

**HASIL PEMERIKSAAN HEMOGLOBIN PADA SAMPEL DARAH
YANG MENGALAMI BEKUAN MENGGUNAKAN ALAT
HEMATOLOGY ANALYZER : STUDI KASUS**

KARYA TULIS ILMIAH

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

Disusun oleh:

Meilani Tri Rahayu

KHGE22044



**SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN KARSA HUSADA GARUT
PROGRAM D3 TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
2025**

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 ini 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, 14 Maret 2025

Yang membuat pernyataan



Meilani Tri Rahayu

KHGE22044

LEMBAR PERSETUJUAN

**JUDUL : HASIL PEMERIKSAAN HEMOGLOBIN PADA SAMPEL
DARAH YANG MENGALAMI BEKUAN MENGGUNAKAN
ALAT HEMATOLOGY ANALYZER**

NAMA : MEILANI TRI RAHAYU

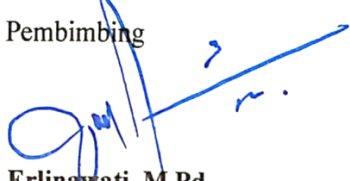
NIM : KHGE22044

KARYA TULIS ILMIAH

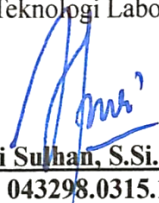
Diajukan untuk menempuh ujian pada Program Studi D3 Teknologi Laboratorium
Medis STIKes Karsa Husada Garut

Garut, 14 Mei 2025

Menyetujui,
Pembimbing


N. Ai Erlinawati, M.Pd
NIP: 043298.1002.022

Mengetahui,
Ketua Prodi D3 Teknologi Laboratorium Medis


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

SURAT PENGESAHAN

JUDUL : HASIL PEMERIKSAAN HEMOGLOBIN PADA SAMPEL DARAH YANG MENGALAMI BEKUAN MENGGUNAKAN ALAT HEMATOLOGY ANALYZER

NAMA : MEILANI TRI RAHAYU

NIM : KHGE22044

KARYA TULIS ILMIAH

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

Garut, 15 Juli 2025

Menyetujui,

Penguji I



Meti Rizki Utari, M.KM
NIP: 043298.0915.133

Penguji II



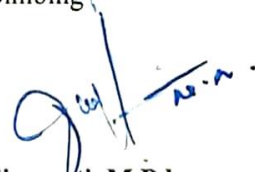
Mamay, S.Pd., M.Si
NIP: 043298.0917.138

Mengetahui,
Ketua Prodi D3 Teknologi Laboratorium



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

Mengesahkan,
Pembimbing



N. Ai Erlinawati, M.Pd
NIP. 043298.1002.022

ABSTRAK

Hasil Pemeriksaan hemoglobin pada sampel darah yang mengalami bekuan menggunakan alat Hematology Analyzer

Hemoglobin merupakan indikator utama dalam diagnosa anemia, yang secara rutin diperiksa menggunakan alat Hematology Analyzer. Namun, hasil pemeriksaan dapat terpengaruh oleh faktor pra-analitik seperti pembekuan darah. Metode penelitian yang digunakan adalah studi kasus dengan objek *whole blood*. Di Rumah Sakit X ditemukan sampel darah pasien X yang diperiksa menggunakan alat hematology analyzer. Sampel tersebut menunjukkan hasil hemoglobin yang tergolong dalam nilai kritis, diduga akibat adanya bekuan darah, volume sampel yang tidak sesuai dan kurangnya homogenisasi. Setelah dilakukan pemeriksaan ulang menggunakan sampel baru yang telah melalui proses homogenisasi yang benar dan volume darah sesuai standar (3cc), hasil menunjukkan kadar hemoglobin masuk dalam rentang normal. Hasil ini menegaskan bahwa kesalahan pada tahap pra- analitik, seperti homogenisasi yang tidak tepat dan volume darah tidak sesuai, dapat menyebabkan hasil pemeriksaan tidak valid. Oleh karena itu, penerapan prosedur standar operasional (SOP) dalam pengambilan dan penanganan sampel darah sangat penting untuk menjamin hasil pemeriksaan laboratorium yang akurat.

Kata kunci : Bekuan darah, hematology analyzer, homogenisasi, hemoglobin, pra-analitik.

ABSTRACT

Results of hemoglobin examination in blood samples that have clots using the Hematology Analyzer tool

Hemoglobin is a key indicator in the diagnosis of anemia, which is routinely checked using the Hematology Analyzer. However, the results of the examination can be affected by pre-analytical factors such as blood clots. The research method used is a case study with whole blood objects. At Hospital X, a blood sample of patient X was found that was examined using a hematology analyzer. The sample showed hemoglobin results that were classified as critical values, allegedly due to blood clots, inappropriate sample volume, and lack of homogenization. After a re-examination using a new sample that has gone through the correct homogenization process and the blood volume according to the standard (3cc), the results show that the hemoglobin level is in the normal range. These results confirm that errors at the pre-analytical stage, such as improper homogenization and inappropriate blood volume, can lead to invalid test results. Therefore, the implementation of standard operating procedures (SOP) in the collection and handling of blood samples is essential to ensure accurate laboratory test results.

Keywords: Blood clots, hematology analyzer, homogenization, hemoglobin, pre-analytic.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga Karya Tulis Ilmiah yang berjudul “Hasil pemeriksaan hemoglobin pada sampel darah yang mengalami bekuan menggunakan alat hematology analyzer” dapat terselesaikan.

Penulis menyadari akan sangat sulit untuk melewati setiap proses dan menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini tanpa kehadiran orang-orang luar biasa yang senan tiasa memberikan dukungan, semangat, serta kontribusi yang tak ternilai selama proses penyusunan karya tulis ilmiah ini. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan ketulusan, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. H. Hadiat, MA, selaku Ketua Pembina Yayasan Dharma Husada Insani Garut.
2. Bapak H. Suryadi, M.Si, selaku Ketua 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 DIII Analis Kesehatan.

5. Ibu N. Ai Erlinawati, M.Pd, selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu di Tengah kesibukan beliau, memberikan kritikan, saran dan pengarahan kepada penulis dalam proses penulisan Karya Tulis Ilmiah.
6. Ibu Meti Rizki Utari, M.KM dan ibu Mamay, S.Pd., M.Si, selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya untuk menguji Karya Tulis Ilmiah.
7. Seluruh dosen pengajar Prodi DIII Analis Kesehatan STIKes Karsa Husada Garut.
8. Superhero dan panutanku, Ayahanda Dudeng salim, terimakasih atas setiap cucuran keringat dan kerja keras yang engkau tukarkan menjadi sebuah nafkah demi anakmu bisa sampai tahap ini, demi anakmu yang mengenyam pendidikan sampai ke tingkat ini, dan terimakasih telah menjadi contoh untuk menjadi seorang laki laki yang bertanggung jawab penuh terhadap keluarga.
9. Pintu surgaku,bidadariku yang paling cantik mama Enok. Terima kasih sebesar besarnya penulis berikan kepada beliau atas segala bentuk bantuan, motivasi, doa dan harapan yang selalu mendampingi setiap langkah dan ikhtiar anakmu untuk menjadi seseorang yang berpendidikan, terimakasih atas kasih sayang tanpa batas yang tak pernah lekang oleh waktu, atas kesabaran dan pengorbanan yang selalu mengiringi hidup saya, terimakasih telah menjadi sumber kekuatan dan inspirasi, serta pelita yang tak pernah padam dalam setiap langkah yang saya tempuh. Terima kasih, sudah

menjadi ibu yang paling baik dan terimakasih sudah menjadi rumah ternyaman untuk saya pulang. I love you mama.

10. Keenam keponakanku, kaka Sesiil, kak Gia, babang Haikal, Inara, Raden dan Gaffi. Terima kasih sudah menjadi Mood booster untuk penulis dalam proses menempuh pendidikan selama ini, terimakasih atas semangat dan cinta yang diberikan kepada penulis. Tumbuhlah menjadi versi paling baik adik-adikku.
11. Kedua kaka ku tersayang. Kak Tari, Kak Wulan. Terimakasih atas segala do'a, usaha, motivasi yang telah diberikan kepada adik terakhir ini.
12. Sahabat penulis dibangku perkuliahan yang selalu membersamai dalam tiga tahun ini yaitu: Rahmatia, Zaskia, Marsha dan Lailatul yang banyak membantu penulis dalam mengerjakan KTI dan tak pernah henti saling menyemangati.
13. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu memberikan pemikiran demi kelancaran dan keberhasilan penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.
14. Terakhir, terimakasih kepada wanita sederhana yang memiliki impian besar, namun terkadang sulit dimengerti isi kepalanya, yaitu penulis diriku sendiri, Meilani Tri Rahayu. Terimakasih telah berusaha keras untuk meyakinkan dan menguatkan diri sendiri bahwa kamu dapat menyelesaikan studi ini sampai selesai. Berbahagialah selalu dengan kamu menjejak kaki. Jangan sia-siakan usaha dan doa yang selalu kamu langitkan allah sudah merencanakan dan memberikan porsi terbaik untuk perjalanan

hidupmu. Semoga langkah kebaikan selalu menyertaimu. Dan semoga Allah selalu meridhai setiap langkahmu serta menjagamu dalam lindungannya. Amiin.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa penelitian dan penyusunan laporan tugas akhir ini masih memiliki banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dalam penulisan Karya Tulis Ilmiah lainnya yang lebih baik. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan perkembangan ilmu pengetahuan.

