.

Kata kunci: bekuan sampel, *hematology analyzer*, trombosit, *whole blood*.

ABSTRACT

PLATE COUNT RESULTS OF A WHOLE BLOOD SAMPLE WITH CLOTTING USING A HEMATOLOGY ANALYZER

Platelet examination is an important part of routine hematology testing used to help diagnose various clinical conditions, particularly thrombocytopenia. The accuracy of the test results is greatly influenced by the quality of the blood sample, particularly during the pre-analytical stage. Errors such as inadequate homogenization can cause clots to form in the sample and result in falsely low platelet counts (pseudothrombocytopenia). This case study aims to determine the results of platelet examination on a clotted whole blood sample using a Mindray BC-6000 Hematology Analyzer. Initial examination revealed a platelet count of 33,000/ μ L accompanied by a flagging sign on the PLT parameter, indicating severe thrombocytopenia. After evaluating the sample, a blood clot was found, suspected to be caused by pre-analytical factors. The sample was then retaken and re-examined using the same instrument. The second test showed a platelet count of 347,000/ μ L, which is within the normal range. This difference in results indicates that the presence of clots in the blood sample can affect the accuracy of platelet examination using a hematology analyzer. Therefore, the implementation of proper pre-analytical procedures, especially in the homogenization process and fulfilling the blood to anticoagulant ratio, is very important to obtain valid examination results.

Keywords: sample clots, hematology analyzer, platelets, whole blood.

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT karena atas berkah dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah yang berjudul **“Hasil Pemeriksaan Trombosit Pada Sampel *Whole Blood* Yang Mengalami Bekuan Menggunakan Alat *Hematology Analyzer*”**. Tanpa berkat rahmat-Nya, penulis tidak akan mampu menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini.

Dalam penulisan Karya Tulis Ilmiah ini penulis menyadari bahwa banyak hambatan dan kesulitan, namun berkat dukungan, bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak akhirnya penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Bapak dr. H. Hadiat, MA selaku Ketua Pembina Yayasan Dharma Husada Insani Garut.
2. Bapak Drs. H. Suryadi, M.Si, selaku Ketua Umum Pengurus Yayasan Dharma Husada Insani Garut.
3. Bapak Dr. Iwan Wahyudi, S.Kep., Ners., M.Kep selaku Ketua Institut Kesehatan Karsa Husada Garut.
4. Ibu Susan Susyanti, S.Kp., M.Kep selaku Dekan Fakultas Ilmu Kesehatan Institut Kesehatan Karsa Husada Garut.
5. Ibu Gina Nafsa Mutmaina, S.ST., M.Pd selaku Ketua Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis Institut Kesehatan Karsa Husada Garut.
6. Ibu Meti Rizki Utari, M.KM selaku dosen pembimbing KTI yang telah membagikan ilmunya dengan sabar dan memberikan saran yang berharga, serta

meluangkan waktu, tenaga, serta pikiran dalam memberikan bimbingan selama penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.

7. Ibu Mamay, S.Pd., M.Si dan Ibu Gina Nafsa Mutmaina, S.ST., M.Pd selaku dosen penguji.
8. Seluruh dosen pengajar Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis Institut Kesehatan Karsa Husada Garut.
9. Kedua orang tua yang senantiasa memberikan nasihat dan dorongan baik moral maupun atas seluruh do'a yang menembus langit dan kerja keras yang tak kenal lelah, dan selalu menjadi tempat pulang paling hangat dan aman sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini.
10. Pebriyanti, diriku sendiri. Apresiasi yang sebesar-besarnya karna telah bertanggung jawab akan semua yang telah dimulai dan menyelesaikan semuanya dengan baik. Terimakasih sudah bertahan sejauh ini saya bangga pada diri saya sendiri.

Garut, Mei 2026



Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
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	8
2.1.3 Metode Pemeriksaan Trombosit	11
2.1.4 <i>Hematology Analyzer</i>	14
2.1.5 Faktor-faktor yang mempengaruhi terhadap pemeriksaan trombosit.....	19
2.1.6 Antikoagulan.....	21
2.1.7 Bekuan pada sampel whole blood.....	24
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.....	29
3.4.3 Tahap pasca-analitik	30
3.5 Etika Studi Kasus	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Hasil Penelitian	31
4.2 Pembahasan	32
BABV KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Trombosit	31
--	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Trombosit.....	8
Gambar 2.2 Proses Pembentukan Trombosit	10
Gambar 2.3 Gambaran Trombosit pada kamar hitung <i>Improved Neubauer</i> (bulatan putih) Metode Darah Tepi	12
Gambar 2.4 Trombosit Pada Sediaan Apus Darah Tepi	13
Gambar 2.5 <i>Hematology Analyzer BC-6000</i>	15
Gambar 2.6 Kerangka Penelitian.....	27

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi	45
Lampiran 2 Lembar Bimbingan	46

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemeriksaan laboratorium hematologi rutin memegang peranan sangat penting tidak hanya untuk mendiagnosis dan menganalisis penyakit hematologi, tetapi untuk menilai kesehatan terhadap pasien secara keseluruhan. Parameter ini digunakan untuk skrining penyakit seperti anemia, kanker darah, gangguan pembekuan, adanya penyakit infeksi dan paparan senyawa toksik. Darah merupakan komponen tubuh yang sangat penting untuk menjaga kelangsungan hidup manusia dan secara umum terdiri dari dua komponen utama, yaitu komponen seluler mencakup tiga jenis sel darah yaitu, sel darah merah, sel darah putih, dan trombosit (keping darah), yang membentuk sekitar 45% dari volume darah total. Sementara itu pada komponen non-seluler berupa plasma darah yang menyusun sekitar 55% dari volume darah total dan berbentuk cairan (Nugraha *et al*, 2021).

Pemeriksaan laboratorium ini masih terus berkembang, akurasi hasil tetap sangat bergantung pada kualitas sampel yang diterima oleh petugas. Salah satu tantangan terbesar yang dihadapi oleh petugas laboratorium klinik hingga saat ini adalah kesalahan pada pra-analitik. Kesalahan pra-analitik ini berkontribusi terhadap sekitar 60-70% dari seluruh kesalahan laboratorium, jauh melampaui kesalahan pada fase analitik yang hanya berkisar 7-13% dan fase pasca-analitik yang berkisar 20-50% (Najat, 2017).

Sampel yang digunakan dalam pemeriksaan hematologi rutin adalah darah utuh (*whole blood*) yang ditampung dalam tabung yang berisi antikoagulan EDTA (Eth-

ylene diamine tetraacetic acid). Fungsi EDTA adalah mencegah pembekuan dan mempertahankan morfologi sel darah. Namun, bekuan pada sampel dapat terbentuk ketika prosedur pada tahap pra-analitik tidak dilakukan dengan benar, seperti homogenisasi yang tidak sesuai dengan prosedur atau volume yang tidak mencukupi rasio terhadap antikoagulan. Pengisian tabung yang kurang dari seharusnya atau pencampuran darah yang tidak memadai setelah pengambilan dapat memicu aktivasi koagulasi secara *in vitro*, yang membentuk fibrin, mengaktifkan trombosit, dan memerangkapnya di dalam jaringan fibrin (Simundic *et al*, 2018).

Berdasarkan studi kasus yang ditemukan, hasil pemeriksaan trombosit menggunakan alat *hematology analyzer* dengan sampel *whole blood*, menunjukkan jumlah trombosit yang rendah secara palsu. Setelah dilakukan analisis mendalam pada sampel tersebut, ditemukan adanya bekuan yang disebabkan oleh dua faktor pra-analitik, yaitu homogenisasi sampel yang tidak dilakukan secara adekuat dan volume sampel yang tidak memenuhi prosedur yang telah ditetapkan. Perbedaan hasil yang sangat signifikan antara nilai yang mengindikasikan *trombositopenia* berat hingga nilai normal ini menegaskan betapa berbahayanya kesalahan pada tahap pra-analitik apabila tidak segera diidentifikasi dan ditindaklanjuti.

Bekuan pada sampel darah merupakan masalah yang sering ditemukan dalam praktik laboratorium. Fenomena *psedotrombositopenia* akibat bekuan sampel darah yang terdokumentasi dalam berbagai penelitian sebelumnya. Salah satu laporan kasus yang relevan dikemukakan oleh (Wijaya *et al*, 2021), melaporkan seorang pasien yang menjalani pemeriksaan mendapatkan hasil trombosit sangat rendah.

Ketika dilakukan pemeriksaan ditemukan banyak gambaran *platelet clumping*, diketahui bahwa efek antikoagulan EDTA dapat memicu terjadinya agregasi trombosit dan fenomena ini dimediasi secara imunologis oleh autoantibodi antitrombosit yang menyebabkan penggumpalan trombosit terhadap bahan antikoagulan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan yang dilakukan oleh Hartina (2019) yang menyatakan bahwa tahap pra-analitik khususnya homogenisasi sampel, memiliki peran signifikan dalam terbentuknya bekuan yang dapat menyebabkan *pseudotrombositopenia*. Penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa tidak segera mencampur darah dengan antikoagulan, atau pencampuran yang kurang adekuat, dapat menyebabkan agregasi trombosit bahkan terbentuknya bekuan pada sampel. Bekuan inilah yang kemudian menjebak trombosit dalam jaringan fibrin sehingga alat *hematology analyzer* tidak mampu menghitung keseluruhan trombosit secara akurat.

Tabung darah harus segera dihomogenisasi dengan benar setelah pengambilan sampel, dan volume sampel wajib memenuhi rasio yang diisyaratkan agar antikoagulan dapat bekerja secara sempurna dalam mencegah terbentuknya bekuan. Kegagalan dalam memenuhi kedua aspek tersebut secara langsung berkontribusi pada terjadinya agregasi trombosit *in vitro*, yang pada akhirnya menghasilkan gambaran *pseudotrombositopenia* pada pemeriksaan otomatis (Simundic *et al*, 2018).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, sehingga perlu dilakukan kajian teoritis dengan judul **“hasil pemeriksaan trombosit pada sampel *whole blood* yang mengalami bekuan menggunakan alat *hematology analyzer*”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka rumusan masalahnya adalah “Bagaimana hasil pemeriksaan trombosit pada sampel *whole blood* yang mengalami bekuan menggunakan alat *hematology analyzer*?”

