

SKRIPSI

**PERBANDINGAN HASIL PEMERIKSAAN HEMOGLOBIN
METODE MANUAL CYANMETHEMOGLOBIN DENGAN
METODE OTOMATIS *HEMATOLOGY ANALYZER***



Oleh :

PUTU SHINTA LETISIA DEWI

NIM : P07134222043

**KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLTEKKES KEMENKES DENPASAR
JURUSAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
PRODI SARJANA TERAPAN
DENPASAR
2026**

SKRIPSI

**PERBANDINGAN HASIL PEMERIKSAAN HEMOGLOBIN
METODE MANUAL CYANMETHEMOGLOBIN DENGAN
METODE OTOMATIS *HEMATOLOGY ANALYZER***

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Menyelesaikan
Pendidikan di Jurusan Teknologi Laboratorium Medis
Program Studi Sarjana Terapan**

Oleh :

**PUTU SHINTA LETISIA DEWI
NIM. P07134222043**

**KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
POLTEKKES KEMENKES DENPASAR
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
PRODI SARJANA TERAPAN
DENPASAR
2026**

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

PERBANDINGAN HASIL PEMERIKSAAN HEMOGLOBIN METODE MANUAL CYANMETHEMOGLOBIN DENGAN METODE OTOMATIS *HEMATOLOGY ANALYZER*

Oleh :

PUTU SHINTA LETISIA DEWI
NIM. P07134222043

TELAH MENDAPATKAN PERSETUJUAN

Pembimbing Utama :



Dr. dr. I Gusti Agung Dewi Sarihati, M.Biomed
NIP. 196804202002122004

Pembimbing Pendamping :



Ida Bagus Made Putra Mahendra, S.Kom, M.P.H.
NIP. 198307172006041003

MENGETAHUI

KETUA JURUSAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
POLTEKKES KEMENKES DENPASAR



I Gusti Ayu Sri Dhyanaputri, S.KM., M.P.H.
NIP. 197209010908032003

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

DENGAN JUDUL :

PERBANDINGAN HASIL PEMERIKSAAN HEMOGLOBIN
METODE MANUAL CYANMETHEMOGLOBIN DENGAN
METODE OTOMATIS *HEMATOLOGY ANALYZER*

Oleh :

PUTU SHINTA LETISIA DEWI
NIM. P07134222043

TELAH DIUJI DI HADAPAN TIM PENGUJI
PADA HARI : Selasa
TANGGAL : 05 Mei 2026

TIM PENGUJI :

- | | | |
|--|---------------------|---------|
| 1. Heri Setiyo Bakti, S.ST., M.Biomed | (Ketua Penguji) | (.....) |
| 2. I Nyoman Gede Suyasa, S.KM., M.Si | (Anggota Penguji 1) | (.....) |
| 3. Dr. drg. I Gusti Agung Ayu Dharmawati, M.Biomed | (Anggota Penguji 2) | (.....) |

MENGETAHUI
KETUA JURUSAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
POLTEKKES KEMENKES DENPASAR



I Gusti Ayu Sri Dhyanaputri, S.KM., M.P.H.
NIP. 197209010998032003

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Putu Shinta Letisia Dewi
NIM : P07134222043
Program Studi : Sarjana Terapan
Jurusan : Teknologi Laboratorium Medis
Tahun Akademik : 2025/2026
Alamat : Jln. Hasanudin, Gang X, No. 10, Dajan Peken, Tabanan

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Skripsi dengan judul Perbandingan Hasil Pemeriksaan Hemoglobin Metode Manual Cyanmethemoglobin Dengan Metode Otomatis *Hematology Analyzer* adalah benar **karya sendiri atau bukan plagiat hasil karya orang lain.**
2. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa skripsi ini bukan karya saya sendiri atau plagiat hasil karya orang lain, maka saya sendiri bersedia menerima sanksi sesuai Peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan ketentuan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya

Denpasar, 24 April 2026

Yang membuat pernyataan



Putu Shinta Letisia Dewi
NIM. P07134222043

HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur saya panjatkan kehadapan Ida Sang Hyang Widhi Wasa, Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya yang memberikan jalan, karunia-Nya yang senantiasa memberikan jalan, ketabahan, kekuatan serta restu di setiap langkah yang saya lalui selama menempuh pendidikan Sarjana Terapan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis di Poltekkes Kemenkes Denpasar dapat terlaksana dengan baik.