Garut, 14 Maret 2025



Meilani Tri Rahayu

DAFTAR ISI

PERNYATAAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
SURAT PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.3.1 Tujuan Umum.....	Error! Bookmark not defined.
1.3.2 Tujuan Khusus.....	Error! Bookmark not defined.
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.4.1 Manfaat Teoritis	Error! Bookmark not defined.
1.4.2 Manfaat Praktis	Error! Bookmark not defined.
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.1.1 Darah	6
2.1.2 Hemoglobin.....	8
2.1.3 Fungsi Hemoglobin.....	9

2.1.4 Struktur Hemoglobin.....	10
2.1.5 Kadar Hemoglobin	11
2.1.6 Hematology Analyzer.....	13
2.1.7 Macam Macam Metode Pemeriksaan Hemoglobin	14
2.1.8 Antikoagulan Pemeriksaan Kadar Hemoglobin (Hb)	16
2.1.9 Pemeriksaan Kadar Hemoglobin.....	17
2.1.10 Kesalahan Tahap Pra Analitik	18
2.1.11 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kadar Hemoglobin	19
2.1.12 Dampak Kadar Hemoglobin Yang Rendah	20
2.1.13 Homogenisasi	21
2.2 Kerangka penelitian	Error! Bookmark not defined.
BAB III METODE STUDI KASUS.....	25
3.1 Rancangan Studi Kasus.....	25
3.2 Objek Studi Kasus.....	25
3.3 Fokus Studi Kasus.....	25
3.4 Pengumpulan Data Studi Kasus	26
3.4.1 Tahap Pra Analitik.....	26
3.4.2 Tahap Analitik	27
3.4.3 Tahap Pasca Analitik	28
3.5 Etik Studi Kasus.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Hasil Penelitian	29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran.....	37

DAFTAR PUSTAKA.....	42
LAMPIRAN.....	47

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kadar Hemoglobin..... 12

Tabel 4. 1 Hasil Pemeriksaan Hemoglobin..... 29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hemoglobin	8
Gambar 2. 2 Struktur Kimia Hemoglobin	11
Gambar 2. 3 Alat Hematology Analyzer BC20s	13

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Dokumentasi Sampel	47
Lampiran 2 : Dokumentasi Alat Hematology Analyzer Mindrey BC-20s ...	47
Lampiran 3 : Dokumentasi Mixer Rotator	47
Lampiran 4 : Dokumentasi Sistem Informasi Laboratorium (SIL)	48
Lampiran 5 : Lembar Bimbingan	49

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hemoglobin merupakan salah satu parameter tes darah dan secara rutin dilakukan untuk mendiagnosis penyakit seperti anemia. Anemia dapat didefinisikan sebagai penurunan hemoglobin (Hb), hematokrit (Ht), atau jumlah sel darah merah per milimeter kubik. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), kadar Hb dianggap sebagai indikator utama untuk mendiagnosis anemia, yang kemudian akan dibedakan berdasarkan kelompok usia. Anemia merupakan masalah kesehatan global yang dapat memengaruhi individu dari berbagai usia, baik di negara maju maupun di negara berkembang. Hemoglobin berperan penting dalam menjaga fungsi tubuh. Ketidak seimbangan kadar hemoglobin dapat berdampak negatif pada kesehatan. Hemoglobin adalah protein sel darah merah tetramerik berdasarkan molekul, bukan protein, senyawa porfirin besi yang disebut heme (Paulina, 2023).

Hemoglobin memainkan peran yang sangat penting dalam sistem transportasi di tubuh manusia. Fungsinya yang utama adalah mengangkut oksigen ke seluruh jaringan tubuh, serta memindahkan karbondioksida dari jaringan perifer menuju organ respirasi (Mewo, & Tiho, 2016). Selain itu, menurut (Tutik & Susilowati, 2019), hemoglobin merupakan protein yang terdapat dalam sel

darah merah dan berfungsi untuk mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh bagian tubuh.

Sebelum dilakukan pemeriksaan, untuk mencegah pembekuan darah di luar tubuh, sampel darah biasanya ditempatkan dalam tabung yang mengandung antikoagulan. Antikoagulan adalah zat yang digunakan untuk mencegah terjadinya pembekuan darah di luar tubuh. Salah satu antikoagulan yang sering dipakai dalam pemeriksaan darah rutin adalah EDTA (*Ethylen Diamine Tetra Acetate*) (Wahdaniah & Tumpuk, 2018).

Kadar hemoglobin dapat diukur dengan menggunakan penghitung sel otomatis (*Hematology analyzer*) yang secara langsung mengukur kadar hemoglobin, *hematology analyzer* ini merupakan alat yang digunakan secara in-vitro untuk melakukan pemeriksaan hematologi secara otomatis. Prinsip kerja *hematology analyzer* didasarkan pada pengukuran variasi resistensi listrik yang dihasilkan oleh sel darah merah yang terdistribusi dalam larutan konduktif saat melewati celah dengan ukuran tertentu, yang digunakan untuk menghitung dan mengukur jumlah sel. Saat sel-sel darah melewati celah dengan elektroda di kedua sisi, mereka mengalami perubahan impedansi yang menghasilkan gelombang listrik yang dapat diukur, gelombang ini berkaitan dengan volume atau ukuran sel (Saputra & Aristoteles, 2022) dalam (Oktiyani, 2017).

Kadar hemoglobin dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk faktor pra analitik, analitik, dan pasca analitik. Di antara ketiga faktor tersebut, faktor pra analitik merupakan sumber kesalahan yang paling signifikan dalam pemeriksaan. Kesalahan ini dapat muncul selama proses pengambilan, penampungan,

pengolahan, dan penyimpanan sampel (Dameuli, 2018). Masalah yang kerap sering terjadi dalam proses pengumpulan dan penanganan sampel yaitu seperti terbentuknya bekuan pada sampel darah lengkap, volume sampel yang tidak sesuai, penggunaan antikoagulan yang tidak sesuai, dan penyimpanan sampel pada suhu yang kurang optimal. Faktor-faktor ini dapat mempengaruhi stabilitas sampel (Prihandono & Waluyo, 2019). Salah satu aspek krusial dalam pemeriksaan tahap pra analitik yaitu perbandingan antara volume darah dengan antikoagulan dalam tabung vacutainer yang harus seimbang dan sesuai dengan volume yang tertera pada label tabung. Jika volume darah kurang atau melebihi batas yang ditentukan, hal ini bisa berdampak negatif terhadap keakuratan hasil pemeriksaan. Jika dalam pemakaian antikoagulan kurang dari yang ditentukan darah dapat membeku, apabila pemakaian berlebih dari yang ditentukan dapat menyebabkan eritrosit mengerut sehingga nilai hemoglobin akan menurun (Cahya, 2021).

Kasus yang terjadi di lapangan, peneliti menerima sampel darah dari seorang perawat di Unit Gawat Darurat (UGD) yang telah disimpan dalam tabung EDTA (*Ethylen Diamine Tetra Acetate*). Sebelum analisis lebih mendalam, peneliti melakukan homogenisasi sampel menggunakan alat blood mixer rotator, setelah dipastikan cukup homogen, sampel diperiksa menggunakan alat *Hematology Analyzer* dengan fokus utama pada kadar hemoglobin (Hb). Hasil awal menunjukkan kadar hemoglobin berada pada kategori nilai kritis yaitu 5,8 g/dL. Kadar Hb yang rendah dapat menunjukkan masalah kesehatan yang serius, peneliti melakukan pemeriksaan duplo dan hasilnya tetap menunjukkan angka

yang sama. Kecurigaan terhadap hasil tersebut mendorong petugas laboratorium untuk melakukan pemeriksaan lebih lanjut, dan setelah ditelusuri ternyata sampel mengalami bekuan yang tersedot oleh alat sehingga menyebabkan hasil rendah palsu. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Putri et al. (2020) menyatakan bahwa darah yang mengalami bekuan dapat mengganggu proses aspirasi pada alat hematology analyzer, sehingga berpotensi menurunkan akurasi hasil pemeriksaan, termasuk kadar hemoglobin. Bekuan tersebut dapat menghambat distribusi homogen dari sel darah merah, yang menyebabkan nilai hemoglobin yang terbaca lebih rendah dari kondisi sebenarnya. Setelah pengambilan sampel baru dan pemeriksaan ulang, kadar hemoglobin menunjukkan nilai 13,7 g/dL yang termasuk normal sesuai rentang nilai rujukan di RSUD X yaitu 13,2–17,2 g/dL untuk wanita dan laki-laki. Hasil yang lebih akurat ini diperoleh karena pengambilan sampel ulang dan proses pencampuran yang lebih baik. Penelitian ini menunjukkan betapa pentingnya prosedur yang tepat dalam pengambilan dan pengolahan sampel darah agar hasil pemeriksaan valid dan dapat dikeluarkan.

Ada beberapa faktor lain yang bisa menyebabkan darah membeku dalam tabung EDTA (*Ethylen Diamine Tetra Acetate*), seperti Volume EDTA yang kurang, sehingga tidak cukup untuk mencegah pembekuan, tabung EDTA (*Ethylen Diamine Tetra Acetate*) sudah kedaluwarsa atau tidak lagi efektif, terlambat dalam melakukan homogenisasi setelah pengambilan darah, teknik pengambilan darah yang tidak tepat, paparan suhu tinggi yang bisa mempercepat proses pembekuan, tabung EDTA (*Ethylen Diamine Tetra Acetate*) sudah terbuka, yang bisa menyebabkan darah terpapar udara dan volume darah berkurang.

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian studi kasus dengan judul “**Hasil Pemeriksaan Hemoglobin Pada Sampel Darah Yang Mengalami Bekuan Menggunakan Alat *Hematology Analyzer***”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut: “Bagaimana hasil pemeriksaan hemoglobin pada sampel darah yang mengalami bekuan dengan menggunakan alat *Hematology Analyzer* ?”.

1.3 Tujuan Penelitian

- 1) untuk mengetahui hasil pemeriksaan hemoglobin pada sampel darah yang mengalami bekuan menggunakan alat *Hematology Analyzer*.
- 2) Untuk mengevaluasi pengaruh keberadaan bekuan darah terhadap akurasi hasil pengukuran hemoglobin pada alat *Hematology Analyzer*.

1.4 Manfaat Penelitian

Menambah literatur yang dapat digunakan sebagai dasar untuk penelitian selanjutnya dan dapat digunakan sebagai acuan dan sebagai referensi dalam upaya menjaga kualitas sampel yang akan diteliti.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Darah

Darah adalah jaringan yang berada dalam tubuh yang berbentuk cair dan berwarna merah. Yang memiliki peran penting dalam tubuh, karena darah sifatnya berbeda dengan jaringan lain, darah dapat bergerak dari satu tempat ke tempat lain, memungkinkan penyebarannya ke berbagai bagian tubuh. Penyebaran ini harus teratur dan terjaga dalam satu sistem agar darah dapat menjangkau seluruh jaringan melalui sistem kardiovaskular, yang meliputi jantung dan pembuluh darah. Dalam sistem ini, darah dapat ditampung secara teratur dan disalurkan ke berbagai organ dan jaringan yang tersebar di seluruh tubuh. Pembuluh darah membawa darah dari jantung ke berbagai bagian tubuh dan kemudian kembali lagi ke jantung. Sistem ini berfungsi untuk memenuhi kebutuhan sel dan jaringan akan nutrisi dan oksigen, dan mengangkut sisa-sisa metabolisme sel atau jaringan untuk dikeluarkan dari tubuh (Rachmantoro, 2020) *dalam* (Gilang, 2015).