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitiannya adalah untuk mengetahui hasil pemeriksaan trombosit pada sampel *whole blood* yang mengalami bekuan menggunakan alat *hematology analyzer*.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam karya tulis ilmiah ini diharapkan dapat menambah pengetahuan tentang pengaruh bekuan pada sampel darah pasien terhadap hasil pemeriksaan trombosit menggunakan *hematology analyzer* serta meningkatkan ketelitian dan ketepatan dalam pemeriksaan hematologi terutama untuk pemeriksaan trombosit yang sampelnya mengalami bekuan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Definisi Darah

Darah merupakan salah satu organ tubuh yang sangat penting bagi manusia, yang bersirkulasi melalui jantung dan pembuluh darah. Darah berfungsi membawa oksigen dan nutrisi ke seluruh sel dalam tubuh serta mengangkut produk hasil metabolisme. Selain itu, darah juga berperan dalam transportasi berbagai zat seperti glukosa, protein, lemak, vitamin, elektrolit, serta hormon menuju organ target (Firani, 2018), dan berperan penting dalam sistem pertahanan tubuh patogen seperti mikroorganisme yaitu, virus dan bakteri. Kekurangan darah atau gangguan pada komponen darah sangat penting sekali pada kelangsungan hidup (Widiyanti *et al*, 2023).

Di dalam darah juga banyak mengandung sel-sel darah beserta cairan yang bisa disebut sebagai plasma darah yang berisi seperti zat nutrisi maupun substansi lainnya. Darah mempunyai sekitar 55% komponen cairan atau plasma, dengan sisanya yang 45% adalah komponen sel-sel darah. Komponen sel darah tersebut yang paling banyak yaitu sel darah merah atau eritrosit dengan sejumlah 41% (Hall *and* Guyton, 2016).

Komponen darah manusia terdiri dari:

- 1) Plasma darah adalah bagian cair dari darah yang berperan sebagai media utama dalam mengangkut berbagai zat esensial yang dibutuhkan tubuh manusia untuk mempertahankan fungsi fisiologisnya. Di dalam plasma

terkandung beragam komponen penting, seperti protein plasma yang meliputi albumin dan globulin, yang masing-masing memiliki fungsi spesifik dalam menjaga tekanan osmotik serta sistem imun. Selain itu, plasma juga mengandung faktor-faktor pembekuan darah yang berperan penting dalam proses hemostasis guna mencegah kehilangan darah berlebihan saat terjadi cedera. Tidak hanya itu, berbagai elektrolit seperti natrium, kalium, klorida, dan magnesium turut hadir dalam plasma untuk menjaga keseimbangan cairan dan fungsi seluler. Plasma juga menjadi sarana transportasi bagi hormon yang berfungsi sebagai pembawa sinyal kimia dalam tubuh. Keberadaan seluruh komponen tersebut menjadikan plasma sebagai bagian yang sangat vital dalam mendukung hemostasis dan keberlangsungan kehidupan manusia (Firani, 2018).

2) Sel-sel darah meliputi, menurut penelitian Andika (2019):

- a) Eritrosit atau sel darah merah merupakan komponen seluler darah yang memiliki peran utama dalam proses transportasi gas pernapasan di dalam tubuh. Sel ini memiliki masa hidup rata-rata sekitar 120 hari sebelum akhirnya mengalami degradasi dan digantikan oleh sel baru yang diproduksi di sumsum tulang. Setiap sel darah merah mengandung 280 juta molekul hemoglobin yang membantu sel darah untuk membawa oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh dan membawa 23% dari total karbon dioksida di tubuh ke paru-paru.
- b) Leukosit atau sel darah putih merupakan komponen darah yang berperan penting dalam sistem imun sebagai garis pertahanan tubuh terhadap

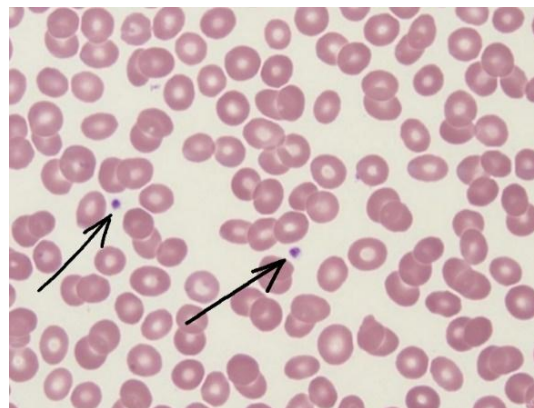
berbagai agen asing, sel ini bekerja dengan mengenali dan melawan patogen seperti virus, bakteri, parasit, serta sel-sel abnormal yang berpotensi merusak jaringan tubuh. Sel ini hanya dapat hidup beberapa hari saja, kecuali limfosit yang dapat hidup selama beberapa bulan ataupun tahun. Nilai rujukan leukosit pada orang dewasa normal berkisar 5000-10.000/ul darah.

- c) Trombosit atau yang bisa disebut keping darah, merupakan fragmen sel yang memiliki fungsi utama dalam proses hemostasis, terutama pada tahap pembekuan darah (koagulasi). Berbeda dengan sel darah lainnya, trombosit bukan merupakan sel utuh, melainkan hasil pecahan dari megakariosit yang diproduksi di sumsum tulang, kemudian dilepaskan ke dalam sirkulasi darah untuk menjalankan perannya. Dalam keadaan fisiologis normal jumlah trombosit berkisar antara 150.000-450.000/ul darah, dan kisaran ini sering digunakan sebagai indikator untuk menilai kemampuan sistem pembekuan darah seseorang. Pada proses pembentukan sumbat hemostatis meliputi beberapa tahapan, yaitu adhesi trombosit, agregasi trombosit, serta reaksi pelepasan. Apabila tubuh tidak memiliki trombosit dalam jumlah yang memadai, maka dapat terjadi perdarahan spontan terutama dalam pembuluh darah kecil. Oleh karena itu, berbagai aktivitas trombosit seperti adhesi, agregasi, fusi, dan aktivitas prokoagulan memiliki peranan penting dalam mekanisme penghentian perdarahan ketika terjadi cedera pada pembuluh darah.

2.1.2 Trombosit

1) Pengertian Trombosit

Trombosit adalah fragmen sel kecil tanpa inti yang berasal dari pemecahan sitoplasma megakariosit di sumsum tulang. Setiap megakariosit dapat menghasilkan sekitar 2000-4000 trombosit. Selain itu, sel ini memiliki umur yang relatif pendek, yaitu sekitar 7-10 hari dalam sirkulasi. Trombosit berperan penting dalam proses hemostasis, yaitu menghentikan perdarahan dengan cara beradhesi, beragregasi, dan membentuk sumbat pada pembuluh darah yang rusak serta memicu pembentukan bekuan darah. Jumlah trombosit yang rendah dapat menyebabkan perdarahan, sedangkan jumlah yang tinggi dapat meningkatkan risiko terjadinya trombosis (Sundaryono, 2021).



Gambar 2.1 Trombosit

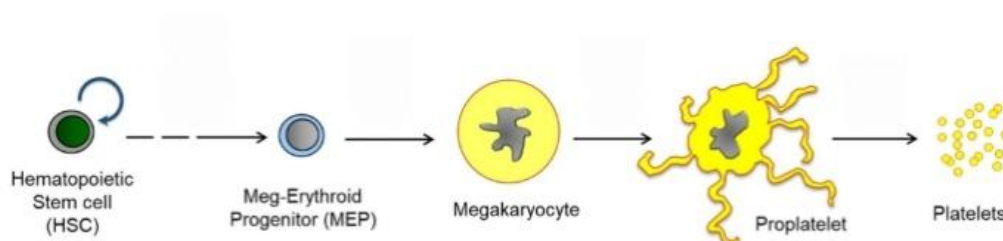
Sumber: (Scordino, 2016)

Trombosit merupakan sel tak berinti yang diproduksi oleh sumsum tulang, yang berbentuk cakram dengan diameter 2-4 μm . Jumlah trombosit dalam keadaan normal sekitar 150.000/ μl -450.000/ μl dan mempunyai masa hidup sekitar 1-2 minggu atau kira-kira 8 hari. Trombosit merupakan komponen darah yang berperan penting dalam proses hemostasis untuk mempertahankan integritas pembuluh darah dan mencegah terjadinya perdarahan (Anjani, 2022).

2) Pembentukan Trombosit

Trombosit terbentuk dari megakariosit di sumsum tulang. Megakariosit merupakan sel yang sangat besar dalam susunan hematopoietik dalam sumsum tulang belakang yang kemudian memecah menjadi trombosit atau keping-keping darah. Trombosit dihasilkan dengan cara fragmentasi (melepaskan diri) dari perifer sitoplasma megakariosit akibat stimulus trombopoietin. Megakariosit berasal dari megakarioblast yang merupakan hasil diferensiasi dari sel induk hematopoietik prekursor mieloid paling awal yang membentuk megakariosit. Megakariosit mengalami maturasi dengan replikasi inti endomitotik secara sinkron, volume sitoplasmanya bertambah besar sejalan dengan penambahan lobus inti menjadi dua kali lipat. Selanjutnya sitoplasma menjadi granula dan trombosit dilepaskan dalam bentuk keping darah. Trombosit yang dihasilkan oleh tiap megakariosit sekitar kurang lebih 4000 trombosit. Sel induk hematopoietik

mulai berdiferensiasi sampai dengan menghasilkan trombosit memerlukan waktu sekitar 10 hari (Andika, 2019).



Gambar 2.2 Proses Pembentukan Trombosit

Sumber: (Noh, 2021)

3) Fungsi Trombosit

Trombosit berperan penting dalam menjaga integritas pembuluh darah, terutama ketika terjadi cedera vaskular. Mekanisme yang dilakukan melibatkan beberapa tahapan yang saling berkaitan, dimulai dari proses adhesi, yaitu langkah pertama untuk mengenali adanya kerusakan pembuluh darah. Setelah itu, trombosit akan saling berikatan satu sama lain melalui proses agregasi, sehingga membentuk kumpulan trombosit pada area cedera. Selain kedua proses tersebut, trombosit juga menjalankan reaksi pelepasan atau sekresi, yakni melepaskan berbagai zat yang mendukung proses pembentukan sumbatan dan memperkuat respons hemostasis. Rangkaian mekanisme ini bekerja secara terkoordinasi untuk membentuk sumbatan awal yang efektif dalam menghentikan perdarahan (Manik & Haposan, 2021).