Segala perjuangan dan pengorbanan saya hingga di titik ini, saya persembahkan kepada orang-orang yang saya hormati dan saya cintai yang selalu memberikan motivasi, dukungan serta doa selama saya menempuh pendidikan ini.

Terimakasih kepada kedua orang tua saya yang saya cintai, Bapak I Gede Kerta Semadi dan Ibu Gusti Ayu Komang Astitiasih yang telah mendukung secara finansial dan senantiasa menjadi sumber kekuatan, doa yang tak pernah putus, serta alasan terbesar saya untuk terus berjuang. Dan kedua adik-adik saya yang saya sayangi, Kadek Adipriya Anggareksa dan Komang Kayla Maheswari, terimakasih atas kehadiran kalian yang selalu menemani serta memberikan warna dalam setiap langkah perjalanan saya.

Terimakasih kepada Putu Ananda Kevin Aditya, S.T yang saya cintai, telah memberikan dukungan moral, doa, perhatian, serta kehadiran yang selalu menguatkan di setiap langkah perjalanan ini.

Terimakasih kepada sahabat saya sejak awal perkuliahan hingga titik akhir ini, Putu Cindy Aurelia Prasada, telah menjadi tempat berbagi cerita, tawa, dan perjuangan yang tak terlupakan.

Ucapan terimakasih dan selamat juga saya ucapkan kepada teman-teman STR A Angkatan 2022 atas semangat, kekeluargaan, bantuan dan dukungannya selama kita menjalani sampai di tahap ini.

Dan terakhir untuk diri saya sendiri, terimakasih karena telah mampu bertahan, bangkit, dan terus melangkah meskipun tidak selalu mudah. Semua proses ini adalah bukti bahwa setiap usaha dan doa tidak pernah sia-sia.

“No matter how your heart is grieving. If you keep on believing. The dream that you wish will come true.” – Cinderella

RIWAYAT PENULIS



Penulis bernama Putu Shinta Letisia Dewi yang lahir di Denpasar pada 28 Februari 2004 dari Bapak I Gede Kerta Semadi dan Ibu Gusti Ayu Komang Astitiasih. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dan berkewarganegaraan Indonesia serta beragama Hindu. Penulis memulai pendidikan pada tahun 2008 di Taman Kanak-Kanak Sabana Sari, Denpasar. Pada tahun 2010-2016 penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang Sekolah Dasar di SDN 6 Delod Peken, Tabanan. Kemudian melanjutkan ke jenjang pendidikan Sekolah Menengah Pertama dari tahun 2016-2019 di SMPN 1 Tabanan. Setelah lulus, penulis melanjutkan pendidikan ke jenjang Sekolah Menengah Atas pada tahun 2019-2022 di SMAN 1 Tabanan. Pada tahun 2022 penulis melanjutkan pendidikan di Poltekkes Kemenkes Denpasar Program Studi Sarjana Terapan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis.

COMPARISON OF HEMOGLOBIN EXAMINATION RESULTS USING THE MANUAL CYANMETHEMOGLOBIN METHOD AND THE AUTOMATED HEMATOLOGY ANALYZER METHOD

ABSTRACT

Background : Hemoglobin is a protein in erythrocytes that plays an important role in transporting oxygen from the lungs to all body tissues. Hemoglobin level examination is one of the most frequently performed hematological tests to assist in diagnosing various conditions, particularly anemia. Hemoglobin measurement can be performed using the manual cyanmethemoglobin method or automated methods using a hematology analyzer. Differences in the working principles of these methods may lead to variations in examination results; therefore, research is needed to determine the differences in the results obtained. **Purpose :** This study aimed to determine the differences in hemoglobin examination results using the cyanmethemoglobin method and the hematology analyzer method. **Method :** This study used a comparative descriptive design with a quantitative approach. The samples consisted of 32 venous blood samples using EDTA anticoagulant. Hemoglobin levels were examined using the cyanmethemoglobin method and a hematology analyzer. Data analysis was performed using the Shapiro–Wilk normality test, Levene’s Test for homogeneity, and the Independent Sample T-Test. **Result :** The mean hemoglobin level using the cyanmethemoglobin method was 12.6 g/dL, while the hematology analyzer method showed a mean value of 13.2 g/dL. The Independent Sample T-Test showed a significance value of $p = 0.020$ ($p < 0.05$), indicating a significant difference between the two methods. **Conclusion :** There is a significant difference between hemoglobin measurement results using the cyanmethemoglobin method and the hematology analyzer method.