Darah adalah jaringan ikat atau konektif berbentuk cair yang terdiri dari 4 komponen seluler, yaitu sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), sel pembeku darah atau keping darah (trombosit), dan cairan darah (plasma darah) (Rani, 2021).

Komponen darah manusia secara rinci tersusun atas:

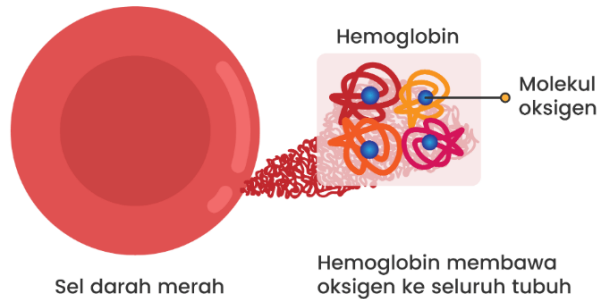
- a. Sel darah merah meliputi:
 - 1) Eritrosit (sel darah merah)
 - 2) Leukosit (sel darah putih)
 - 3) Trombosit (keping darah)
- b. Plasma darah adalah komponen cairan yang kaya akan berbagai nutrisi dan zat-zat penting yang dibutuhkan oleh tubuh manusia. Plasma darah mengandung protein seperti albumin dan globulin, faktor pembekuan darah, dan berbagai elektrolit seperti natrium (Na), kalium (K), klorida (Cl), magnesium (Mg), hormon, dan lain-lain.

Menurut (Rachmantoro, 2020) *dalam* (D'Hiru, 2013) fungsi darah secara umum meliputi :

- a. Darah berfungsi sebagai sistem pengangkutan yang mengangkut sari-sari makanan dari usus ke jaringan tubuh. Ia mengantarkan berbagai zat kimia, oksigen, serta nutrisi yang diperlukan oleh sel dan jaringan untuk menjalankan aktivitas fisiologisnya. Selain itu, darah juga berperan dalam membuang karbondioksida dan produk sisa metabolisme lainnya dari dalam tubuh.
- b. Sel darah merah, atau eritrosit, berfungsi untuk mengantarkan oksigen (O_2) dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh. Selain itu, sel-sel ini juga bertugas mengangkut karbondioksida (CO_2) dari jaringan tubuh kembali ke paru-paru.
- c. Sel darah putih, yang dikenal sebagai leukosit, memiliki berbagai jenis yang masing-masing berperan dalam sistem pertahanan tubuh. Salah satu jenisnya

adalah sel fagositik, yang berperan penting dalam membunuh kuman dan melawan infeksi dengan bantuan antibodi.

2.1.2 Hemoglobin



Gambar 2. 1 Hemoglobin

Sumber : Nayla 2022

Hemoglobin (Hb) adalah suatu jenis protein yang memiliki kandungan tinggi, seperti besi yang dapat mengikat Oksigen (O_2), di mana oksigen tersebut membentuk oxihemoglobin dalam sel darah merah. Oksigen yang diperoleh dari paru-paru akan diangkut kembali oleh hemoglobin dalam aliran darah untuk disebarkan ke seluruh tubuh (Hasanan, 2018). Hemoglobin (Hb) juga merupakan protein tetrametrik dari eritrosit yang mempunyai peran untuk mengikat molekul non-protein, yaitu senyawa porfirin besi yang dikenal sebagai heme. Hemoglobin adalah komponen utama sel darah merah atau eritrosit yang terdiri dari globin dan heme. Globin adalah protein yang dibangun dari empat rantai polipeptida, yaitu dua rantai polipeptida alfa dan dua rantai polipeptida beta. Rantai polipeptida alfa terdiri dari 141 asam amino, sementara rantai polipeptida beta terdiri dari 146 asam amino (Hasanan, 2018).

Sementara itu, heme merupakan empat gugus non-protein yang mengandung atom besi, di mana masing-masing gugus heme terikat pada satu rantai polipeptida globin. Setiap atom besi tersebut mampu berikatan secara reversibel dengan satu molekul oksigen (O_2), sehingga satu molekul hemoglobin mampu membawa empat molekul oksigen dari alveolus di paru-paru. Selain berperan dalam pengangkutan oksigen, hemoglobin juga berfungsi mengikat ion hidrogen dari asam karbonat yang terionisasi, yang dihasilkan dari proses metabolisme karbondioksida (CO_2) di tingkat jaringan. Asam karbonat tersebut kemudian membentuk kembali karbondioksida dengan bantuan enzim karbonat *anhidrase*, dan akhirnya karbondioksida akan dikeluarkan melalui pernapasan (Magne et al., 2015).

2.1.3 Fungsi Hemoglobin

Fungsi fisiologis utama hemoglobin adalah untuk mengatur pertukaran oksigen dan karbon dioksida di dalam jaringan tubuh. Hemoglobin mengambil oksigen dari paru-paru untuk didistribusikan ke seluruh tubuh sebagai sumber energi, sementara itu, hemoglobin juga berperan dalam mengangkut karbon dioksida, hasil metabolisme dari berbagai jaringan tubuh akan menuju ke paru-paru agar dapat dikeluarkan (Rismayanthi et al., 2016).

Menurut (Debbian et al., 2016) *dalam* (Poedjiadi, 2009) Secara umum, fungsi hemoglobin dapat dijelaskan sebagai berikut:

a. Mengikat oksigen

Protein dalam sel darah merah memiliki peran penting dalam mengikat oksigen yang kemudian akan disalurkan ke paru-paru. Hemoglobin yang terkandung

dalam darah berfungsi untuk mengantarkan oksigen ke seluruh jaringan tubuh, sekaligus membawa karbondioksida dari berbagai sel kembali ke paru-paru untuk dikeluarkan dari tubuh.

b. Pertahanan tubuh

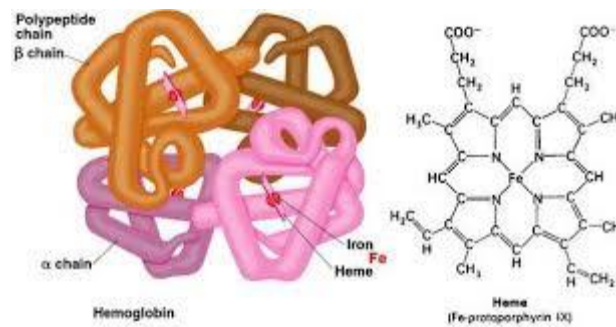
Sirkulasi darah yang dipompa secara terus menerus oleh jantung sangat penting untuk melindungi tubuh dari serangan virus, bahan kimia, dan bakteri. Setelah itu, ginjal akan menyaring darah tersebut dan mengeluarkannya melalui urine sebagai hasil dari proses detoksifikasi tubuh.

c. Menyuplai nutrisi

Selain berfungsi untuk mengangkut oksigen, darah juga memiliki peran krusial dalam memberikan nutrisi kepada jaringan tubuh dan mengeluarkan zat sisa dari proses metabolisme.

2.1.4 Struktur Hemoglobin

Hemoglobin adalah sebuah metaloprotein yang berperan dalam transportasi oksigen dari paru-paru ke seluruh bagian tubuh, serta menarik karbondioksida dari jaringan untuk diangkut kembali ke paru-paru dan dikeluarkan ke udara bebas. Struktur hemoglobin terdiri dari globin sebagai apoprotein dan empat unit heme, yang merupakan molekul organik dengan satu atom besi. Mutasi pada gen yang memproduksi protein hemoglobin dapat mengakibatkan serangkaian penyakit genetik yang dikenal dengan istilah hemoglobinopati, di antaranya yang paling umum adalah anemia sel sabit dan talasemia (Hasanan, 2018).



Gambar 2. 2 Struktur Kimia Hemoglobin

Sumber : (Sofro, 2022)

Hemoglobin diberi nama sesuai dengan struktur rantai proteinnya. Contohnya, hemoglobin yang mengalami mutasi dan menyebabkan anemia sel sabit (Hb S) memiliki struktur globin yang berbeda dibandingkan dengan hemoglobin normal pada orang dewasa (Hb A). Hemoglobin normal pada orang dewasa (Hb A) terdiri dari dua rantai *alfa-globulin* dan dua rantai *beta-globulin*, sedangkan pada bayi, hemoglobin terbentuk dari dua rantai alfa dan dua rantai gama, yang dikenal dengan istilah Hb F. Pada manusia dewasa, hemoglobin berbentuk tetramer, yaitu terdiri dari empat subunit protein yang masing-masing terdiri dari dua subunit alfa dan dua subunit beta yang terikat secara nonkovalen. Subunit-subunit ini memiliki struktur yang serupa dan ukuran yang hampir sama. Masing-masing subunit memiliki berat molekul sekitar 16.000 Dalton, sehingga berat molekul total tetramer mencapai sekitar 64.000 Dalton (Sungkawa & Wahdaniah, 2020).

2.1.5 Kadar Hemoglobin

Kadar hemoglobin merupakan ukuran dari pigmen respiratori yang terdapat dalam sel darah merah. Dalam kondisi normal, jumlah hemoglobin dalam

darah mencapai sekitar 15 gram per 100 ml darah, angka ini sering kali disebut sebagai "100 persen". Namun, batas normal kadar hemoglobin pada setiap individu sulit untuk ditentukan secara pasti, karena kadar ini bervariasi di antara berbagai suku bangsa. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) telah menetapkan nilai batas kadar hemoglobin normal berdasarkan usia dan jenis kelamin (Kristiawan, 2025).

Pengukuran kadar hemoglobin dalam darah merupakan salah satu uji laboratorium klinis yang umum dilakukan. Proses ini bertujuan untuk menilai secara tidak langsung kapasitas darah dalam mengangkut oksigen ke sel-sel tubuh. Selain itu, pemeriksaan kadar hemoglobin juga berfungsi sebagai indikator penting untuk menentukan apakah seseorang mengalami anemia atau tidak (Kristiawan, 2025).