Trombosit mempunyai peranan penting dalam pembentukan bekuan darah. Keadaan normal, trombosit bersirkulasi ke seluruh tubuh melalui

aliran darah. Namun, Ketika terjadi kerusakan pada pembuluh darah, trombosit akan menuju ke daerah tersebut sebagai respon terhadap kolagen yang terpajang di lapisan sub endotel pembuluh. Trombosit melekat pada permukaan yang rusak dan mengeluarkan zat yang menyebabkan terjadinya vasokonstriksi pembuluh. Fungsi lain dari trombosit adalah mengubah bentuk dan kualitas setelah berikatan dengan pembuluh darah yang cedera (Scridon, 2022).

2.1.3 Metode Pemeriksaan Trombosit

Pada praktik pemeriksaan laboratorium hematologi, khususnya pada analisis jumlah trombosit, dikenal dua pendekatan utama yang secara umum digunakan oleh tenaga analis, yaitu metode manual dan metode otomatis.

1) Metode Manual

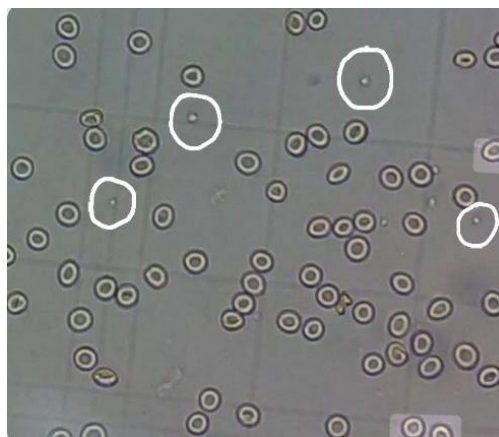
a) Metode *Rees-Ecker*

Metode *Rees-Ecker* merupakan salah satu teknik manual yang masing banyak diterapkan dalam pemeriksaan jumlah trombosit di laboratorium klinik. Prinsip metode ini dilakukan dengan mengencerkan sampel darah menggunakan reagen *Rees-Ecker* yang terdiri atas empat komponen utama, yaitu *sodium citrat* sebanyak 3,8 gram yang berfungsi sebagai antikoagulan untuk mencegah terjadinya pembekuan, *Brilliant Cresyl Blue* (BCB) sebanyak 0,1 gram sebagai zat pewarna yang memberikan warna biru muda pada trombosit sehingga lebih mudah diamati di bawah mikroskop, formalin sebanyak 0,2 mL yang berperan sebagai fiksatif sekaligus menghambat pertumbuhan mikroorganisme, serta aquadest sebanyak 100 mL sebagai

pelarut seluruh komponen (Nugraha, 2017). Melalui proses ini, trombosit dapat diidentifikasi secara visual dan dihitung menggunakan kamar hitung *Improved Neubauer*. Namun demikian, metode ini memiliki keterbatasan karena reagen yang digunakan tidak mampu melisiskna eritrosit, sehingga keberadaan sel darah merah yang menggumpal dapat mengganggu pengamatan dengan menutupi trombosit pada lapang pandang mikroskop (Salsabila & Nugraha, 2024).

b) Metode Brecher-Cronkite

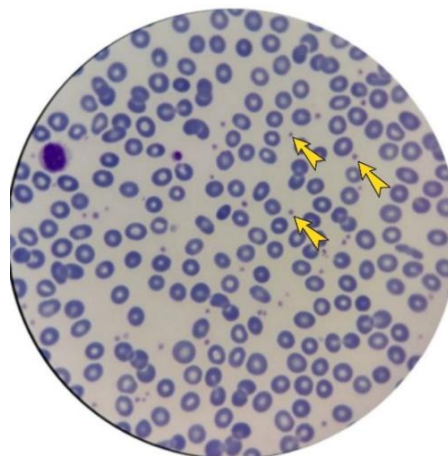
Metode ini hampir sama dengan metode *Rees-Ecker*, perbedaannya pada kedua larutan pengenceran yang digunakan. Metode *Brecher-Cronkite* darah diencerkan dengan larutan *Ammonium Oksalat* 1% yang berfungsi untuk melisiskan eritrosit dan bayangan leukosit hilang, terlihat lebih jelas dan harga lebih relatif murah. Kekurangan metode ini mudah terkontaminasi dan mempunyai latar belakang jernih sehingga trombosit sukar dibaca (Kartikasari et al., 2020).



Gambar 2.3 Gambaran Trombosit pada kamar hitung *Improved Neubaeur* (bulatan putih) (sumber: Nabil *et al*, 2020)

c) Metode Darah Tepi

Pewarnaan pada preparat apusan darah tepi umumnya dilakukan dengan menggunakan larutan Giemsa sebagai pewarna utama. Tahapan awal dimulai dengan proses fiksasi, yaitu dengan meneteskan metanol ke permukaan preparat hingga seluruh area tertutup, kemudian didiamkan selama kurang lebih 5 menit agar sel-sel terfiksasi dengan baik. Setelah itu, sisa metanol dibuang secara hati-hati sebelum memasuki tahap pewarnaan. Proses pewarnaan dilakukan dengan menambahkan larutan Giemsa hingga seluruh permukaan apusan terendam secara merata, kemudian dibiarkan selama sekitar 15 hingga 30 menit agar pewarna dapat terserap optimal oleh komponen sel. Setelah waktu pewarnaan selesai, preparat dibilas menggunakan air untuk menghilangkan kelebihan zat pewarna. Tahap akhir dilakukan dengan pengeringan preparat pada suhu ruang atau di udara terbuka sebelum dilakukan pengamatan lebih lanjut menggunakan mikroskop (Salnus *and* Arwie, 2020).



Gambar 2.4 Trombosit Pada Sediaan Apus Darah Tepi

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

2) Metode Otomatis

Metode otomatis (*impedance*) menggunakan alat *hematology analyzer* dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam penghitungan parameter trombosit. Alat ini menggunakan teknologi seperti impedansi listrik atau optik untuk menghitung dan menganalisis trombosit. Dengan demikian, metode otomatis dapat membantu meningkatkan ketepatan diagnosis dan pengobatan pasien (Rosida *et al*, 2023).

2.1.4 Hematology Analyzer

Hematology Analyzer adalah alat yang digunakan untuk melakukan analisis darah lengkap secara otomatis. Alat ini memanfaatkan tiga prinsip deteksi yang terintegrasi dalam satu sistem sehingga mampu saling melengkapi dalam proses analisis. Masing-masing prinsip tersebut memiliki peran khusus yang disesuaikan dengan karakteristik komponen darah yang diperiksa. Secara umum, mekanisme kerja BC-6000 terbagi menjadi tiga komponen darah yang diperiksa. Secara umum, mekanisme kerja BC-6000 terbagi menjadi tiga metode utama, yaitu: (1) metode SF Cube yang digunakan untuk penghitungan leukosit (WBC), diferensiasi 5-part termasuk *immature granulocyte* (IMG), serta *nucleated red blood cells*; (2) metode impedansi DC yang diterapkan untuk penghitungan eritrosit (RBC) dan trombosit (PLT); serta (3) penggunaan reagen bebas sianida (*cyanide-free reagent*) dalam pengukuran kadar hemoglobin (HGB) (Mindray, 2020). Proses analisis dimulai dengan mengambil sampel darah yang disimpan dalam tabung EDTA. Sampel darah kemudian diisap oleh selang kuvet dan dialirkan ke dalam alat untuk dianalisis secara sistematis (Daves, 2024).



Gambar 2.5 *Hematology Analyzer BC-6000*

Sumber: (Shen *et al*, 2019)

Dalam proses analisis, alat *Hematology Analyzer* merupakan *instrument* paling signifikan yang ada di laboratorium klinik saat ini, yang akan mengukur dan menghitung berbagai parameter sel darah, seperti jumlah sel darah merah (*eritrosit*), sel darah putih (*leukosit*), dan trombosit (*platelet*). Alat ini juga dapat mengukur ukuran dan distribusi sel darah, serta menganalisis berbagai jenis sel darah abnormal (Ragav *et al*, 2021).

Berikut adalah beberapa prinsip deteksi yang berbeda pada alat *hematology analyzer* BC-6000:

2.1.4.1 Prinsip Metode SF Cube (*Scatter-Fluorescence 3D Analysis*)

Metode SF Cube merupakan teknologi unggulan yang dikembangkan oleh Mindray dan digunakan secara khusus untuk penghitungan serta diferensiasi leukosit (WBC), *nucleated red blood cells*, dan retikulosit dalam satu sistem terintegrasi. Istilah “SF Cube” merujuk pada tiga komponen utama, yaitu *Scatter* (hamburan cahaya laser), *Fluorescence* (sinyal fluoresensi), dan *Cube* (analisis data

tiga dimensi/3D). Teknologi ini memanfaatkan dua sudut hamburan sinar laser dan satu sinyal fluoresensi untuk menganalisis karakteristik sel darah, sehingga memungkinkan diferensiasi leukosit 5-part, identifikasi *nucleated red blood cells*, serta analisis retikulosit dan trombosit dalam kondisi tertentu (Mindray, 2023 & Shen, 2019). Proses kerjanya diawali dengan pemberian reagen khusus yang mampu mewarnai kandungan DNA dan RNA sel menggunakan zat *fluoresen*, kemudian sel dialirkan kandungan *flow cell* dan disinari laser semikonduktor untuk menghasilkan sinyal yang dapat dideteksi (Hanze, 2019).

2.1.4.2 Prinsip Metode DC Impedansi (*Direct Current Impedance*)

Metode DC *Impedance* atau pada BC-6000 digunakan untuk menghitung eritrosit (RBC) dan trombosit (PLT) berdasarkan perubahan resistansi listrik saat sel melewati *micro-aperture* yang dialiri arus konstan. Setiap sel yang melintasi akan menghasilkan listrik yang besarnya sebanding dengan volume sel, sehingga dapat dihitung secara otomatis (Buttarelo, 2016; Medical, 2023 & Shen, 2019). Selain menghitung jumlah sel, metode ini juga menghasilkan parameter turunan seperti MVP (*Mean Platelet Volume*) dan PDW (*Platelet Distribution Width*) melalui analisis histogram trombosit, yang berperan penting dalam evaluasi klinis, khususnya pada kondisi trombositopenia (Baccini *et al.*, 2020).