Keywords : Hemoglobin, Cyanmethemoglobin, Hematology Analyzer.

PERBANDINGAN HASIL PEMERIKSAAN HEMOGLOBIN METODE MANUAL CYANMETHEMOGLOBIN DENGAN METODE OTOMATIS *HEMATOLOGY ANALYZER*

ABSTRAK

Latar belakang : Hemoglobin merupakan protein dalam eritrosit yang berperan penting dalam proses transport oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh. Pemeriksaan kadar hemoglobin termasuk salah satu pemeriksaan hematologi yang sering dilakukan untuk membantu menegakkan diagnosis berbagai kondisi, terutama anemia. Penentuan kadar hemoglobin dapat dilakukan dengan metode manual cyanmethemoglobin maupun metode otomatis menggunakan *hematology analyzer*. Perbedaan prinsip kerja pada kedua metode tersebut memungkinkan terjadinya variasi hasil pemeriksaan sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui perbedaan hasil yang dihasilkan. **Tujuan :** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan hasil pemeriksaan kadar hemoglobin menggunakan metode cyanmethemoglobin dan *hematology analyzer*. **Metode :** Penelitian ini menggunakan desain deskriptif komparatif dengan pendekatan kuantitatif. Sampel penelitian terdiri dari 32 sampel darah vena yang menggunakan antikoagulan EDTA. Pemeriksaan kadar hemoglobin dilakukan dengan metode cyanmethemoglobin dan *hematology analyzer*. Analisis data dilakukan menggunakan uji normalitas Shapiro-Wilk, uji homogenitas *Levene's Test*, serta uji *Independent Sample T-Test*. **Hasil :** Rata-rata kadar hemoglobin dengan metode cyanmethemoglobin adalah 12,6 g/dL, sedangkan metode *hematology analyzer* sebesar 13,2 g/dL. Hasil uji *Independent Sample T-Test* menunjukkan nilai signifikansi $p=0,020$ ($p<0,05$) yang menunjukkan adanya perbedaan bermakna antara kedua metode. **Simpulan :** Terdapat perbedaan signifikan antara hasil pemeriksaan kadar hemoglobin menggunakan metode cyanmethemoglobin dan *hematology analyzer*.

Kata kunci : Hemoglobin, Cyanmethemoglobin, *Hematology Analyzer*.

RINGKASAN PENELITIAN

PERBANDINGAN HASIL PEMERIKSAAN HEMOGLOBIN METODE MANUAL CYANMETHEMOGLOBIN DENGAN METODE OTOMATIS *HEMATOLOGY ANALYZER*

Oleh : Putu Shinta Letisia Dewi

Penelitian ini berjudul “Perbandingan Hasil Pemeriksaan Hemoglobin Metode Manual Cyanmethemoglobin Dengan Metode Otomatis *Hematology Analyzer*”. Latar belakang penelitian ini yaitu pentingnya pemeriksaan kadar hemoglobin sebagai salah satu parameter utama dalam pemeriksaan hematologi. Hemoglobin merupakan protein dalam sel darah merah yang berfungsi mengangkut oksigen ke seluruh jaringan tubuh serta membawa karbon dioksida kembali ke sistem pernapasan untuk dikeluarkan. Kadar hemoglobin yang tidak normal dapat menjadi indikator berbagai kondisi medis seperti anemia, perdarahan, gangguan metabolik, dan kelainan nutrisi, sehingga pemeriksaan hemoglobin berperan penting dalam membantu penegakan diagnosis dan pemantauan kondisi kesehatan pasien. Pemeriksaan hemoglobin dapat dilakukan dengan metode manual maupun otomatis, di antaranya metode cyanmethemoglobin yang diukur menggunakan spektrofotometer serta metode otomatis menggunakan *hematology analyzer* yang bekerja berdasarkan prinsip fotometri. Perbedaan prinsip kerja kedua metode tersebut berpotensi menimbulkan variasi hasil pemeriksaan sehingga diperlukan penelitian untuk mengetahui perbedaan hasil yang diperoleh dari kedua metode tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan hasil pemeriksaan kadar hemoglobin menggunakan metode manual cyanmethemoglobin dan metode otomatis *hematology analyzer*. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengukur kadar hemoglobin menggunakan kedua metode tersebut serta menganalisis perbedaan hasil yang diperoleh melalui analisis statistik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kadar hemoglobin menggunakan metode cyanmethemoglobin adalah 12,6 g/dL, sedangkan menggunakan *hematology analyzer* sebesar 13,2 g/dL. Uji normalitas Shapiro-Wilk