Tabel 2.1 Kadar Hemoglobin

NO	Kadar Hemoglobin	Umur
1.	16-23 g/dL	Bayi baru lahir
2.	10-14 g/dL	Anak-anak
3.	13-17 g/dL	Laki-laki dewasa
4.	12-16 g/dL	Wanita dewasa tidak hamil
5.	11-13 g/dL	Wanita dewasa yang hamil

Sumber : (Galuh, 2024)

2.1.6 Hematology Analyzer



Gambar 2.3 Alat Hematology Analyzer BC20s
Sumber : (Puspitasari, 2024)

Hematology analyzer adalah perangkat yang dirancang untuk menganalisis berbagai komponen dalam darah. Alat ini banyak digunakan di laboratorium klinik untuk melakukan kegiatan pemeriksaan hematologi sesuai prosedur yang berlaku dan menggunakan reagen yang sesuai dengan pedoman yang telah ditetapkan. Semua data hasil analisis akan ditampilkan di *Information Processing Unit* (IPU), dengan kapasitas analisis mencapai 40 spesimen sampel per jam. Penggunaan perangkat ini telah menjadi standar emas dalam diagnosis hematologi, termasuk dalam penetapan kadar hemoglobin. Keunggulan dari Hematology Analyzer mencakup efisiensi waktu, penggunaan volume sampel yang kecil, dan akurasi hasil, dimana pemeriksaan hanya memerlukan waktu sekitar 3-5 menit. Namun, alat ini juga memiliki beberapa kekurangan, di antaranya adalah kebutuhan akan perawatan rutin, pemeliharaan suhu ruangan yang ideal, serta perlunya kontrol berkala untuk menjaga kinerjanya (Medonic, 2016).

(Nugraha, 2017) dalam Kustiani (2016) mengatakan bahwa pemeriksaan hemoglobin metode sianmethemoglobin termasuk *gold standard* dan merupakan anjuran dari ICSH (*International Council for Standardization in Haematology*). Metode sianmethemoglobin ini memegang prinsip menggunakan reagen Drabkins yang mengandung kalium sianida dan kalium ferrisianida jika ditambahkan dengan darah akan membentuk reaksi kimia. Ferrisianida akan merubah Fe dalam hemoglobin dari ferro (Fe^{2+}) menjadi ferri (Fe^{3+}) membentuk methemoglobin. Kemudian bergabung dengan kalium sianida membentuk sianmethemoglobin dengan warna yang stabil. Warna yang terbentuk sebanding dengan kadar hemoglobin dalam darah dan diukur pada fotometer dengan panjang gelombang 540 nm (Hurunin, 2021).

2.1.7 Macam Macam Metode Pemeriksaan Hemoglobin

a. Metode Cyanmethemoglobin

1) Prinsip

Hemoglobin diubah menjadi *cyanmethemoglobin* (hemoglobin sianida) dalam larutan yang mengandung kalium ferisianida dan kalium sianida. Perbandingan intensitas sinar yang di serap dengan intensitas sinar yang datang, larutan diukur pada panjang gelombang 540 nm.

2) Kelebihan

Metode *cyanmethemoglobin* ini memberikan pada kadar Hb yang sangat akurat karena standar yang digunakan stabil.

3) Kekurangan

Kekeruhan yang terdapat pada sampel bisa mempengaruhi hasil pembacaan (Meilana, 2021).

b. Metode sahli

1) Prinsip

Hemoglobin dipecah melalui hidrolisis menggunakan HCl, menghasilkan globin dan ferroheme. Ferroheme kemudian dioksidasi oleh oksigen di udara menjadi ferriheme, yang segera bereaksi dengan ion klorida untuk membentuk *ferrihemechloride*, yang juga dikenal sebagai hematin atau hemin coklat. Warna yang terbentuk kemudian dibandingkan dengan warna pembanding melalui pengamatan langsung dengan mata telanjang. Perubahan warna hemin dilakukan dengan pengenceran secara bertahap hingga warnanya mirip dengan warna standar.

2) Kelebihan

Penerapan teknik ini lebih praktis, dan biaya pengujian lebih ekonomis.

3) Kekurangan

Tingkat presisi perangkat rendah, dan ketidakakuratan dalam proses pengambilan dan pengenceran darah dapat menyebabkan hasil yang tidak akurat.

c. Metode point care of testing (POCT)

1) Prinsip

Sampel darah dioleskan ke area aplikasi menggunakan mikropipet. Intensitas warna (kolorimetri) diukur pada sampel (surfaktan bereaksi

dengan sel darah merah, reaksi non-enzim). Intensitas warna merah meningkat sesuai dengan konsentrasi zat yang dianalisis.

2) Kelebihan

Mudah digunakan, dapat dilakukan oleh perawat maupun keluarga pasien, volume sampel darah yang digunakan sangat sedikit, alatnya juga kecil sehingga tidak memerlukan ruangan khusus untuk pemeriksaan. Memberikan hasil yang cepat, sehingga pengambilan keputusan dapat segera dilakukan untuk penatalaksanaan pasien yang lebih baik.

3) Kekurangan

Meskipun POCT (*Point-of-Care Testing*) menawarkan hasil yang cepat dan memungkinkan pengambilan keputusan medis yang lebih cepat, namun risiko kesalahan dalam penggunaan POCT sering menimbulkan kekhawatiran mengenai keandalan hasil tes.

2.1.8 Antikoagulan Untuk Pemeriksaan Kadar Hemoglobin (Hb)

Antikoagulan adalah senyawa yang digunakan untuk Mencegah pembekuan darah dengan cara menghambat faktor-faktor pembekuan. Proses penghambatan tersebut dilakukan melalui beberapa cara, seperti kelasi, pengikatan kalsium, atau menghambat pembentukan trombin. Pencampuran darah dengan antikoagulan dilakukan untuk mencegah terbentuknya mikrolot, namun harus diingat bahwa campuran tersebut tidak boleh dikocok agar tidak menyebabkan hemolisis dan mengakibatkan sel-sel darah mengerut.

Untuk pemeriksaan kadar hemoglobin (Hb) dengan metode *cyanmethemoglobin*, antikoagulan yang digunakan adalah EDTA (*Ethylen Dia-*

mine Tetra Acetate). EDTA tersedia dalam bentuk garam natrium maupun kalium yang bekerja dengan mengubah ion kalsium menjadi bentuk non-ionik sehingga dapat menghambat terjadinya penggumpalan trombosit. Setelah darah dicampur dengan antikoagulan, penting untuk membolak-balik isi tabung minimal sebanyak delapan kali untuk menghindari pembentukan gumpalan trombosit dan mikrolot. Setiap 1 mg EDTA mampu mencegah pembekuan pada 1 ml darah. Tabung vacutainer yang digunakan dalam prosedur ini biasanya berwarna ungu (Parwati, 2018) dalam (Arianda, 2015).

EDTA (*ethylene diamineteta acetate*) yang dipakai dalam praktek laboratorium terdiri atas tiga jenis, yaitu dinatrium (Na_2EDTA), dipotassium (K_2EDTA), dan tripotasium (K_3EDTA). Na_2EDTA dan K_2EDTA biasanya digunakan dalam bentuk kering, sedangkan K_3EDTA biasanya digunakan dalam bentuk cair. Salah satu antikoagulan yang umum digunakan adalah *Ethylene Diamine Tetraacetic Acid* (EDTA). Senyawa ini tidak mempengaruhi morfologi sel-sel darah, baik dalam bentuk garam natrium (Na_2EDTA) maupun garam kalium (K_2EDTA). Namun, garam kalium lebih disukai karena lebih mudah larut dalam darah dibandingkan garam natrium. Selain itu, K_2EDTA cenderung menyebabkan pengenceran yang lebih sedikit dalam darah dibandingkan Na_2EDTA . K_2EDTA juga memiliki efek khelat yang optimal pada konsentrasi darah sekitar 1,5-2 mg/mL (Dayalan dkk, 2020).

2.1.9 Pemeriksaan Kadar Hemoglobin

pemeriksaan kadar hemoglobin yang paling umum dilakukan adalah menggunakan metode cyanmeth, metode ini dapat secara efektif mengukur

hampir semua jenis hemoglobin, kecuali *sulphemoglobin*. Salah satu keunggulan metode ini adalah kestabilan standar warna yang dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama. Prinsip kerja pemeriksaan hemoglobin dengan metode cyanmeth, darah dicampur dengan larutan Drabkin, yang akan mengubah hemoglobin menjadi cyanmethemoglobin. Tingkat penyerapan bentuk ini kemudian diukur pada panjang gelombang 540 nanometer menggunakan spektrofotometer, proses ini melibatkan pengenceran darah dengan larutan *ferricyanide* dan *potassium cyanide*, yang berfungsi untuk mengubah semua jenis hemoglobin yang terdapat dalam sampel. Kadar hemoglobin dalam darah diukur berdasarkan kemampuan penyerapan cahaya dalam spektrum kuning-hijau, yang termasuk dalam sinar tampak (Widianto et al, 2021).

2.1.10 Kesalahan Tahap Pra Analitik

Fase pra-analitik adalah salah satu fase yang paling kompleks untuk dikelola. Tahap ini melibatkan berbagai variabel dan sejumlah titik kritis yang dapat berkontribusi terhadap terjadinya kesalahan. Beberapa langkah yang termasuk dalam tahap ini termasuk persiapan pasien, pengumpulan spesimen, transportasi, penerimaan dan pelabelan sampel, distribusi sampel, dan persiapan spesimen untuk analisis.

Tahap pra-analitik terdiri dari serangkaian proses yang sulit untuk didefinisikan, karena bisa terjadi di berbagai tempat dan waktu. Kesalahan yang terjadi pada tahap ini dapat mencapai hingga 70% dari total kesalahan yang terjadi di laboratorium. Dampak dari kesalahan tersebut tidak bisa dianggap remeh, sebab informasi yang dihasilkan dari laboratorium klinis dapat mempengaruhi 60-70%

dari keputusan klinis yang diambil. Sebagian besar kesalahan dalam pengolahan laboratorium berasal dari tahap pra-analitik. Dalam konteks ini, tahap pra-analitik menyumbang antara 50% hingga 70% dari keseluruhan kesalahan hasil laboratorium, termasuk di dalamnya masalah yang berkaitan dengan identifikasi pasien dan sampel.