2.1.4.3 Prinsip Reagen bebas Sianida

Prinsip ini berkaitan dengan pengukuran kadar hemoglobin yang dilakukan menggunakan reagen bebas sianida (*cyanide free reagent*). Metode ini merupakan pengembangan dari metode drabkin konvensional yang sebelumnya menggunakan sianida, namun telah dimodifikasi agar lebih aman bagi tenaga laboratorium serta

lebih ramah terhadap lingkungan. Dalam prosesnya hemoglobin dalam sampel akan diubah menjadi senyawa yang mampu menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu, kemudian nilai absorbansi tersebut diukur secara fotometrik untuk menentukan konsentrasi hemoglobin (Kim *et al*, 2016; Pollard *et al*, 2020 & Shen, 2019).

Berdasarkan pemeriksaan trombosit pada Mindray BC-6000 menggunakan metode *impedance* sebagai prinsip utama, yaitu berdasarkan perubahan hambatan listrik saat trombosit melewati *aperture* kecil. Prinsip ini sesuai dengan DC (*Direct Current*) karena menggunakan arus listrik searah untuk mendeteksi perubahan resistansi sehingga jumlah trombosit dapat dihitung. Metode ini cocok digunakan karena trombosit berukuran kecil dan mudah terdeteksi, namun untuk meningkatkan metode optikal berbasis *flow cytometry* sebagai pelengkap (Mindray, 2020; Shen *et al*, 2019 & Hu *et al*, 2021).

1) Kelebihan *Hematology Analyzer*

Kelebihan menggunakan alat *Hematology Analyzer* memiliki keunggulan utama dalam meningkatkan efisiensi operasional laboratorium melalui kemampuan otomatisasi pada proses analisis sel darah, penggunaan alat ini memungkinkan diperolehnya hasil yang lebih konsisten dan berkualitas tinggi karena mampu menyajikan data hematologi secara lebih lengkap untuk menunjang penegakan diagnosis. Keberadaan *hematology analyzer* juga berkontribusi dalam mempercepat alur kerja pemeriksaan serta meningkatkan ketepatan hasil analisis yang dihasilkan (Kim *et al.*, 2025).

2) Kekurangan Hematology Analyzer

Keterbatasan *hematology analyzer* otomatis terletak pada kebutuhan pemeliharaan yang rutin, termasuk pelaksanaan *control* harian sebelum alat digunakan serta kalibrasi berkala umumnya setiap 6 bulan sekali, yang harus dilakukan oleh teknisi agar kinerja alat tetap optimal. Selain itu, pengoperasian alat ini memerlukan tenaga medis yang sudah terlatih, disertai dengan biaya yang relatif tinggi untuk pengadaan alat maupun reagen, serta kebutuhan listrik yang stabil. Beberapa reagen yang digunakan juga berpotensi membahayakan kesehatan terutama yang mengandung sianida, sehingga memerlukan penanganan khusus (Arini *et al*, 2024).

Dalam kondisi tertentu, *hematology analyzer* dapat menampilkan tanda peringatan (*flagging*) yang mengindikasikan adanya kelainan morfologi sel darah. Oleh karena itu, apabila terdapat indikasi abnormalitas sel, termasuk keberadaan *giant platelet* atau trombosit raksasa yang memiliki diameter lebih dari 7 μ m dan bahkan mendekati ukuran eritrosit normal. Hal ini disebabkan karena prinsip kerja metode impedansi menghitung sel berdasarkan volume partikel yang melewati *aperture*, sehingga trombosit berukuran besar dapat teridentifikasi sebagai eritrosit kecil. Akibatnya, jumlah trombosit yang terbaca menjadi lebih rendah dari kondisi sebenarnya. Untuk memastikan ketepatan hasil dan diagnosis, pemeriksaan lanjutan melalui pengamatan mikroskopis pada sediaan apus darah tepi tetap sebagai langkah konfirmasi (Scordino, 2016).

2.1.5 Faktor-faktor yang mempengaruhi terhadap pemeriksaan trombosit

1) Tahap Pra-analitik

Tahap pra-analitik dikenal sebagai fase yang paling berisiko dalam keseluruhan rangkaian proses pemeriksaan laboratorium. Pada tahap ini, berbagai potensi kesalahan dapat terjadi karena melibatkan proses awal seperti pengambilan, penanganan, hingga penyimpanan sampel sebelum dianalisis. Secara statistik, kesalahan pada fase pra-analitik menyumbang sekitar 61% dari total ketidaktepatan hasil pemeriksaan laboratorium. Salah satu faktor yang sering menjadi penyebab adalah ketidaksesuaian volume darah dalam tabung *vacutainer* yang mengandung antikoagulan EDTA dengan standar yang telah ditetapkan. Kondisi ini dapat memengaruhi rasio antara darah dan antikoagulan, sehingga berdampak pada kualitas sampel yang dihasilkan. Apabila rasio tersebut tidak optimal, maka hasil pemeriksaan yang diperoleh berpotensi menjadi tidak akurat. Oleh karena itu, ketelitian pada tahap pra-analitik menjadi sangat penting untuk memastikan validitas hasil pemeriksaan laboratorium secara keseluruhan (Abadi, 2025).

Dalam proses laboratorium, melakukan homogenisasi sampel memiliki peran penting dalam memastikan keakuratan hasil pemeriksaan. Terdapat dua tahap homogenisasi yang perlu dilakukan yaitu, homogenisasi primer yang dilakukan segera setelah sampel darah dicampur dengan antikoagulan, dan homogenisasi sekunder yaitu yang dilakukan sebelum sampel dianalisis menggunakan *Hematology Analyzer*. Homogenisasi primer bertujuan untuk memastikan bahwa antikoagulan sudah tercampur secara merata dengan

sampel darah, sehingga mencegah terjadinya pembekuan darah atau distribusi komponen darah yang tidak sama merata (Nuraeni & Septie., 2023). Sementara itu, homogenisasi sekunder dilakukan untuk memastikan bahwa sampel darah masih homogen sebelum dianalisis, sehingga hasil pemeriksaan dapat diandalkan. Untuk mencapai homogenitas yang optimal, sampel darah dalam tabung antikoagulan biasanya di bolak-balik sebanyak 8-12 kali (Aliviameita and Batis, 2024).

2) Tahap Analitik

Pada tahap analitik, di laboratorium tetap harus memperhatikan tahapan pemeliharaan dan kalibrasi alat baik secara berkala atau sesuai kebutuhan agar pemeriksaan tidak mengalami gangguan, keterlambatan pemeriksaan juga bahkan dalam rentang waktu yang singkat dapat menghasilkan nilai yang tidak akurat terhadap kondisi klinis pasien. Pada penundaan lebih dari 1 jam, trombosit akan mengalami agregasi dan fragmentasi sehingga jumlah trombosit menjadi rendah palsu (*false low*), dan suhu penyimpanan sampel yang tidak tepat juga memengaruhi jumlah trombosit yang terhitung oleh alat. Oleh karena itu, sangat dianjurkan agar pemeriksaan trombosit dilakukan sesegera mungkin setelah melakukan pengambilan darah demi mendapatkan hasil yang akurat dan dapat dipercaya (Puspitasari & Aliviameita, 2022).

3) Tahap Pasca-Analitik

Tahap pasca-analitik adalah tahap akhir pemeriksaan yang bertujuan untuk memvalidasi dan melaporkan hasil pemeriksaan, tahap ini tetap memegang peranan penting kesalahan penulisan hasil pemeriksaan dapat

membuat klinisi memberikan diagnosis yang salah, dan kesalahan dalam menginterpretasikan serta melaporkan hasil pemeriksaan juga dapat berbahaya bagi pasien (Manik & Haposan, 2021).

2.1.6 Antikoagulan

Antikoagulan yang umum digunakan untuk pemeriksaan trombosit adalah EDTA. Antikoagulan EDTA (*Ethylene Diamine Tetraacid Acid*) adalah suatu antikoagulan yang digunakan untuk mencegah pembekuan darah dalam sampel darah. Antikoagulan ini bekerja dengan mengikat kalsium dan ion logam lainnya yang diperlukan untuk proses koagulasi darah, sehingga mencegah pembentukan bekuan darah. Jenis antikoagulan EDTA telah lama digunakan sebagai antikoagulan pilihan untuk pengujian hematologi karena kemampuannya dalam mengawetkan komponen seluler dan morfologi sel darah. Jenis antikoagulan yang digunakan juga dapat mempengaruhi kadar trombosit. Beberapa jenis antikoagulan dapat menyebabkan perubahan pada kadar trombosit. Oleh karena itu, penting untuk memilih jenis antikoagulan yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan (Putra *and* Hernaningsih, 2022). Ada beberapa jenis antikoagulan yang sering digunakan dalam pemeriksaan hematologi, yaitu:

1. *Ethylene Diamine Tetraacid Acid* (EDTA)

Antikoagulan yang sering digunakan dalam pemeriksaan laboratorium hematologi adalah EDTA. EDTA tersedia dalam dua bentuk yaitu bentuk kering yaitu Dinatrium EDTA (Na_2EDTA) dan Dipotassium EDTA (K_2EDTA) atau bentuk cair yaitu Tripotassium EDTA (K_3EDTA). EDTA memiliki

kelebihan sebagai antikoagulan karena sifat zat aditifnya yang tidak mengubah morfologi sel dan menghambat agregasi trombosit dengan lebih baik dari pada antikoagulan lainnya. Untuk kekurangannya EDTA yaitu sifatnya yang sulit larut dibandingkan antikoagulan lainnya. EDTA mencegah koagulasi dengan mengikat ion kalsium dan menghasilkan garam kalsium yang tidak larut, dengan demikian ion kalsium yang berperan dalam koagulasi menjadi tidak aktif, sehingga tidak terjadi proses pembentukan bekuan darah. Jumlah EDTA serbuk biasanya digunakan 1 mg dalam 1 ml darah, sementara EDTA cair dengan konsentrasi 10% digunakan dengan menambahkan 10ul EDTA ke dalam 1 ml darah (Maulidiyanti *et al*, 2024)

a. Na_2EDTA (*Dinatrium Ethylene Diamine Tetraacetic Acid*)

Na_2EDTA merupakan jenis antikoagulan berbentuk serbuk yang sering disebut sebagai EDTA konvensional karena tidak tersedia dalam bentuk komersial seperti tabung vacutainer. Ketepatan penggunaan Na_2EDTA sangat bergantung pada keterampilan, ketelitian, serta pengalaman petugas laboratorium dalam menentukan takaran dan volume yang sesuai. Apabila penggunaan EDTA tidak sesuai dengan ketentuan yang dianjurkan, kondisi tersebut dapat menyebabkan darah membeku atau menghasilkan data pemeriksaan yang tidak valid (Muti, 2021). Selain itu, penggunaan Na_2EDTA juga memiliki beberapa keterbatasan, di antaranya kurang efisien dalam praktik laboratorium, stabilitas yang relatif kurang baik, serta membutuhkan tingkat ketelitian yang lebih tinggi dalam proses penggunaannya (Lestari, 2023).