menunjukkan bahwa data berdistribusi normal dengan nilai signifikansi $p=0,097$ pada metode cyanmethemoglobin dan $p=0,103$ pada *hematology analyzer*. Uji homogenitas menggunakan *Levene's Test* menunjukkan nilai $p=0,761$ yang menandakan varians data bersifat homogen. Selanjutnya, hasil uji *Independent Sample T-Test* menunjukkan nilai $p=0,020$ ($p<0,05$) yang menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan secara statistik antara hasil pemeriksaan kadar hemoglobin menggunakan metode cyanmethemoglobin dan *hematology analyzer*.

Kesimpulan dari penelitian ini, terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pemeriksaan kadar hemoglobin menggunakan metode manual cyanmethemoglobin dan metode otomatis *hematology analyzer*. Meskipun terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik, selisih rata-rata hasil kedua metode hanya sekitar 0,6 g/dL. Metode *hematology analyzer* lebih direkomendasikan untuk pemeriksaan rutin karena lebih cepat dan efisien, sedangkan metode cyanmethemoglobin masih dapat digunakan sebagai metode referensi sesuai standar operasional yang berlaku.

KATA PENGANTAR

Puja dan puji syukur penulis panjatkan kehadirat Ida Sang Hyang Widhi Wasa, Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Perbandingan Hasil Pemeriksaan Hemoglobin Metode Manual Cyanmethemoglobin Dengan Metode Otomatis *Hematology Analyzer*”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan mata kuliah Skripsi Prodi Sarjana Terapan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menghadapi berbagai kendala yang akhirnya dapat teratasi berkat bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Sri Rahayu, S.Tr.Keb., S.Kep., Ners., M.Kes., selaku Direktur Poltekkes Kemenkes Denpasar, atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu I Gusti Ayu Sri Dhyanaputri, S.KM., M.PH., selaku Ketua Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Denpasar, atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Heri Setiyo Bakti, S.ST., M.Biomed., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Denpasar, yang telah memberikan bimbingan selama menempuh pendidikan hingga pada tahap penelitian sebagai tugas akhir.

4. Ibu Dr. dr. I Gusti Agung Dewi Sarihati, M.Biomed., selaku Pembimbing Utama yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Ida Bagus Made Putra Mahendra, S.Kom, M.P.H., selaku Pembimbing Pendamping yang senantiasa memberikan bimbingan dan masukan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Bapak dan Ibu Dosen serta staf Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Denpasar, yang telah banyak memberikan ilmu pengetahuan dan bimbingan selama mengikuti pendidikan.
7. Teman-teman seperjuangan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis yang selalu memberikan dukungan dan semangat selama mengikuti pendidikan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, dikarenakan keterbatasan pengetahuan dan pengalaman yang penulis miliki. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan dalam perbaikan skripsi ini. Akhir kata, besar harapan penulis agar skripsi ini dapat bermanfaat.

Denpasar, 05 Mei 2026



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
RIWAYAT PENULIS	vi
<i>ABSTRACT</i>	<i>vii</i>
ABSTRAK	viii
RINGKASAN PENELITIAN	ix
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
DAFTAR SINGKATAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah Penelitian	7
C. Tujuan Penelitian.....	8
D. Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
A. Darah	10
B. Hemoglobin.....	17
C. Metode Manual Cyanmethemoglobin.....	24
D. Metode Otomatis <i>Hematology Analyzer</i> Sysmex XP-100	28
BAB III KERANGKA KONSEP.....	33
A. Kerangka Konsep	33
B. Variabel Dan Definisi Operasional.....	34
C. Hipotesis.....	37
BAB IV METODE PENELITIAN	39

A. Jenis Penelitian.....	39
B. Alur Penelitian	40
C. Tempat Dan Waktu Penelitian.....	41
D. Populasi Dan Sampel Penelitian	41
E. Jenis Dan Teknik Pengumpulan Data.....	44
F. Pengolahan Dan Analisis Data	48
G. Etika Penelitian	50
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	52
A. Hasil Penelitian	52
B. Pembahasan.....	57
BAB VI SIMPULAN DAN SARAN.....	63
A. Simpulan	63
B. Saran.....	64
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN.....	70