Proses pra-analitik dimulai dari permintaan dokter untuk melakukan pemeriksaan laboratorium. Tahap ini meliputi beberapa langkah penting, yaitu persiapan sampel, persiapan pasien, transportasi sampel, pengumpulan sampel, preparasi sampel, dan penyimpanan sampel. Setiap langkah ini berpotensi menjadi sumber utama kesalahan dalam penentuan diagnosis laboratorium.

Penelitian yang dilakukan oleh (Brijesh 2013) mengungkapkan bahwa kesalahan pra-analitik berkontribusi terhadap hasil uji laboratorium. Tipe kesalahan ini disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk kualitas sampel yang tidak akurat, identifikasi pasien yang salah, tidak adanya perintah pemeriksaan dari dokter, dan penggunaan tabung pemeriksaan yang tidak sesuai.

Sementara itu, penelitian yang dilakukan oleh (Najat 2017) di Laboratorium Klinik Irak menunjukkan bahwa adanya prevalensi penanganan sampel yang kurang tepat pada tahap pra-analitik disebabkan oleh berbagai faktor, yaitu sampel yang mengalami hemolisis, kesalahan dalam mengidentifikasi sampel, dan kejadian sampel yang membeku (*clotted*) (Wijayati & Ayuningtyas, 2021).

2.1.11 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kadar Hemoglobin

Beberapa faktor yang mempengaruhi kadar Hemoglobin adalah :

a. Usia

Anak-anak, orang tua, dan ibu hamil seringkali lebih rentan mengalami penurunan kadar hemoglobin. Seiring bertambahnya usia, produksi sel darah merah cenderung menurun, hal ini disebabkan oleh penurunan fungsi fisiologis pada berbagai organ tubuh, terutama sumsum tulang yang memiliki peran penting dalam sintesis sel darah merah (Seran, 2019).

b. Jenis kelamin

Pria umumnya memiliki kadar hemoglobin yang lebih tinggi dibandingkan wanita. Perbedaan ini berkaitan dengan kandungan hormon yang dimiliki oleh masing-masing gender. Kadar hemoglobin pada wanita cenderung lebih rendah, salah satunya disebabkan oleh aktivitas fisik yang biasanya lebih sedikit dibandingkan pria. Selain itu, faktor menstruasi juga berpengaruh pada rendahnya kadar hemoglobin Wanita.

c. Nutrisi makanan

Nutrisi makanan yang dikonsumsi banyak mengandung zat besi, dapat meningkatkan kadar Hemoglobin (Seran, 2019).

d. Faktor Kesehatan

Kesehatan sangat mempengaruhi kadar Hemoglobin dalam darah. Kadar Hemoglobin dalam keadaan normal jika kesehatan terjaga dengan baik.

2.1.12 Dampak Kadar Hemoglobin Yang Rendah

Menurut (Fajriyah, 2016), kekurangan hemoglobin dapat memberikan dampak akut yang signifikan. Beberapa gejala tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Sering mengalami pusing, yang terjadi sebagai respons dari sistem saraf pusat karena otak kekurangan oksigen yang diangkut oleh hemoglobin, terutama saat tubuh membutuhkan energi dalam jumlah besar.
- b. Kondisi penglihatan berkunang-kunang merupakan respons dari sistem saraf pusat yang dipicu oleh kekurangan oksigen di otak, sehingga mengganggu pengaturan saraf mata.
- c. Cepatnya napas atau sesak napas adalah reaksi dari sistem kardiovaskular. Pada saat kadar hemoglobin menurun, kebutuhan oksigen untuk otot jantung berkurang, dan tubuh merespons dengan meningkatkan laju pernapasan.
- d. Kulit tampak pucat, yang merupakan reaksi dari jaringan epitel. Hemoglobin yang memberi warna merah pada sel darah akan terlihat lebih pucat akibat kekurangan yang ekstrem.
- e. Selain dampak akut, jika tidak ada upaya untuk meningkatkan kadar hemoglobin ke tingkat normal, dapat muncul masalah kesehatan yang lebih serius, seperti anemia.

2.1.13 Homogenisasi

Homogenisasi adalah tahap pencampuran sampel darah dengan zat antikoagulan yang dilakukan di awal sebelum di analisis, yang disebut sebagai homogenisasi primer. Sedangkan homogenisasi sekunder dilakukan saat sampel akan digunakan lagi untuk keperluan pemeriksaan. Sangat penting sekali melakukan proses homogenisasi spesimen yang baik dan sesuai dengan standar operasional agar dapat memperoleh hasil pemeriksaan yang valid dan akurat (Ch, Haiti, & Ramadani, 2022).

Menurut *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI) pada tahun 2017, BD Vacutainer, dan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 43 tahun 2013, homogenisasi, baik yang primer maupun sekunder, merupakan faktor krusial yang dapat memengaruhi hasil pemeriksaan laboratorium. Selain itu, proses sentrifugasi spesimen juga berperan penting, terutama dalam pemeriksaan hemoglobin (Jiwintarum 2020) *dalam* (fadilah All., 2023).

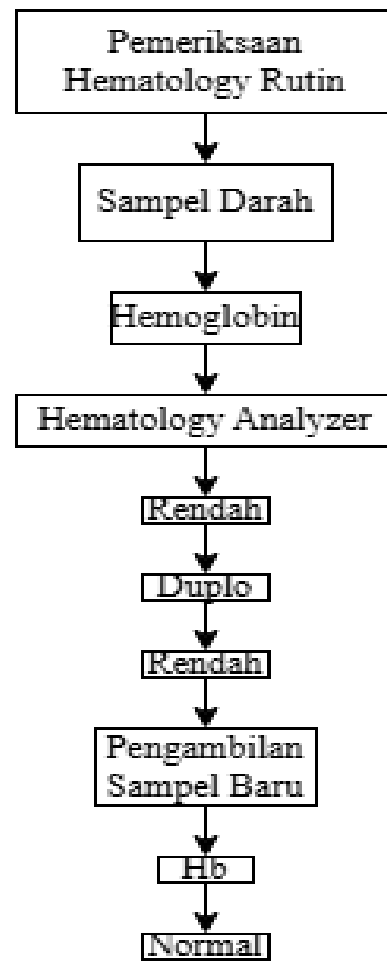
Darah yang dimasukkan dalam tabung EDTA (*ethylene diaminetetra acetate*) harus melalui proses homogenisasi guna untuk mencampurkan darah dengan antikoagulan. Proses ini dilakukan dengan cara membolak-balikkan tabung sampel sebanyak 8-10 kali (Hartina et al., 2019). Pada penghomogenisasian darah yang baru dimasukkan ke dalam tabung berisi antikoagulan EDTA ini disebut homogenisasi primer. Tujuan dari langkah ini adalah untuk mencegah pembekuan darah, karena dalam tes darah lengkap, adanya pembekuan darah, meskipun kecil, dapat menyebabkan kesalahan dan menghasilkan hasil yang rendah atau palsu.

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan No. 43 tahun 2013, homogenisasi primer sebaiknya dilakukan sebanyak 8-10 kali dengan menggunakan alat otomatis seperti *blood roller mixer*. Dengan cara tersebut, antikoagulan dapat larut dengan sempurna, sehingga sel-sel darah tetap dalam kondisi yang sesuai untuk pemeriksaan (Assa'adiyah, & Syah, 2019).

Penelitian lain yang dilakukan oleh Jannah et al. (2023) dalam jurnal Pengaruh Homogenisasi Terhadap Pemeriksaan Kadar Hemoglobin Menggunakan Hematology Analyzer menunjukkan bahwa teknik homogenisasi memiliki

pengaruh signifikan terhadap hasil pemeriksaan kadar hemoglobin. Dalam kondisi pra-analitik yang kurang optimal, seperti homogenisasi yang tidak merata atau keterlambatan pengolahan sampel, pemeriksaan Hb dapat menghasilkan nilai yang tidak akurat. Kondisi ini dapat menyerupai keadaan sampel yang mengalami pembekuan sebagian, di mana distribusi eritrosit tidak merata, sehingga hasil analisa alat hematology analyzer menjadi tidak representatif.

2.2 Kerangka Penelitian

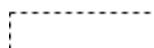


Gambar 2.2 kerangka penelitian

Keterangan :



: Digunakan



: Tidak digunakan

BAB III

METODE STUDI KASUS

3.1 Rancangan Studi Kasus

Kasus yang dibahas dalam penelitian ini berkaitan dengan hematologi, khususnya mengenai nilai kritis pada pemeriksaan hemoglobin dalam darah pasien yang mengalami bekuan dengan menggunakan alat *hematology analyzer*.

3.2 Objek Studi Kasus

Objek dalam studi kasus ini adalah sampel darah (*whole blood*) yang telah dicampur dengan antikoagulan EDTA (*Ethylene Diamine Tetraacetic Acid*).

3.3 Fokus Studi Kasus

Fokus dari studi kasus ini adalah pada hasil pemeriksaan hemoglobin, di mana ditemukan kadar hemoglobin pasien adalah 5,8 g/dL, yang termasuk dalam kategori nilai kritis. Pemeriksaan ulang dilakukan dengan cara duplo namun hasilnya tetap menunjukkan hasil yang sama, yaitu tetap 5,8 g/dL. Karena hasilnya mencurigakan, kemudian staf laboratorium melakukan *cross check* terhadap sampel darah tersebut dan ternyata menemu bekuan kecil di dalam darah serta volume darah kurang dari 3 cc. Bekuan ini menyebabkan hasil hemoglobin tidak akurat dan masuk dalam kategori kritis, karena dalam pemeriksaan darah lengkap tidak boleh ada bekuan kecil sekalipun, karena dapat menyebabkan hasil yang rendah palsu dan tidak akurat.

Petugas kemudian mengkonfirmasi ulang kepada petugas yang mengantarkan sampel untuk meminta sampel baru, karena sampel sebelumnya tidak layak untuk diperiksa. Setelah sampel pengganti diterima, pemeriksaan hemoglobin dilakukan kembali dengan menggunakan alat yang sama, yaitu *hematology analyzer*. Hasil dari sampel yang baru menunjukkan kadar hemoglobin yang normal, yaitu 13,7 g/dL.

Setelah pemeriksaan dilakukan dan hasilnya sesuai, maka hasil pada pemeriksaan hemoglobin dapat dikeluarkan karena pada saat pemeriksaan kondisi sampel dalam keadaan baik dan kondisi pasien sesuai dengan hasil tersebut.