b. K_2EDTA (*Dipotassium Ethylene Diamine Tetraacetic Acid*)

K_2EDTA merupakan jenis antikoagulan yang tersusun atas dua ion kalium yang berikatan dengan molekul EDTA dan umumnya tersedia dalam bentuk serbuk kering (*spray-dried*) yang melapisi bagian dalam tabung. K_2EDTA banyak dipilih dalam pemeriksaan hematologi, khususnya untuk penghitungan dan evaluasi ukuran sel darah, karena tidak menimbulkan efek pengenceran pada sampel serta memberikan pengaruh yang sangat minimal terhadap volume eritrosit maupun leukosit. Oleh karena itu, jenis antikoagulan ini dianggap lebih stabil dalam mempertahankan karakteristik sel darah selama proses pemeriksaan. Rasio penggunaannya yang dianjurkan berkisar antara 1,5-2,2 mg per mililiter darah, dengan penggunaan tabung tertutup warna lavender (ungu muda) (Zahraini *et al*, 2021; ICSH (*International Council for Standardization in Hematology*) dalam England *et al*, 1993).

c. K_3EDTA (*Tripotassium Enthylene Diamine Tetra Acetic Acid*)

K_3EDTA merupakan bentuk EDTA yang mengandung tiga ion kalium yang berikatan dengan molekul EDTA dan biasanya tersedia dalam bentuk larutan cair di dalam tabung. Antikoagulan ini memiliki kecepatan kerja yang relatif lebih cepat dalam mencegah pembekuan darah karena keberadaan tiga ion kalium yang memungkinkan pengikatan ion kalium berlangsung lebih efektif. Oleh karena itu, K_3EDTA sering digunakan pada kondisi yang memerlukan hasil pemeriksaan secara cepat, seperti pada situasi darurat. Rasio penggunaan yang dianjurkan adalah sekitar 10-15ul antikoagulan untuk setiap 1 mL darah,

dan umumnya digunakan dalam tabung yang berwarna ungu tua (*purple*) (Mehmood, 2018 & Zahraini, 2021).

2.1.7 Bekuan pada sampel *whole blood*

Darah merupakan jaringan cair yang terdiri dari dua bagian, yaitu bagian sel dan plasma. Bagian sel meliputi eritrosit, leukosit, dan trombosit. Plasma adalah cairan berwarna kuning yang mengandung air, protein, serta berbagai zat terlarut, termasuk ion kalsium yang memiliki peran penting dalam proses pembekuan darah. Ion kalsium bertindak sebagai kofaktor dalam mengaktifkan berbagai faktor pembekuan yang dibutuhkan untuk membentuk fibrin, yaitu jaringan protein yang merupakan dasar terbentuknya bekuan darah (Bain, 2021).

Volume darah yang tidak mencukupi dapat menyebabkan ketidakseimbangan antara jumlah darah dan antikoagulan, sehingga konsentrasi antikoagulan menjadi relatif berlebih dan berpotensi memengaruhi proses pembekuan. Kondisi ini sering terjadi karena berbagai kendala dalam pengambilan spesimen, sehingga volume darah yang diperoleh tidak selalu sesuai dengan yang diharapkan. Oleh karena itu, prosedur pengambilan sampel harus dilakukan secara tepat sesuai standar operasional yang berlaku. Aspek volume darah menjadi perhatian penting, terutama pada pasien dengan kondisi vena kecil, karena pada situasi tersebut pengambilan darah dalam jumlah yang adekuat sering kali sulit dicapai (Syuhada *et al*, 2021).

Apabila volume darah yang digabungkan ke dalam tabung terlalu banyak, maka jumlah EDTA yang tersedia tidak mencukupi untuk mengikat

seluruh kalsium dalam darah, sehingga proses pembekuan masih dapat terjadi di dalam tabung. Oleh karena itu, volume darah yang digabungkan harus disesuaikan dengan rasio yang telah ditetapkan antara darah dan antikoagulan. Pada penggunaan *microtube* EDTA dengan kapasitas 0,5 ml, volume darah yang ideal juga berada pada kisaran tersebut agar keseimbangan tetap terjaga. Sebaliknya, apabila jumlah darah yang digabungkan terlalu sedikit, maka konsentrasi EDTA menjadi relatif berlebih. Kondisi ini dapat menimbulkan dampak negatif terhadap komponen seluler darah, seperti terjadinya kerusakan pada trombosit atau perubahan bentuk eritrosit (Kalaria, 2023).

Tahap berikutnya yang sangat penting adalah homogenisasi sampel, yang dapat dilakukan secara manual dengan membolak-balik tabung sebanyak 8-12 kali atau menggunakan alat rotator dengan durasi optimal 8-15 menit dan tidak melebihi batas maksimum 20 menit (Simundic, 2018). Tujuan dari proses ini adalah memastikan EDTA tercampur secara merata dengan seluruh komponen darah sehingga ion Ca^{2+} dapat terikat secara efektif dan proses koagulasi dapat dihentikan sepenuhnya (Lippi *et al*, 2019). Apabila homogenisasi dilakukan terlalu singkat, yaitu kurang dari 5 menit, distribusi EDTA menjadi tidak merata sehingga sebagian sampel masih berpotensi mengalami pembekuan dan membentuk *mikrolot* yang tidak tampak secara visual (Guder *et al*, 2019). Jika proses homogenisasi berlangsung terlalu lama melebihi 20 menit, dapat terjadi stress mekanik berulang pada sel darah, terutama trombosit, yang memicu aktivasi dan agregasi secara artifisial (Lippi & Plebani 2020).

Keberadaan bekuan pada sampel merupakan salah satu penyebab utama penolakan sampel di laboratorium karena kondisi tersebut membuat sampel tidak layak untuk diproses lebih lanjut. Meskipun telah digunakan tabung yang mengandung antikoagulan, risiko pembekuan tetap dapat terjadi apabila proses homogenisasi tidak dilakukan dengan cara membolak-balik tabung secara perlahan agar distribusi keduanya merata. Apabila langkah ini tidak dilakukan atau dilakukan dengan tidak benar, maka interaksi antara darah dan antikoagulan menjadi tidak optimal. Akibatnya, sebagian komponen darah dapat mengalami koagulasi sehingga terbentuk bekuan di dalam tabung (Baccini *et al*, 2020).

2.2 Kerangka Penelitian



Gambar 2.6 Kerangka Penelitian

BAB III

METODE STUDI KASUS

3.1 Rancangan Studi Kasus

Metode penelitian ini menggunakan metode studi kasus, yang mendeskripsikan tentang kasus di bidang hematologi mengenai hasil pemeriksaan trombosit dengan sampel *whole blood* yang terjadi bekuan menggunakan alat *Hematology Analyzer* (Mindray BC-6000).

3.2 Objek Studi Kasus

Objek yang digunakan dalam studi kasus ini berupa sampel *Whole Blood* yang ditampung menggunakan antikoagulan EDTA sebagai bahan pemeriksaan utama.

3.3 Fokus Studi Kasus

Fokus studi kasus pada penelitian ini adalah terletak pada hasil pemeriksaan setelah melalui tahap pra-analitik, di mana sampel darah pasien diambil oleh perawat dan kemudian diserahkan ke laboratorium untuk dianalisis. Pemeriksaan hematologi rutin ini dilakukan menggunakan *hematology analyzer* otomatis (Mindray BC-6000), yang pada awalnya menunjukkan hasil trombosit sebesar 33.000/ul. Nilai tersebut tidak sejalan dengan kondisi klinis pasien, dan pada parameter PLT muncul indikator peringatan (*flagging*) berupa tanda seru yang mengarah pada kemungkinan adanya *platelet clumping* atau gangguan lain dalam proses pengukuran. Kondisi ini menyebabkan hasil awal diinterpretasikan sebagai *trombositopenia* berat. Namun, setelah dilakukan pengambilan sampel ulang (re-sampling), diperoleh hasil trombosit sebesar 347.000/ul yang berada dalam rentang

normal. Temuan ini menunjukkan bahwa hasil pemeriksaan awal tidak mencerminkan kondisi sebenarnya dan dipengaruhi oleh faktor pra-analitik, khususnya adanya bekuan pada sampel darah dengan antikoagulan EDTA.

3.4 Pengumpulan Data Studi Kasus

Data pada studi kasus ini diketahui dengan adanya nilai hasil pemeriksaan trombosit yang tidak dapat dikeluarkan akibat dari kondisi sampel yang tidak baik, pengelolaan sampel darah dan pemeriksaannya mengacu pada 3 tahap, yaitu pra-analitik, analitik, dan pasca analitik.

3.4.1 Tahap pra-analitik:

1. Melakukan pengambilan sampel pasien diruangan rawat inap oleh perawat.
2. Dikirimkan sampel ke ruangan laboratorium, yang sudah ditempel identitas pasien, tanggal lahir, dan tanggal pemeriksaan pada barcode.

3.4.2 Tahap analitik:

1. Menghomogenkan sampel menggunakan rotator.
2. Memasukkan sampel ke alat *Hematology Analyzer* (Mindray BC-6000).
3. Menunggu hasil pemeriksaan keluar, setelah hasil keluar parameter trombosit (PLT) pada pasien tersebut terdapat tanda seru (*flagging*) berwarna merah pada layar komputer alat, dan mendapatkan hasil trombosit 33.000/ul (hasil rendah).
4. Mengecek ulang identitas pasien dengan data di komputer.

Pemeriksaan Ulang:

1. Melaporkan hasil tersebut ke senior yang bertugas di laboratorium.
2. Petugas laboratorium tersebut tidak bisa mengeluarkan hasil pemeriksaan diduga karena adanya bekuan pada sampel.
3. Petugas laboratorium melakukan peringatan pada catatan komputer (sampel ada bekuan).
4. Hasil pemeriksaan yang tidak muncul di sistem, terbaca oleh perawat sehingga dilakukan pengambilan sampel ulang.
5. Setelah sampel baru datang, lakukan menghomogenisasi ulang di rotator.
6. Memasukkan ulang sampel ke alat *hematology analyzer* (Mindray BC-6000).