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Nilai normal hemoglobin	20
Tabel 2 Definisi operasional.....	37
Tabel 3 Kadar hemoglobin metode cyanmethemoglobin dan <i>hematology analyzer</i>	53
Tabel 4 Hasil uji normalitas Shapiro-Wilk.....	55
Tabel 5 Hasil uji <i>Independent Sample T-Test</i>	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Komponen darah	12
Gambar 2 Morfologi eritrosit	14
Gambar 3 Morfologi leukosit.....	15
Gambar 4 Trombosit	16
Gambar 5 Kerangka konsep	33
Gambar 6 Hubungan antar variabel	36
Gambar 7 Alur penelitian	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Izin Peminjaman Fasilitas Laboratorium	70
Lampiran 2 Surat Persetujuan Komisi Etik Penelitian.....	71
Lampiran 3 Lembar Permohonan Menjadi Responden	72
Lampiran 4 Lembar <i>Informed Consent</i>	73
Lampiran 5 <i>Dummy Table</i>	77
Lampiran 6 Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk	79
Lampiran 7 Hasil Uji Homogenitas Levene's Test dan Uji <i>Independent Sample T-Test</i>	79
Lampiran 8 Dokumentasi Kegiatan	79
Lampiran 9 Hasil Penelitian.....	81
Lampiran 10 Bimbingan Skripsi	83
Lampiran 11 Hasil Turnitin.....	84
Lampiran 12 Surat Pernyataan Persetujuan Publikasi Repository	87

DAFTAR SINGKATAN

CBC	: <i>Complete Blood Count</i>
CLSI	: <i>Clinical and Laboratory Standards Institute</i>
EDTA	: <i>Ethylenediaminetetraacetic Acid</i>
Hb	: Hemoglobin
HbA	: Hemoglobin A
HbF	: Hemoglobin F
HbCN	: Hemoglobin Cyanmethemoglobin
ICSH	: <i>International Committee for Standardization in Hematology</i>
KCN	: Kalium Sianida
MCV	: <i>Mean Corpuscular Volume</i>
MCH	: <i>Mean Corpuscular Hemoglobin</i>
MCHC	: <i>Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration</i>
SLS	: <i>Sodium Lauryl Sulfate</i>
POCT	: <i>Point of Care Testing</i>
QC	: <i>Quality Control</i>
WHO	: <i>World Health Organization</i>

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pemeriksaan hemoglobin adalah salah satu parameter hematologi yang sangat krusial dalam diagnosis dan pemantauan berbagai kondisi medis, termasuk anemia, polisitemia, perdarahan, serta gangguan metabolik dan nutrisi (Wijaya dkk., 2024). Hemoglobin (Hb) merupakan protein yang terdapat dalam sel darah merah dan berfungsi untuk mengangkut oksigen ke seluruh jaringan tubuh. Heme adalah senyawa porfirin yang membutuhkan zat besi secara intensif, sedangkan globin adalah protein berbentuk tetramer yang bertugas mengikat molekul non-protein seperti heme. Akibatnya, kadar hemoglobin di dalam darah sangat ditentukan oleh kecukupan asupan zat besi dan protein harian. Hemoglobin akan berperan dalam pengangkutan oksigen di tubuh, apabila asupan zat besi dalam darah memadai. Adapun dua fungsi pengangkutan utama, diantaranya mendistribusikan oksigen ke seluruh jaringan tubuh serta mengembalikan karbon dioksida dan proton dari berbagai bagian tubuh ke sistem pernapasan untuk dikeluarkan melalui hidung (Proverawati, 2015). Jika kadar hemoglobin di dalam eritrosit rendah, hal ini akan mengurangi kemampuan eritrosit dalam menyalurkan oksigen ke seluruh jaringan tubuh, yang pada akhirnya memicu anemia (Gunadi dkk., 2016). Oleh karena itu pengukuran hemoglobin menjadi bagian yang esensial dalam pemeriksaan darah rutin (*Complete Blood Count/CBC*).

Berbagai teknik digunakan untuk mengukur kadar hemoglobin, seperti metode Talquist, Sahli, Copper Sulfate, cyanmethemoglobin (HbCN) yang diakui sebagai *gold standar*, hingga metode otomatis yang menggunakan alat *hematology*

analyzer. Di fasilitas kesehatan seperti laboratorium rumah sakit, pengukuran ini umumnya dilakukan dengan menggunakan alat *hematology analyzer*. Namun, di laboratorium puskesmas, biasanya diterapkan metode manual cyanmethemoglobin fotometer dan metode Sahli (Faatih dkk., 2017).