3.4 Pengumpulan Data Studi Kasus

Studi kasus ini menggunakan data yang diambil dari hasil pemeriksaan hemoglobin darah menggunakan alat *hematology analyzer*, dimana nilai hemoglobin yang didapat termasuk dalam kategori kritis. Diketahui bahwa sampel tersebut mengalami pembekuan, yang ditandai dengan terbentuknya bekuan kecil. Oleh karena itu, dilakukan pemeriksaan ulang dengan sampel darah yang baru.

3.4.1 Tahap Pra Analitik

Tahap pra-analitik adalah salah satu tahapan paling penting. Fase ini meliputi berbagai aspek yang dapat menyebabkan kesalahan jika tidak dikelola dengan baik. Dalam tahap ini meliputi persiapan pasien, pengambilan sampel, transportasi sampel, penerimaan dan pelabelan, hingga persiapan sampel sebelum dianalisis. Setiap langkah dalam tahap ini memiliki peran penting untuk memastikan kualitas hasil pemeriksaan laboratorium (Wahyu & Ayuningtyas, 2021).

Berikut adalah tahapan pra-analitik dalam pemeriksaan hemoglobin

- 1) petugas mencatat nama pasien dalam buku catatan laboratorium
- 2) menginformasikan nama pasien kepada validator untuk memeriksa apakah pasien tersebut sudah terdaftar di Sistem Informasi Laboratorium (SIL) atau belum.
- 3) Selanjutnya, darah akan dihomogenisasi sebanyak 8-10 kali dan menggunakan alat *mixer rotator* selama beberapa menit hingga mencapai konsistensi yang cukup homogen.
- 4) sampel siap untuk diperiksa menggunakan alat *hematology analyzer*.

3.4.2 Tahap Analitik

Tahap analitik meliputi beberapa kegiatan, diantaranya pemrosesan spesimen, pemeliharaan dan kalibrasi alat, pelaksanaan pemeriksaan, serta pemantauan akurasi dan presisi pemeriksaan (Sun, 2022).

Berikut adalah cara pemeriksaan kadar hemoglobin menggunakan alat *Hematology Analyzer*.

- 1) Tekan tombol *Whole Blood* “WB” pada layar monitor
- 2) Tekan tombol ID (nama pasien) dan masukkan nomor sampel yang akan digunakan, lakukan enter.
- 3) Tekan bagian atas dari tempat sampel dan letakkan sampel ke dalam adaptor.
- 4) Tutup tempat sampel hingga rapat kemudian tekan “RUN”
- 5) Secara otomatis hasil akan muncul pada layar.
- 6) Jika hasil Pemeriksaan rendah akan ditandai dengan warna merah pada layar

3.4.3 Tahap Pasca Analitik

Pasca analitik ini merupakan tahap akhir dari pemeriksaan. Pada tahap ini petugas melakukan verifikasi dan validasi hasil agar hasil yang dikeluarkan itu valid atau benar. Selain itu, dilakukan juga pencatatan serta pengunggahan hasil pada sistem informasi laboratorium rumah sakit. Berdasarkan tahapan yang telah dilakukan, pada pemeriksaan hemoglobin didapatkan hasil pada pemeriksaan pada sampel yang mengalami bekuan yaitu 5,8 g/dL. Hasil pemeriksaan hemoglobin pada sampel darah yang baik dan tidak terdapat bekuan yaitu 13,7 g/dL dikatakan normal atau valid dan hasil pemeriksaan dapat dikeluarkan.

3.5 Etik Studi Kasus

Penelitian studi kasus ini dilaksanakan dengan prinsip adil, baik dan hormat. Adil dilakukan dengan tidak membedakan objek penelitian, baik dilakukan dengan tidak merugikan objek peneliti, hormat dilakukan dengan meminta izin dan menjaga kerahasiaan pihak tersebut.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Pada hasil penelitian ini ada seorang pasien laki laki berusia 20 tahun yang telah menjalani pemeriksaan kadar hemoglobin di Laboratorium Rumah Sakit X sampel yang digunakan yaitu darah (*whole blood*). Hasil yang diperoleh menunjukkan nilai yang masuk dalam kategori kritis. Sebagai tindak lanjut, dilakukan penelusuran terhadap tahapan pra analitik untuk memastikan tidak terjadi kesalahan dalam pengambilan maupun penanganan sampel. Saat proses evaluasi, ditemukan adanya bekuan kecil dalam tabung serta volume darah yang kurang dari 3 cc. Hasil dari pemeriksaan tersebut ditunjukkan dalam tabel berikut:

Tabel 4. 1 Hasil Pemeriksaan Hemoglobin

Pemeriksaan Hemoglobin	Hasil	Nilai Rujukan
Pemeriksaan pertama	5,8 g/dL	13,2-17,2 g/dL
Pemeriksaan duplo	5,8 g/dL	
Pemeriksaan ketiga (sampel baru)	13,7 g/dL	

Dari hasil pemeriksaan tersebut, dapat diketahui bahwa hasil pada pemeriksaan pertama dan kedua termasuk dalam kategori nilai kritis, yaitu sebesar 5,8 g/dl.

4.2 Pembahasan

Pada Tabel 4.1 hasil pemeriksaan hemoglobin menggunakan metode *cyanmethemoglobin* menunjukkan kadar hemoglobin sebesar 5,8 g/dL, yang tergolong dalam kategori nilai kritis. Penyebab nilai kritis salah satunya adalah bekuan pada sampel yang dapat mengganggu proses analisis, sehingga alat *hematology analyzer* yang peneliti gunakan tidak mampu membaca dan mendeteksi sel darah merah secara utuh. Nilai kritis ini merupakan varian dari rentang normal yang menunjukkan adanya suatu kondisi patofisiologis yang berisiko tinggi dan dapat mengancam nyawa, yang dianggap gawat atau darurat. Dalam pemeriksaan hematologi, beberapa hasil tes laboratorium dapat dianggap kritis, yaitu ketika nilainya sangat tinggi atau rendah. Pada pemeriksaan laboratorium yang termasuk ke dalam nilai kritis adalah keadaan saat hemoglobin <7 g/dL atau >20 g/dL (Hidayat et al., 2024).

Hemoglobin merupakan sebagai komponen utama dalam sel darah merah yang berfungsi untuk pengangkut oksigen. Struktur hemoglobin terdiri dari protein, garam, zat besi, dan pigmen warna. Ketika kadar Hb seseorang rendah, kondisi ini dikenal sebagai anemia (Fitriany, 2018).

Pada tanggal 15 Januari 2025, seorang pasien pria datang ke Unit Gawat Darurat (UGD) untuk menjalani pemeriksaan darah rutin (hemoglobin). Pengambilan darah dilakukan oleh seorang perawat UGD dan kemudian sampel darah tersebut diantarkan ke laboratorium dalam keadaan sudah dalam tabung EDTA (*Ethylen Diamine Tetra Acetate*) untuk diperiksa. Antikoagulan perlu ditambahkan pada sampel darah untuk mencegah terjadinya pembekuan

(koagulasi). Dalam pemeriksaan hemoglobin ini, darah yang digunakan adalah darah utuh atau *whole blood*, yang merupakan spesimen darah yang kondisinya masih sama dengan darah di dalam tubuh, tetap memiliki semua komponen secara lengkap (Nugraha, 2017).

Proses penanganan nilai kritis yang pertama di Laboratorium X diawali dengan identifikasi hasil pemeriksaan. Ketika kadar hemoglobin terdeteksi dalam kategori kritis, Sistem Informasi Laboratorium (SIL) akan memberikan peringatan dengan tanda berwarna merah. Selanjutnya, langkah kedua adalah memeriksa sampel atas nama pasien x, karena kemungkinan bisa saja tertukar dengan sampel pasien lain. Setelah nama pasien dan sampel cocok berdasarkan data di SIL, langkah yang ketiga pemeriksaan kualitas sampel darah untuk melihat apakah sampel yang diperiksa memiliki kualitas yang baik atau tidak. Namun, saat pemeriksaan berlangsung, sampel pasien X menunjukkan adanya bekuan kecil dan volume darah yang tidak memadai. Volume darah yang kurang atau melebihi batas yang ditentukan dapat berdampak negatif terhadap keakuratan hasil pemeriksaan.

Laporan sampel yang tidak memenuhi syarat dapat menyebabkan hasil tes hemoglobin yang tidak akurat. Ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan sampel tidak memenuhi syarat untuk pengujian. Salah satu penyebab utama penolakan sampel pemeriksaan adalah pembekuan sampel untuk tes hematologi dan koagulasi, volume sampel yang tidak mencukupi, serta terjadinya hemolisis, ikterus, dan lipemik pada serum dan plasma yang dapat mengganggu hasil pemeriksaan laboratorium (Manik & Haposan, 2021). pemeriksaan laboratorium

klinik dengan hasil yang berkualitas sangat diperlukan, terutama dalam hal penanganan sampel. Penanganan yang tepat akan menghasilkan hasil pemeriksaan yang akurat. Saat melakukan pemeriksaan ulang dengan sampel berkualitas baik dan tidak mengalami bekuan, penghomogenisasian yang benar yaitu 8-10 kali serta melakukan homogenisasi dengan *blood mixer rotator* dengan benar, dan memenuhi volume darah yang diperlukan kadar hemoglobin yang diperoleh pada pasien X adalah 13,7 g/dL. Mengacu pada rentang normal hemoglobin di laboratorium peneliti yaitu 13,2-17,2 g/dL, jadi dari hasil pemeriksaan tersebut tidak termasuk kedalam kategori nilai kritis.

Menurut penelitian yang dilakukan (Iqbal et al., 2023) yaitu dalam jurnal *Preanalytical Error in a Hematology Laboratory*. Dalam penelitian tersebut dijelaskan bahwa sebagian besar kesalahan dalam Pemeriksaan hematology berasal dari fase pra-analitik. Ditemukan bahwa jenis kesalahan yang paling sering muncul adalah darah yang membeku (*clotted sample*) dan volume darah yang kurang (*insufficient sample*), yang keduanya memiliki dampak besar terhadap ketepatan hasil pemeriksaan. Pembekuan sampel dapat menyebabkan kerusakan sel darah dan mengganggu distribusi komponen darah, sehingga alat *hematology analyzer* tidak dapat membaca parameter, termasuk kadar hemoglobin, dengan benar. Sementara itu, volume darah yang tidak tepat menyebabkan ketidakseimbangan rasio antara darah dan antikoagulan dalam tabung EDTA, yang pada akhirnya membuat hasil tes menjadi tidak akurat. Karena darah yang terlalu sedikit dapat menyebabkan nilai hemoglobin terbaca lebih rendah daripada kondisi sebenarnya.