3.4.3 Tahap pasca analitik

- 1) Setelah hasil keluar, mendapatkan hasil trombosit 347.000/ul (hasil normal).
- 2) Melaporkan hasil pemeriksaan tersebut ke senior yang bertugas di laboratorium tersebut.
- 3) Petugas laboratorium mengeluarkan hasil pemeriksaan sampel tersebut.

3.5 Etika Penelitian

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

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Seorang pasien perempuan menjalani pemeriksaan jumlah trombosit di laboratorium menggunakan sampel *whole blood* dengan antikoagulan EDTA yang ditemukan adanya bekuan darah. Pemeriksaan dilakukan secara *automatic* menggunakan alat *hematology analyzer* (Mindray BC-6000). Pada pemeriksaan awal, sampel yang mengandung bekuan tersebut menunjukkan jumlah trombosit sebesar 33.000/ul, yang berada di bawah nilai rujukan. Setelah dilakukan evaluasi terhadap sampel dan ditemukan adanya bekuan darah, lalu dilakukan pengambilan sampel ulang tanpa bekuan dan pemeriksaan kembali menggunakan metode yang sama. Hasil pemeriksaan kedua menunjukkan jumlah trombosit sebesar 347.000/ul, yang berada dalam rentang normal. Hasil pemeriksaan diuraikan pada tabel 4.1 sebagai berikut.

Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Trombosit

Pemeriksaan Sampel	Nilai Trombosit(/ul)	Nilai Rujukan(/ul)	Keterangan
Terdapat Bekuan	33.000	150.000-450.000	Rendah
Tanpa Bekuan	347.000		Normal

Berdasarkan tabel 4.1 di dapatkan hasil pemeriksaan trombosit yang pertama 33.000/ul dan hasil pemeriksaan kedua yaitu 347.000/ul.

4.2 Pembahasan

Pemeriksaan hitung jumlah trombosit dalam rangkaian pemeriksaan darah lengkap memiliki peranan penting dalam menilai kondisi kesehatan pasien, baik untuk membantu penegakkan diagnosis, memantau perkembangan penyakit, maupun mengevaluasi efektivitas terapi. Trombosit merupakan fragmen sel yang berasal dari pecahan sitoplasma megakariosit di sumsum tulang, berbentuk bulat atau oval menyerupai keping, tidak berinti, dengan diameter sekitar 1-2 mikrometer dan volume 5-8 femtoliter (fL) (Andika, 2019). Dalam sistem hemostasis trombosit berperan bersama pembuluh darah dan faktor koagulasi. Berbeda dengan proses koagulasi yang menghasilkan fibrin melalui aktivasi faktor pembekuan, trombosit bekerja melalui mekanisme adhesi dan agregasi untuk membentuk sumbat hemostasis primer sebagai respons awal terhadap kerusakan pembuluh darah (Burnouf *et al*, 2023). Oleh karena itu, fungsi utama trombosit adalah membentuk sumbatan primer, bukan secara langsung melakukan proses pembekuan darah, meskipun kedua mekanisme tersebut saling berkaitan dalam mempertahankan hemostasis tubuh (Yan *et al*, 2023). Jumlah trombosit normal berkisar antara 150.000-450.000/ul darah. Peningkatan jumlah trombosit di atas nilai normal disebut trombositosis, sedangkan penurunan di bawah <150.000/ul disebut trombositopenia (Azimata *et al*, 2023 & Worung *et al*, 2020).

Berdasarkan tabel 4.1 bahwa hasil pemeriksaan trombosit pada pasien tersebut menunjukkan perbedaan hasil. Pada pemeriksaan pertama menggunakan metode *impedance* dengan *hematology analyzer* (Mindray BC-6000) didapatkan hasil trombosit yaitu 33.000/ul, yang dapat dikategorikan sebagai *trombositopenia*

karena berada di bawah rentang normal. Hasil ini kemudian ditelusuri lebih lanjut dan ditemukan adanya bekuan pada sampel dalam tabung EDTA yang terlihat sebagai gumpalan darah secara visual. Temuan tersebut menunjukkan bahwa kesalahan tidak hanya terjadi pada tahap pra-analitik, tetapi juga mempengaruhi tahap analitik dan pasca analitik. Pada tahap pra-analitik, kesalahan dapat disebabkan oleh penanganan sampel yang kurang tepat, proses homogenisasi yang tidak adekuat, serta prosedur pencampuran darah ke dalam tabung EDTA yang tidak sesuai.

Kemudian kondisi sampel yang telah membeku mengakibatkan alat tidak mampu mendeteksi jumlah trombosit secara akurat pada tahap analitik, karena sebagian trombosit terperangkap dalam jaringan fibrin yang terbentuk selama proses pembekuan. Akibatnya, jumlah trombosit yang terhitung oleh alat menjadi lebih rendah dibandingkan jumlah trombosit yang sebenarnya terdapat dalam sirkulasi darah. Selain itu, keberadaan bekuan dapat menyebabkan distribusi sel darah dalam sampel menjadi tidak homogen sehingga mengganggu proses aspirasi dan pengukuran oleh *hematology analyzer*. Kondisi ini berpotensi menghasilkan nilai trombosit yang tidak mencerminkan keadaan pasien yang sesungguhnya (*pseudotrombositopenia*). Dampak dari kesalahan tersebut berlanjut pada tahap pasca-analitik, yaitu hasil pemeriksaan yang dilaporkan menjadi tidak valid dan berisiko menimbulkan interpretasi yang keliru apabila digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan klinis (Agung *et al*, 2022).

Ketidaktepatan dalam teknik homogenisasi dan lamanya pengiriman ke laboratorium merupakan dua faktor utama yang berperan dalam terbentuknya

bekuan pada sampel *whole blood*. Proses homogenisasi dilakukan untuk memastikan darah dan antikoagulan tercampur secara merata sehingga mekanisme pembekuan dapat dicegah secara optimal. Apabila pencampuran dilakukan secara tidak adekuat, misalnya hanya dengan membolak-balik tabung sebanyak 2-4 kali, maka EDTA tidak terdistribusi dengan baik ke seluruh sampel, yang dapat memicu terbentuknya bekuan dan agregasi sel. Sebaiknya, homogenisasi yang dilakukan sesuai prosedur, yaitu dengan 5-10 kali pembalikan tabung atau menggunakan rotator selama 8-15 menit tanpa melebihi 20 menit, terbukti mampu menghasilkan pencampuran yang optimal sehingga volume aspirasi pada alat *hematology analyzer* dapat terpenuhi secara akurat sebesar 25ul (Siswanto, Sukesu & Wibawa 2018).

Selain itu, pengaruh penundaan sampel pada pembekuan darah dapat memiliki dampak signifikan pada hasil analisis karena penundaan pemrosesan dapat menyebabkan perubahan kadar faktor pembekuan darah dan mengaktifkan proses koagulasi, sehingga mempengaruhi hasil analisis pembekuan darah (Gyorffy *et al*, 2024). Sementara itu, ketidaksesuaian volume darah terhadap rasio antikoagulan juga dapat mengganggu keseimbangan, terutama ketika volume darah terlalu sedikit sehingga konsentrasi antikoagulan menjadi relatif berlebih. Kondisi ini dapat menimbulkan dampak negatif terhadap komponen seluler darah, seperti terjadinya kerusakan pada trombosit atau perubahan bentuk eritrosit dan berpotensi memicu terbentuknya bekuan. Kondisi ini sering terjadi pada pasien dengan vena kecil atau sulit, sehingga pengambilan sampel harus dilakukan secara cermat sesuai

dengan Standar Operasional Prosedur (SOP) yang berlaku untuk menjamin kualitas spesimen (Syuhada *et al*, 2021).

Selain adanya bekuan keberadaan *giant platelet* atau trombosit raksasa dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan trombosit pada alat *hematology analyzer*, karena ukurannya yang lebih besar dari trombosit normal yaitu lebih dari 7 μ m, sehingga berpotensi tidak dikenali sebagai trombosit oleh alat yang bekerja berdasarkan prinsip *impedance*. Akibatnya, *giant platelet* sering terklasifikasi sebagai sel lain seperti eritrosit kecil, sehingga tidak terhitung dalam parameter trombosit dan menyebabkan hasil yang terbaca menjadi rendah dari nilai yang sebenarnya (Fitri, 2019 & Scordino, 2016).

Dalam penganalisis *hematology analyzer*, munculnya tanda *flagging* (!) pada hasil pemeriksaan hematologi dapat disebabkan oleh berbagai kondisi yang berpotensi mempengaruhi ketepatan penghitungan sel darah secara otomatis. *Flagging* merupakan sistem peringatan yang dihasilkan alat ketika terdeteksi adanya kelainan pada parameter tertentu, termasuk trombosit (PLT), atau indikasi lain yang memerlukan evaluasi lebih lanjut. Tanda ini membantu mengidentifikasi hasil yang mungkin memerlukan pemeriksaan lebih lanjut, seperti pemeriksaan ulang atau penggunaan metode pemeriksaan yang berbeda. Sehingga dengan adanya *flagging* (!), klinisi dapat mengkonfirmasi kembali analisis yang telah dilakukan sesuai dengan protokol laboratorium untuk menjamin keamanan akurasi hasil. Interpretasi yang baik terhadap *flagging* (!) pada alat *hematology analyzer* merupakan informasi yang berharga untuk membantu mempersempit diagnosis

banding sebelum dilakukan pemeriksaan lainnya untuk menegakkan diagnosis (Song J, 2022).

Solusi dari permasalahan diatas yaitu dilakukan pengambilan sampling ulang dan dilakukan pemeriksaan didapatkan kadar trombosit sebesar 347.000/ul seperti pada tabel 4.1, hasil tersebut sudah masuk ke dalam batas normal. Hal ini dikarenakan pada sampel tersebut dilakukan teknik homogenisasi secara sempurna, sehingga hasil tersebut dinyatakan valid. Pada pemeriksaan ulang, sampel yang dinyatakan baik ditandai dengan tidak ditemukannya penggumpalan trombosit (*platelet clumping*), sehingga hasil yang diperoleh lebih dapat dipercaya. Apabila petugas laboratorium menerima sampel yang mengalami kerusakan atau tidak sesuai dengan kriteria pemeriksaan, maka sampel tersebut harus diganti dengan spesimen yang layak dan sesuai dengan kebutuhan analisis. Khusus pada pemeriksaan hitung jumlah trombosit, kondisi sampel harus benar-benar baik agar hasil yang diperoleh akurat dan dapat digunakan dalam penegakan diagnosis (Khotimah & Sun, 2022).