Menurut Siregar dkk., (dalam Dewi, 2025) menjelaskan bahwa metode manual cyanmethemoglobin yang dimana digunakan dalam pengujian kadar hemoglobin dianggap sebagai *gold standar* dan direkomendasikan oleh ICSH (*International Committee for Standardization in Hematology*). Metode ini disebut sebagai metode manual karena seluruh tahapan pemeriksaan, mulai dari pemipetan sampel darah dan reagen, proses homogenisasi, hingga proses inkubasi dilakukan secara manual oleh analis laboratorium. Prinsip metode ini didasarkan pada penggunaan reagen Drabkin yang terdiri dari kalium sianida dan kalium ferrisianida, yang dimana ketika dihomogenkan dengan darah akan menghasilkan reaksi kimia. Ferrisianida mengubah besi (Fe) dalam hemoglobin dari bentuk ferro (Fe^{2+}) menjadi ferri (Fe^{3+}), sehingga terbentuk methemoglobin. Selanjutnya, methemoglobin tersebut berikatan dengan kalium sianida untuk membentuk cyanmethemoglobin yang memiliki warna stabil. Warna yang dihasilkan proporsional dengan konsentrasi hemoglobin dalam darah dan diukur menggunakan fotometer pada panjang gelombang 540 nm. Spektrofotometer adalah salah satu instrumen yang bisa digunakan untuk menentukan kadar hemoglobin melalui pengukuran absorbansi, dengan cara melewatkan cahaya pada panjang gelombang spesifik melalui wadah kaca atau kuarsa yang disebut kuvet.

Meskipun metode cyanmethemoglobin memiliki tingkat akurasi yang baik, pelaksanaannya memerlukan ketelitian, waktu pemeriksaan yang relatif lebih lama,

serta ketepatan dalam proses pemipetan reagen dan sampel. Kesalahan kecil dalam tahapan manual, seperti ketidaktepatan volume pipet atau homogenisasi yang kurang optimal, berpotensi memengaruhi hasil pemeriksaan. Oleh karena itu, metode ini sangat bergantung pada keterampilan dan konsistensi pemeriksa.

Pemeriksaan kadar hemoglobin tidak hanya dapat dilakukan secara manual, tetapi juga menggunakan metode otomatis *hematology analyzer*. *Hematology analyzer* disebut sebagai metode otomatis dikarenakan pada proses pemeriksaan, mulai dari pengambilan volume sampel, pencampuran dengan reagen, pengukuran, hingga pengolahan dan penampilan hasil, dilakukan secara otomatis oleh sistem alat. Alat ini berfungsi untuk melakukan pemeriksaan darah lengkap dengan menerapkan prinsip impedansi elektrik, dimana setiap sel darah dihitung dan diukur berdasarkan perubahan hambatan listrik yang timbul akibat adanya partikel dalam aliran listrik (Hurunin, 2021). Adapun prinsip kerja alat ini didasarkan pada *flowcytometry*, yaitu teknik yang memanfaatkan difraksi cahaya, eksitasi cahaya, serta emisi molekul fluorokrom untuk menghasilkan data multiparameter yang spesifik dari partikel darah (Nareshwari, 2024).

Sebagai alat diagnostik otomatis, *hematology analyzer* memungkinkan pemeriksaan laboratorium dilakukan secara efisien dan cepat, terutama pada kondisi yang memerlukan hasil segera untuk mendukung keputusan klinis (Hartini dkk., 2024). Alat ini juga dilengkapi sistem kontrol mutu internal yang berperan dalam menjamin presisi dan akurasi hasil, sekaligus mendeteksi kemungkinan terjadinya kesalahan pengukuran (Arini dkk., 2024). Dalam penggunaannya, alat ini memerlukan larutan diluent sebagai buffer isotonik untuk mengencerkan sampel, membantu perhitungan eritrosit, serta menentukan kadar hemoglobin.

Namun demikian, pemeriksaan dengan *hematology analyzer* juga melibatkan bahan kimia yang bersifat toksik dan korosif, seperti lysing agent yang mengandung deterjen *Sodium Dodecyl Sulfate* (SDS) yang dapat menyebabkan iritasi, serta cleaning agent dan washing solution yang digunakan untuk pembersih alat (Widiarumiarso, 2018).