Dalam Pemeriksaan hematologi penghomogenisasian darah juga sangat penting karena untuk mencegah terjadinya bekuan pada darah. Homogenisasi merupakan proses yang bertujuan untuk mencampurkan sampel dengan antikoagulan sehingga kondisi komponen darah masih sama seperti kondisi ketika sampel darah berada di aliran darah, dan juga dengan tujuan untuk menghindari bekuan. Bila ada bekuan, meskipun hanya bekuan kecil dapat menyebabkan kesalahan, hasil menjadi rendah palsu (Sinaga & Ramadani, 2021).

Darah yang diperiksa mengalami bekuan karena pada saat sampel darah vena diambil dan ditampung dalam dalam tabung EDTA petugas tidak melakukan proses homogenisasi dengan optimal. Selain itu, petugas tidak mengantarkan sampel ke laboratorium untuk diperiksa langsung. Ada beberapa faktor yang dapat menyebabkan penundaan pemeriksaan sampel, seperti banyaknya pasien yang harus diambil darahnya, persiapan reagen atau alat untuk pemeriksaan, serta pengiriman sampel yang tidak segera dilakukan. Akibatnya, sampel darah yang telah dicampur dengan antikoagulan dapat terpisah menjadi dua lapisan bagian atas yaitu plasma dan bagian bawah yaitu eritrosit. Oleh karena itu, sebelum menggunakan sampel yang telah didapat sebelumnya untuk Pemeriksaan hendaknya dilakukan homogenisasi kembali atau yang biasa disebut dengan homogenisasi sekunder (Haiti et al., 2021).

Menurut (Noor et al., 2023) dalam penelitian (Decie, 2017) terdapat 2 metode untuk homogenisasi yaitu dengan membolak-balikkan tabung 8-10 kali dan menggunakan alat otomatis *Blood Roller Mixer*. Hal ini menyebabkan antikoagulan tersebut dapat larut dengan sempurna serta sel darah yang berada

didalam tetap pada kondisi yang sebenarnya. Homogenisasi yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan *Gold Standart* menurut (Dacie, 2017), yaitu dengan membolak-balikkan 8-10 kali dan menggunakan alat otomatis *Blood Roller Mixer* sebagai pembanding, sehingga tidak terjadinya pembekuan maupun krenasi atau pengerutan eritrosit dan tidak meyebabkan nilai hemoglobin rendah palsu. Di laboratorium rumah sakit, penghomogenisasian sampel sering dilakukan secara ganda menggunakan mixer rotator dan membolak-balik tabung manual. Metode ini bertujuan untuk memastikan sampel tercampur secara merata dan mengurangi risiko hasil yang tidak akurat. *Mixer rotator* memberikan pengadukan mekanis yang konsisten, namun *mixer rotator* yang ada di laboratorium tidak cukup optimal sementara pembalikan manual membantu menjangkau bagian sampel yang sulit teraduk. Namun, proses ini harus diatur dengan baik agar tidak berlebihan (*overprocessing*) yang dapat merusak sampel. Pendekatan ini dianggap efektif untuk menjaga kualitas pemeriksaan laboratorium kesalahan yang sering terjadi pada tahap pra-analitik adalah munculnya gumpalan pada sampel darah, yang disebabkan oleh kandungan zat pembekuan dalam darah (Hartina et al., 2019).

Hematology Analyzer BC-20s merupakan alat yang digunakan untuk melakukan pemeriksaan hemoglobin di Laboratorium x, sementara itu untuk melakukan kegiatan *Quality Control* (QC) di aboratorium x dilakukan setiap hari pada pukul 7 pagi dan pukul 3 sore. Kegiatan *Quality Control* (QC) perlu dilakukan untuk memstikan alat bekerja secara optimal agar hasil Pemeriksaan darah yang dihasilkan akurat, konsisten, dan dapat dipercaya.

Dengan melakukan QC kesalahan dapat terdeteksi lebih awal sehingga kualitas pelayanan laboratorium tetap terjaga (Hartuti, & Ica, 2023).

Salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap hasil pemeriksaan adalah fase preanalitik, seperti pembekuan darah. Gangguan akibat pembekuan darah pada pengukuran laboratorium disebabkan oleh banyak faktor, yaitu terjadinya perubahan fisik pada sampel, aktivasi faktor pembekuan, serta terjadinya penggumpalan yang dapat menghambat analisis laboratorium. Sampel darah yang mengalami pembekuan sebagian maupun total dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan, terutama pemeriksaan hematologi seperti hemoglobin. Maka dari itu Keakuratan hasil pemeriksaan laboratorium sangat penting karena hasilnya akan digunakan oleh dokter untuk menentukan langkah pengobatan pasien. Jika hasilnya tidak sesuai dengan kondisi yang sebenarnya, dokter bisa saja salah mendiagnosis atau memberikan terapi yang tidak tepat (Masthura et al, 2021).

Pada pemeriksaan hematologi seperti hemoglobin, hasil yang tidak akurat dapat membuat pasien terlihat lebih buruk atau lebih sehat dari yang sebenarnya. Kualitas sampel dan cara kerja alat harus tepat agar hasilnya mencerminkan kondisi pasien yang sebenarnya. Oleh sebab itu hasil pemeriksaan laboratorium harus akurat dan dapat dipercaya. Peningkatan mutu hasil pemeriksaan memerlukan pengendalian yang efektif di semua tahap, mulai dari pra-analitik, analitik, hingga pasca analitik. Tahap pra-analitik dikendalikan melalui persiapan pasien, pengambilan spesimen, preparasi sampel, serta penyiapan alat dan bahan. Tahap analitik terdiri dari Pemeriksaan spesimen dan interpretasi hasil, sedangkan

tahap pasca analitik meliputi pencatatan hasil dan pelaporan (Damhuri et al., 2023).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa nilai hemoglobin pada sampel pasien yang mengalami bekuan hasilnya menjadi rendah. Namun setelah dilakukan pengambilan sampel baru didapatkan hasil hemoglobin yang normal.

5.2 Saran

Sampel darah yang beku dapat menyebabkan hasil tes laboratorium menjadi tidak akurat. Oleh karena itu, penting untuk melaksanakan tahap pra-analitik dengan baik dan benar. Selain itu, diperlukan penguatan kepatuhan terhadap Prosedur Operasional Standar (SOP) serta peningkatan kompetensi petugas laboratorium guna menjamin keselamatan pasien.

DAFTAR PUSTAKA

- Al., N. fadilah et. (2023). Efek Homogenisasi Spesimen Darah Metode Inversi Terhadap Nilai Hematokrit. *Jurnal Analis Kesehatan*, 12(1), 52.
- Ariza Julia Paulina. (2023). Penyuluhan Anemia Dan Pemeriksaan Kadar Hemoglobin Pada Ibu Hamil Di Puskesmas Sungai Sembilan Kecamatan Sungai Sembilan Kabupaten Dumai. *Jurnal Pengabdian UntukMu NegeRI*, 7(1), 41–47.
- Budi Sungkawa, H., & Wahdaniah, W. (2020). Penentuan Nilai Rujukan Hemoglobin Pada Masyarakat Kalbar. *Jurnal Vokasi Kesehatan*, 6(1), 13.
- Cahya, F. N. (2021). Perbandingan Jumlah Eritrosit pada Sampel Darah 3 mL, 2 mL, dan 1 mL dengan Antikoagulan K2EDTA. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Media Husada*, 10(1), 59–64.
- Ch, L. S., Haiti, M., & Ramadani, U. R. (2022). Lidwina Septie Ch, dkk Homogenisasi Sekunder 4, 8 kali dan Tanpa Homogenisasi Sekunder Pada pemeriksaan Trombosit. *Jurnal Kesehatan Dan Pembangunan*, 12(24).
- Dameuli, S. (2018). Perbedaan Kadar Hemoglobin Menggunakan Hb Meter, Spektrofotometer Dan Hematology Analyzer Pada Sampel Segera Diperiksa Dan Ditunda 20 Jam. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Damhuri, P. O., Hartuti, Y., & Ica, M. (2023). Pengaruh Waktu Penundaan Pemeriksaan Terhadap Kadar Kolesterol. *Jurnal Sains Dan Teknologi Laboratorium Medik*, 9(1), 18–21.
- Dayalan dkk, 2020. (2020). Underfilled K2EDTA Vacutainer on Automated Haematological Blood Cell IndicesTo Reject or Reconsider? *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 14(3), 18–20.
- Debbian, A., Rismayanthi, C., Kesehatan, J. P., Rekreasi, D., & Uny, F. (2016). Profil Tingkat VOLUME Oksigen Maksimal dan Kadar Hemoglobin Pada Atlet Yongmoodo Akademi Militer Magelang. *Jurnal Olahraga Prestasi*, 12, 19–30.
- Fitriay. (2018). Anemia Defisiensi Besi. *Jurnal. Kesehatan Masyarakat*, 4(1202005126), 1–30.
- Gunadi, V. I. ., Mewo, Y. M., & Tiho, M. (2016). Gambaran kadar hemoglobin pada pekerja bangunan. *Jurnal E-Biomedik*, 4(2), 2–7.