Hematology analyzer modern pada pemeriksaan trombosit, termasuk Mindray BC-6000 bekerja menggunakan metode *impedance* sebagai prinsip utama, yaitu dengan mendeteksi perubahan hambatan listrik ketika trombosit melewati *aperture* yang dialiri arus listrik searah. Perubahan resistansi tersebut digunakan memberikan hasil yang cepat dan efisien, terdapat beberapa keterbatasan, seperti kemungkinan munculnya hasil palsu pada perhitungan eritrosit maupun trombosit, serta adanya interferensi dari kondisi tertentu seperti aglutinasi dingin dan bekuan darah. Selain itu, alat ini juga bergantung pada penggunaan mikroskopis sebagai

konfirmasi pada kasus dengan kelainan morfologi sel yang kompleks. Oleh karena itu, pemahaman mengenai prinsip kerja dan keterbatasan *hematology analyzer* sangat penting untuk memastikan hasil pemeriksaan yang akurat, valid dan dapat dipertanggungjawabkan (Daves, 2024).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil studi kasus yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa hasil pemeriksaan trombosit pada sampel darah (*whole blood*) dengan antikoagulan EDTA yang terdapat bekuan menggunakan alat *Hematology Analyzer* (Mindray BC-6000) dan menunjukkan bahwa nilai trombosit yang rendah, kemudian dilakukan pengambilan ulang sampel (*re-sampling*) dihasilkan trombosit sebesar 347.000/ul.

5.2 Saran

Sampel darah yang mengalami pembekuan dapat memberikan hasil yang tidak valid pada pemeriksaan laboratorium, sehingga sangat penting untuk menerapkan tahapan pra-analitik yang baik dan benar. Proses pengambilan darah harus dilakukan sesuai SOP (Standar Operasional Prosedur), dengan memastikan perbandingan volume darah dan antikoagulan sesuai ketentuan dan teknik homogenisasi yang benar untuk meningkatkan hasil yang lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, A., Eka, A., & Parwati, P. A. (2022). *Manajemen Pengambilan dan Pengelolaan Spesimen Darah di Laboratorium RSUD Wangaya Denpasar*. 2(5).
- Aliviameita, A., Primastuti, Y.P. and Batis, A. (2024). *Optimization of Complete Blood Count Results with Variations in Specimen Handling and Whole Blood Secondary Homogenization Techniques*’,.
- Andika, A. (2019). *Buku Ajar Mata Kuliah Hematologi*.
- Arini, F. Y., Handayati, A., Surabaya, S., Astuti, S. S. E., & Anggraini, A. D. (2024). *Uji Komparasi Hasil Pemeriksaan Hemoglobin Menggunakan*. 14(2), 235–238.
- Azimata, R., Anjani, N., & Murni, W. (2023). *Perbedaan Jumlah Trombosit Pasca Transfusi Thrombocyte Concentrate Dan Thrombocyte Apheresis Pada Pasien Trombositopenia*. 11(1).
- Abadi, M.F. (2025). *5 pengaruh variasi volume sampel darah terhadap nilai hematokrit dan trombosit menggunakan metode Hematology Analyzer*. <https://doi.org/https://doi.org/10.53861/jmed.v10i2.650>
- Baccini, V., Geneviève, F., Jacqmin, H., Chatelain, B., Girard, S., Wulleme, S., Vedrenne, A., Guiheneuf, E., Toussaint-Hacquard, M., Everaere, F., Soulard, M., Lesesve, J. F., & Bardet, V. (2020). Platelet counting: Ugly traps and good advice. proposals from the french-speaking cellular hematology group (gfhc). *Journal of Clinical Medicine*, 9(3). <https://doi.org/10.3390/jcm9030808>
- Bain, B. J. (2021). *Blood cells: a practical guide*. John Wiley & Sons.
- Burnouf, T., Chou, M. L., Lundy, D. J., Chuang, E. Y., & Tseng, C. L. (2023). Expanding applications of allogeneic platelets , platelet lysates , and platelet extracellular vesicles in cell therapy , regenerative medicine , and targeted drug delivery. *Journal of Biomedical Science*, 1–34. <https://doi.org/10.1186/s12929-023-00972-w>
- Buttarelo, M. (2016). *Laboratory diagnosis of anemia: are the old and new red cell parameters useful in classification and treatment, how?* *International Journal of Laboratory Hematology*. <https://doi.org/10.1111/ijlh.12500>
- Daves, M. et al. (2024). “*Modern hematology analyzers: beyond the simple blood cells count (with focus on the red blood cells)*”, *Journal of Laboratory and Precision Medicine*.”

- Firani, N. K. (2018). M. S.-S. D. dan K. D. M. U. P. (2018). *Mengenali Sel-Sel Darah dan Kelainan Darah*. Malang: UB Press.
- Fitri, A. M. N. I. and Z. E. (2019). *A Classification of Platelets in Peripheral Blood Smear Image as an Early Detection of Myeloproliferative Syndrome Using Gray Level Co- Occurence Matrix A Classification of Platelets in Peripheral Blood Smear Image as an Early Detection of Myeloproliferat*. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1201/1/012049>
- Fitri Anjani. (2022). Pengaruh Jumlah Trombosit Pada Pasien Anak Penderita Demam Berdarah Dengue di Kota Langsa. *QUIMICA: Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, 4(1), 1–4. <https://doi.org/10.33059/jq.v4i1.6071>
- Guder WG, Narayanan S, Wisser H, Z. B. (2019). *Samples: From the Patient to the Laboratory: The Impact of Preanalytical Variables on the Quality of Laboratory Results*.
- Gyorffy, V. J., Dwivedi, D. J., Liaw, P. C., Fox-, A. E., Id, R., Id, J. L. Y. T., & Binnie, A. (2024). *Impact of sample processing delays on plasma markers of inflammation , chemotaxis , cell death , and blood coagulation*. 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0311921>
- Hall J. E and A. C. Guyton. (2016). *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology. Thirteen edition*. Philadelphia: Elsevier.
- Hänze, J., Lucks, J., Sülthmann, H., & Hoffmann, P. (2019). *Technology and New Fluorescence Flow Cytometry Parameters in Hematological Analyzers*. *Journal of Laboratory Medicine*.
- Hartina, A. G. (2019). TERHADAP JUMLAH TROMBOSIT Automatic Hematology Analyzer sysmex Tabel 1Distribusi Statistik Deskriptif Hasil Hitung Jumlah Trombosit yang. *Jurnal Kesehatan Poltekkes Palembang*, 13(2), 150–153.
- Kalaria. (2023). *Managing ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) interference in EDTA contaminated samples-selectivity in reporting analytes*. *Annals of Clinical Biochemistry*,.
- Kartikasari, D. M., Indahyani, D. E., & Praharani, D. (2020). Jumlah Trombosit pada Mencit Diabetes setelah Pemberian Ekstrak Rumput Laut Merah (Rhodophyceae). *Pustaka Kesehatan*, 7(3), 171. <https://doi.org/10.19184/pk.v7i3.11350>
- Khotimah, E., & Sun, N. N. (2022). *Analisis Kesalahan Pada Proses Pra Analitik Dan Analitik Terhadap Sampel Serum Pasien Di Rsud Budhi Asih*. *Jurnal*.

- Kim, H., Hur, M., d'Onofrio, G., & Zini, G. (2025). Real-World Application of Digital Morphology Analyzers: Practical Issues and Challenges in Clinical Laboratories. *Diagnostics*, 15(6), 1–24. <https://doi.org/10.3390/diagnostics15060677>
- Kim, U., Song, J., Ryu, S., Kim, S., & Joo, C. (2016). A rapid and chemical-free hemoglobin assay with photothermal angular light scattering. *Journal of Visualized Experiments*, 2016(118), 1–6. <https://doi.org/10.3791/55006>
- Lestari, A. F. (2023). *Observasi Jumlah Trombosit Pada Penggunaan Antikoagulan Na2EDTA dan K2EDTA*. In *Karya Tulis Ilmiah Politeknik Kesehatan Kemenkes Kalimantan Timur*.
- Lippi G, Cadamuro J, F. E. (2019). *Preanalytical variables in coagulation testing: current knowledge and future perspectives*. *Seminars in Thrombosis and Hemostasis*, 45(6), 591–600. <https://doi.org/10.1055/s-0039-1688493>
- Lippi G, P. M. (2020). *The importance of preanalytical phase in clinical chemistry and laboratory medicine*. *Clinical Biochemistry*, 78, 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2019.12.001>
- Manik, & Haposan. (2021). analisis faktor-faktor flebotomy pada pemeriksaan trombosit.
- Maulidiyanti, S. T. S. E., Rahma, W., & Tri Ade, S. (2024). *Hematologi Dasar (P. Nur Vita (ed.)). Rena Cipta Mandiri*.
- Medical., H. (2023). *Impedance Technology in Hematology*. <https://www.horiba.com/int/healthcare/academy/technology/impedance/>
- Mehmood, R., Muhammed, R. K., Hussain, S., & Sana, A. (2018). *Evaluation of dipotassium and tripotassium EDTA evacuated tubes for routine hematological testing*. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, 32(1), e22079. <https://doi.org/10.1002/jcla.22079>
- Mindray. (2020). *BC-6000 Auto Hematology Analyzer: Product Specification and Brochure*. Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd. <https://www.mindray.com/en/products/laboratory-diagnostics/hematology/5-part-differential-analyzers/bc-6000>
- Mindray. (2023). *Hematology Analyzer Technology — SF Cube*. Shenzhen Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd.
- Muti, K. A. (2021). *Perbedaan Penggunaan Antikoagulan Na2EDTA, K2EDTA dan K3EDTA Terhadap Profil Leukosit Yang Diperiksa Dengan Hematology Analyzer*. *Poltekkes Jogja*, 1-7.

- Nabil, A. J., Widya, A., Nunki, N., & Nugraha, G. (2020). Pemanfaatan cairan infus sebagai pengganti reagen alternatif hayem dalam pemeriksaan hitung jumlah eritrosit. *1*(1), 23–31.
- Najat, D. (2017). Prevalence of pre-analytical errors in clinical chemistry diagnostic labs in Sulaimani City of Iraqi Kurdistan. *PLoS ONE*, *12*(1), 1–13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0170211>
- Noh, J. Y. (2021). ryopoiesis and platelet biology: Roles of transcription factors and emerging clinical implications. *International Journal of Molecular Sciences*, *22*(17). <https://doi.org/10.3390/ijms22179615>
- Nugraha, G. (2017). *Panduan Pemeriksaan Laboratorium Hematologi Dasar; Edisi 2. Jakarta: Penerbit TIM.*
- Nugraha, G., & Al., E. (2021). Pemeriksaan Hematologi Rutin Pada Tenaga Laboratorium Universitas Nahdlatul Ulama Surabaya. *Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat 2021*, *1*(1), 711–718.
- Nuraeni, M., & Septie. (2023). *Perbandingan Hasil Pemeriksaan Jumlah Eritrosit Dengan Teknik*. *6*(2), 228–234. <https://doi.org/10.32524/jksp.v6i2.989>
- Pollard, J., Rifaie-Graham, O., Raccio, S., Davey, A., Balog, S., & Bruns, N. (2020). Biocatalytically Initiated Precipitation Atom Transfer Radical Polymerization (ATRP) as a Quantitative Method for Hemoglobin Detection in Biological Fluids. *Analytical Chemistry*, *92*(1), 1162–1170. <https://doi.org/10.1021/acs.analchem.9b04290>
- Puspitasari, P., & Aliviameita, A. (2022). Stabilitas Sampel Darah Terhadap Profil Hematologi Dengan Metode Otomatis. *The Journal of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist*, *5*(1), 1. <https://doi.org/10.30651/jmlt.v5i1.12667>
- Putra, anak A.M.S. and Hernaningsih, Y. (2022). “*Comparison of Complete Blood Count Parameters using EDTA, Sodium Citrate, and Heparin Anticoagulants*”.
- Ragav, N. V. H., Sinduja, P., & Priyadharshini, R. (2021). Automated Blood Analysers and Their Testing Principles: A Comparative Study. *Journal of Pharmaceutical Research International*, *33*, 294–301. <https://doi.org/10.9734/jpri/2021/v33i63a35633>
- Rosida, M., Raharjo, B., & Wijaya, H. (2023). Analisa Perbandingan Hasil Trombosit Pada Alat Hematologi Analyzer Metode Impedance dan Metode Optik Pada Kasus Anemia Hipokrom Mikrositer (Berdasarkan Indeks Eritrosit). *Jurnal SainHealth*, *7*(1), 41.

- Salnus, S. and Arwie, D. (2020). Ekstrak antosianin dari ubi ungu (*Ipomoea batatas* L.) Sebagai pewarna alami pada sediaan apusan darah tepi, *Jurnal Media Analis Kesehatan*,.
- Salsabila, A., & Nugraha, G. (2024). Differences In Storage Time In Safranin Dye On Counting The Number Of Platelets By Rees Ecker Method. *Jurnal Analis Medika Biosains (JAMBS)*, 11(1), 60. <https://doi.org/10.32807/jambs.v11i1.347>
- Scordino T. *Giant platelets*. Washington (DC): American Society of Hematology; 2016 [cited 2026 Jun 23]. Available from: <https://imagebank.hematology.org/image/60930/giant-platelets>
- 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). <https://doi.org/10.3390/ijms232112772>
- Shen, Y., Cao, J., Zhou, Z., Wang, Y., Shen, Y., & He, J. (2019). Clinical Performance Evaluation of the New Hematology Analyzer Mindray BC-6000. *International Journal of Laboratory Hematology*. <https://doi.org/10.1111/ijlh.13075>
- Simundic, A., (2018). 4th EFLM-BD European Conference on Preanalytical Phase Amsterdam (NL), 24–25 March 2017. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, 55(4), 24–25. <https://doi.org/10.1515/cclm-2017-0137>
- Simundic AM, Bölenius K, Cadamuro J, et al. (2018). *Recommendation for venous blood sampling*. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, 56(12), 2015–2038. <https://doi.org/10.1515/cclm-2018-0602>
- Siswanto, sukesi, and wibawa. (2018). “perbedaan homogenisasi cara manual di bolak-balik 5-10 kali dengan di bolak-balik 2.4 kali pada pemeriksaan jumlah trombosit.” *Universitas muhammadiyah*. <http://repository.unimus.ac.id/3140/1/full.pdf>
- Song J. (2022). *Advances in laboratory assessment of thrombosis and hemostasis*. *Blood Res*. 57(S1):93- 100. <https://doi.org/10.5045/br.2022.2022048>.
- Sundaryono. (2021). Penggunaan Batang Tanaman Betadin (*Jatropha multifida* Linn) untuk Meningkatkan Jumlah Trombosit pada Mus musculus. *Medika Medika Indonesia*, 46(14), 6–11.
- Syuhada, S., Izzuddin, A., & Yudhistira, H. (2021). *JKSH: Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada Perbandingan Trombosit dengan Antikoagulan K2EDTA Abstrak Keywords : About CrossMark*. 10, 170–176.

Scordino, T. (2016). *ImageBank – American Society of Hematology*.

Widiyanti, P., Wibowo, T. D. P., Baskoro, A., & Siswanto. (2023). Polyvinyl Chloride (PVC)-Glycerol with Chitosan Addition for Antibacterial Blood Bag Application. *Indonesian Journal of Tropical and Infectious Disease*, 11(2), 121–132. <https://doi.org/10.20473/ijtid.v11i2.43104>

Wijaya, J. W., Adisuhanto, M., & Singgih, G. G. (2021). *Laporan Kasus : Pseudotrombositopenia pada Pasien Pre-Operasi A Case Report : Pseudothrombocytopenia in Pre-operative Patient*. 29(1), 49–54.

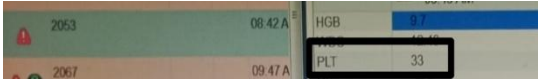
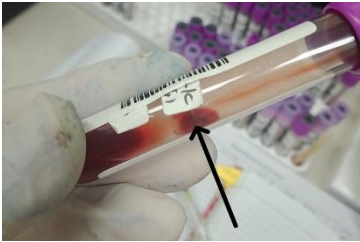
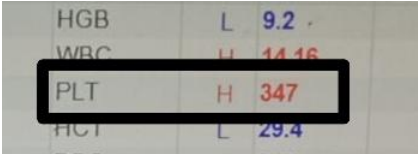
Worung, I. M., Mahartini, N. N., & Herawati, S. (2020). Hitung trombosit metode otomatis dikonfirmasi dengan Hapusan Darah Tepi (HDT) tanpa pewarnaan dan dengan pewarnaan giemsa di RSUP Sanglah, Bali, Indonesia. *Intisari Sains Medis*, 11(3), 1387–1391. <https://doi.org/10.15562/ism.v11i3.799>

Yan, C., Wu, H., Fang, X., He, J., & Zhu, F. (2023). *Platelet , a key regulator of innate and adaptive immunity*. March, 1–11. <https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1074878>

Zahraini, H., Indrasari, Y. N., & Kahar, H. (2021). *Comparison of K2 and K3 EDTA anticoagulant on complete blood count and erythrocyte sedimentation rate*. *Indonesian Journal of Clinical Pathology and Medical Laboratory*, 28(1), 75–79. <https://doi.org/10.24293/ijcpml.v28i1.1735>

Lampiran 1

DOKUMENTASI

	Hasil pemeriksaan trombosit pada alat <i>hematology analyzer</i> pada sampel darah yang terdapat bekuan
	Bekuan pada sampel darah di dalam tabung yang mengandung antikoagulan EDTA
	Hasil pemeriksaan ulang trombosit pada alat <i>hematology analyzer</i> pada sampel darah yang tidak terdapat bekuan
	Tidak terdapat bekuan pada sampel darah pasien di dalam tabung yang mengandung antikoagulan EDTA yang diambil sampel ulang
	Alat <i>Hematology Analyzer</i>

Lampiran 2

LEMBAR BIMBINGAN KARYA TULIS ILMIAH
PROGRAM STUDI D3 TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
FAKULTAS ILMU KESEHATAN
INSTITUT KESEHATAN KARSA HUSADA GARUT

Nama : Pebriyanti
NIM : KHGE23038
Pembimbing : Meti Rizki Utari, M.KM
Judul Penelitian : Hasil Pemeriksaan Trombosit Pada Sampel *Whole Blood* Yang Mengalami Bekuan Menggunakan Alat *Hematology Analyzer*

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Tanda Tangan Pembimbing
1	06-04-2026	Pengajuan Judul KTI	
2	08-04-2026	Konsultasi BAB I	
3	13-04-2026	Revisi BAB I	
4	15-04-2026	Konsultasi BAB II, BAB III	
5	20-04-2026	Revisi BAB II, BAB III	
6	01-05-2026	Konsultasi BAB IV, BAB V	
7	06-05-2026	Revisi BAB IV, BAB V	
8	10-05-2026	Revisi BAB IV	
9	15-05-2026	Penyusunan Abstrak	
10	19-05-2026	Revisi Abstrak	
11	20-05-2026	Penyusunan PPT	
12	21-05-2026	Revisi PPT	

Ketua Program Studi
D3 Teknologi Laboratorium Medis



Gina Nafsa Mutmaina, S.ST., M.Pd

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama saya Pebriyanti, lahir di Tasikmalaya pada tanggal 22 Februari 2005. Saya adalah seorang perempuan beragama Islam dan berdomisili di Perum Saung Sari Wates Blok D No.5 RT 03 RW 017, Desa Godog, Kecamatan Karangpawitan, Kabupaten Garut. Saya merupakan anak dari pasangan Bapak Anang dan Ibu Elin Herlina. Riwayat Pendidikan saya dimulai dari Sekolah Dasar (SD) di SDN Godog 2 pada tahun 2011 hingga 2017, kemudian melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMPN 4 Garut dari tahun 2017 hingga 2020, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMAN 6 Garut dari tahun 2020 hingga 2023. Saat ini saya sedang menempuh Pendidikan tinggi di Fakultas Ilmu Kesehatan Institut Kesehatan Karsa Husada Garut sejak 2023.

Selama menjalani Pendidikan, saya memiliki pengalaman praktik di beberapa fasilitas kesehatan. Saya pernah mengikuti praktik kerja lapangan (PKL) selama dua minggu di Klinik Cipanas, kemudian melaksanakan praktik selama tiga minggu di Puskesmas Cimaragas, dan juga menjalani praktik selama 2 bulan di RSUD dr.Slamet Garut. Pengalaman ini memperluas pengetahuan serta keterampilan saya dalam bidang pelayanan kesehatan.