- Haiti, M., Sinaga, H., & Ramadani, U. R. (2021). Jumlah Eritrosit Pada Anemia Remaja. *Jurnal Masker Medika*, 9(2), 499–503.
- Hartina, H., Garini, A., & Tarmizi, M. I. (2019). Perbandingan Teknik Homogenisasi Darah Edta Dengan Teknik Inversi Dan Teknik Angka Delapan Terhadap Jumlah Trombosit. *JPP (Jurnal Kesehatan Poltekkes Palembang)*, 13(2), 150–153.
- Hasanan, F. (2018). Hubungan Kadar Hemoglobin Dengan Daya Tahan Kardiovaskuler Pada Atlet Atletik FIK Universitas Negeri Makasar. *Jurnal Olahraga Dan Kesehatan*, j1–j16.
- Hidayat, R., Kurniawan, E., Rahayu, I. G., & Wiryanti, W. (2024). Analisis Pelaporan Nilai Kritis Hasil Pemeriksaan Laboratorium Di Rumah Sakit Mayjend Hm Ryacudu Kabupaten Lampung Utara. *Jurnal Administrasi Rumah Sakit Indonesia*, 10(2).
- Hurunin, R. A. (2021). Perbandingan Hasil Pemeriksaan Hemoglobin Antara Alat Spektrofotometer Dan Hematology Analyzer : Studi Literatur. *Karya Tulis Ilmiah*.
- Iqbal, M. S., Tabassum, A., Arbaeen, A. F., Qasem, A. H., Elshemi, A. G., & Almasmoum, H. (2023). Preanalytical Errors in a Hematology Laboratory: An Experience from a Tertiary Care Center. *Diagnostics*, 13(4), 1–9.
- Irene, seran dian. (2019). Perbedaan Hasil Pemeriksaan Kadar Hb Metode Sahli Dengan Darah Vena yang segera di periksan dan Ditunda 30 menit, 60 menit dan 90 menit pada Suhu Ruangan. *Politeknik Kesehatan Kemenkes Kupang*, 1–52.
- Kristiawan, I. (2025). Perbedaan Kadar Hemoglobin Menggunakan Sampel Darah Yang Diperiksa Segera Dan Ditunda 8 Jam Pada Mahasiswa Poltekkes Kemenkes Denpasar. Poltekkes Kemenkes Denpasar Jurusan Teknologi Laboratorium Medis 2024.
- M Fajriyah, L. H. F. (2016). Gambaran Tingkat Pengetahuan Tentang Anemia Pada Remaja Putri. *Jurnal Ilmu Kesehatan (JIK)*, IX(1), 1–6.
- Magne, J., Guy, J., & Maynadié, M. (2015). *Hematology. Revue Francophone des Laboratoires* (Vol. 2015).
- Manik, S. E. dan, & Haposan, Y. (2021). Analisis faktor - faktor flebotomi pada pemeriksaan trombosit. *Babul Ilmi_Jurnal Ilmiah Multi Sscience Kesehatan*, 13(1), 86–94.
- Masthura, S., Desreza, N., & Nurhalita, S. (2021). Faktor-Faktor Yang

- Mempengaruhi Kadar Hemoglobin (Hb) Pada Ibu Hamil Trimester Iii Di Kabupaten Aceh Barat Daya. *Idea Nursing Journal*, XII(3), 36–45.
- Medonic, M. B. (2016). Standar Operating Procedures. *Hematology Analyzer. M. M-Series. MRK Diagnostic*.
- meilana rani. (2021). Perbedaan Kadar Hemoglobin Metode Hematology Analyzer Dan Metode Point Of Care Testing Di RSUD Pariaman Diajukan. *Journal GEEJ*, 7(2).
- Nugraha, G. (2017). Panduan Pemeriksaan Laboratorium Hematologi Dasar Edisi 2. *Jakarta: Trans Info Media*.
- Parwati, E. P. (2018). Gambaran Pemeriksaan Kadar Hemoglobim (Hb) Cyanmethemoglobin yang Diperiksa Segera dan Ditunda 4 Jam. *Karya Tulis Ilmiah*.
- Prihandono, D. S., & Waluyo, F. (2019). Pengaruh Lama Penyimpanan 5 Jam dan 10 Jam pada Suhu 2-8 0C Terhadap Kadar Glycated Hemoglobin (HbA1c). *Jurnal Manajemen Kesehatan Yayasan RS.Dr. Soetomo*, 5(2), 125.
- Puspitasari, & Aliviameita, A. (2024). *Pemeriksaan Hematologi Rutin*.
- Rachmantoro, R. S. (2020). Perbedaan Waktu Pembendungan Vena Selama 1 Ment Dan 3 Menit Terhadap Jumlah Leukosit. *Poltekkes Kemenkes Yogyakarta*.
- Saputra, O. D., & Aristoteles, A. (2022). Perbedaan Pemeriksaan Darah Segera Dan Ditunda Selama 6 Jam Pada Suhu 4-80c Terhadap Kadar Hemoglobin Dengan Hematology Analyzer. *Jurnal 'Aisyiyah Medika*, 7(2), 49–56.
- Sitanggang, A. B., Assa'adiyah, A. L., & Syah, D. (2019). Evaluasi Derajat Homogenisasi (Homodegree) dan Korelasinya dengan Ukuran Partikel Lemak Susu Sterilisasi Komersil. *Jurnal Mutu Pangan : Indonesian Journal of Food Quality*, 6(1), 24–29.
- Sun, N. N. (2022). Analisis Kesalahan Pada Proses Pra Analitik Dan Analitik Terhadap Sampel Serum Pasien. *Universitas Binawan*.
- Susilawati, S., Lathifah, N. S., & Saputri, G. A. R. (2024). Optimalisasi Bayam Merah Dalam Sediaan Teh Celup Organik Tinggi Zat Besi Sebagai Upaya Pencegah Anemia Pada Kelompok Rentan. *Abdimas Galuh*, 6(2), 2216.
- Tutik, & Susilowati, N. (2019). 22 | Jurnal Pengabdian Farmasi Malahayati Vol. 2 No. 1, April 2019, 2(1), 22–26.

- Wahdaniah, W., & Tumpuk, S. (2018). Perbedaan Penggunaan Antikoagulan K2EDTA DAN K3EDTA Terhadap Hasil Pemeriksaan Indeks Eritrosit. *Jurnal Laboratorium Khatulistiwa*, 1(2), 114.
- Wahyu Wijayati, R. P., & Ayuningtyas, D. (2021). Identifikasi Waste Tahap Pra Analitik dengan Pendekatan Lean Hospital di Laboratorium Patologi Klinik RS XYZ Depok Jawa Barat Tahun 2021. *Jurnal Manajemen Kesehatan Indonesia*, 9(2), 101–112.
- Widianto, R., Purbayanti, D., & Ardina, R. (2021). Perbedaan Hasil Pemeriksaan Hemoglobin dengan Point of Care Testing (POCT) pada Sampel Darah Vena dan Kapiler. *Borneo Journal of Medical Laboratory Technology*, 4(1), 267–271.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Meilani Tri Rahayu, lahir di Garut 3 Mei 2004, penulis lahir dari pasangan Dudeng Salim dan Enok, penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara. Penulis mengawali pendidikan pada tahun 2011-2016 di Sekolah Dasar SDN III Pamalayan, kemudian melanjutkan Sekolah Menengah Pertama di SMPN 1 Pameungpeuk lulus pada tahun 2019. Kemudian dilanjutkan di SMAN 5 Garut lulus pada tahun 2022. Sekarang sedang meneruskan di Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Karsa Husada Garut Prodi D3 Teknologi Laboratorium Medis.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis pernah mengikuti Praktek Kerja Lapangan Flebotomy 1 di Klinik Baiturrahman selama 1 minggu, penulis juga mengikuti mengikuti Praktik Kerja Lapangan 2 di Puskesmas Guntur selama 3 minggu, penulis juga mengikuti kegiatan PKPM di Desa Pelita Asih selama 2 minggu dan penulis mengikutui Praktik Kerja Lapangan 3 di Rumah Sakit Umum Pindad selama 2 bulan. Kegiatan tersebut dapat memberikan begitu banyak wawasan dan pengalaman bagi penulis yang mendukung dalam mengembangkan di bidang laboratorium medis.

LAMPIRAN

Lampiran 1 : Dokumentasi Sampel



Sampel Darah Utuh (Whole Blood)

Lampiran 2 : Dokumentasi Alat Hematology Analyzer Mindrey BC-20s



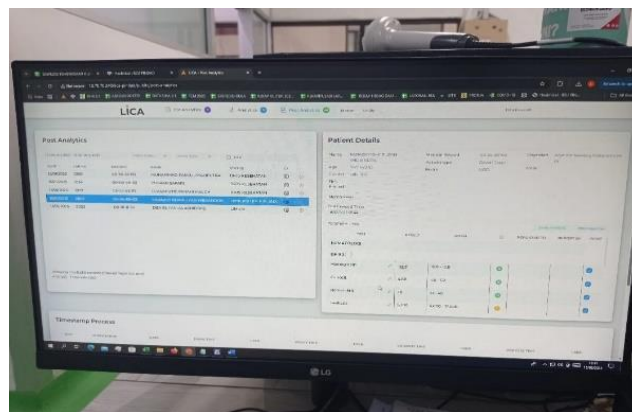
Lampiran 3: Dokumentasi Mixer Rotator



Lampiran 4: Dokumentasi Sistem Informasi Laboratorium (SIL)

16	1012	Yulia Jember S	Full	12.18	0.600	303000	
17	2007	Farazki		5.8	2.380	99.000	
18	2008	Wini		17.9	6.000	216.000	
19	1014	Farazky 2x		13.7	11.300	226.000	

Hasil Pemeriksaan pertama



Hasil Pemeriksaan kedua

Lampiran 5: Lembar Bimbingan

LEMBAR BIMBINGAN KARYA TULIS ILMIAH

Nama : Meilani Tri Rahayu
 NIM : KH6E22044
 Pembimbing : N. Ai Erlinawati
 Judul Penelitian : Pemeriksaan Hemaglobin pada sampel darah yang mengalami
 defisiensi menggunakan alat Hematology Analyzer.

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Tanda Tangan Pembimbing
1	19/03/2015	Control Judul.	
2	19/03/2015	ace Judul lanjut bab I.	
3	24/03/2015	Review bab. I lanjut bab II.	
4	11/04/2015	Review bab. II	
5	21/04/2015	ace bab II lanjut bab III.	
6	28/04/2015	Rev. bab III ; lanjut bab IV	
7	05/05/2015	ace bab. III dan bab IV	
8	05/05/2015	lanjut bab IV dan Dapus.	
9	07/05/2015	ace bab IV dan Dapus.	
10	09/05/2015	Review bab I, II, III, IV, dan V.	
11	12/05/2015	Control Abstrak.	
12	13/05/15	ace. ace Abstrak.	
13	19/05/2015	Review. bab I, II, III, IV, V (ace)	
14			
15			
16			
17			
18			

Ketua Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis

STIKes Karsa Husada Garut


 Muhammad Hadi Sulhan