Salah satu permasalahan yang kerap muncul dalam pemeriksaan kadar hemoglobin adalah terjadinya variasi hasil pengukuran antara metode manual dan metode otomatis. Meskipun metode manual cyanmethemoglobin telah dikenal memiliki tingkat akurasi yang tinggi, prosedur pemeriksaannya membutuhkan waktu yang relatif lebih lama serta memerlukan ketelitian dalam pemipetan reagen dan sampel. Sebaliknya, penggunaan *hematology analyzer* memberikan keunggulan dalam hal kecepatan dan efisiensi kerja, namun hasilnya dapat terpengaruh oleh berbagai faktor interferensi seperti lipemia, hemolisis, maupun kadar bilirubin yang tinggi, serta homogenisasi sampel yang kurang optimal. Perbedaan hasil yang timbul antara kedua metode tersebut sering kali menjadi tantangan bagi laboratorium klinik dalam upaya menjamin akurasi dan presisi hasil pemeriksaan hemoglobin (Purbasari dan Nugraheni, 2020).

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas tentang hasil pemeriksaan kadar hemoglobin menggunakan berbagai metode dan alat pemeriksaan. Misalnya, penelitian yang dilakukan oleh Dameuli dkk., (2018) menunjukkan adanya perbedaan hasil pemeriksaan kadar hemoglobin antara pemeriksaan menggunakan Hb meter, spektrofotometer, dan *hematology analyzer*, kadar hemoglobin segera diperiksa berturut-turut 11,50 g/dL, 12,98 g/dL, dan 11,70 g/dL, dan yang ditunda 20 jam berturut-turut 12,63 g/dL, 12,03 g/dL, dan 12,13 g/dL. Di sisi lain, penelitian

yang dilakukan oleh Nareshwari (2024) melaporkan bahwa tidak ada perbandingan yang signifikan antara hasil pemeriksaan kadar hemoglobin menggunakan alat Sysmex XN-1000 yang didapatkan adalah 10,21 g/dL dan yang dihasilkan alat Sysmex XP-100 *hematology analyzer* adalah 10,25 g/dL.

Penelitian lain oleh Wulandari (2021) membandingkan hasil pemeriksaan hemoglobin antara *hematology analyzer* dan *Point of Care Testing* (POCT), yang dimana hasil menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua metode tersebut dalam mengukur kadar hemoglobin, yaitu untuk nilai hemoglobin menggunakan *hematology analyzer* 11,2 g/dL dan alat POCT 12,2 g/dL. Sementara itu, penelitian oleh Chalisa (2021) juga melakukan penelitian serupa yang membandingkan hasil pemeriksaan kadar hemoglobin menggunakan metode Sahli dengan *Point of Care Testing* (POCT). Hasil penelitian tersebut menunjukkan adanya perbedaan nilai kadar hemoglobin antara kedua metode pemeriksaan tersebut, dengan hasil kadar Hb metode Sahli 12,78 g/dL dan metode POCT 13,2 g/dL.

Selain itu penelitian oleh Hartini dkk., (2024) menunjukkan adanya variasi hasil pemeriksaan kadar hemoglobin antara pengukuran menggunakan photometer dan *hematology analyzer*. Pemeriksaan dengan photometer menghasilkan nilai rata-rata kadar hemoglobin sebesar 13,3 g/dL, sedangkan *hematology analyzer* menunjukkan nilai rata-rata sebesar 12,9 g/dL. Meskipun kedua metode masih berada dalam kisaran nilai normal secara klinis, hasil uji statistik menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara kedua metode tersebut ($p < 0,001$). Temuan ini mengindikasikan bahwa perbedaan prinsip dan tahapan pemeriksaan antara metode manual dan metode otomatis dapat memengaruhi hasil pengukuran

kadar hemoglobin, sehingga diperlukan evaluasi lebih lanjut untuk menilai kesesuaian hasil pemeriksaan.

Berdasarkan berbagai penelitian sebelumnya yang membandingkan pemeriksaan kadar hemoglobin menggunakan berbagai metode dan jenis alat, diketahui bahwa terdapat perbedaan hasil pemeriksaan kadar hemoglobin antar metode. Perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan prinsip pengukuran dan tahapan pemeriksaan yang digunakan pada masing-masing metode. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk membandingkan hasil pemeriksaan kadar hemoglobin antara metode manual cyanmethemoglobin dan metode otomatis *hematology analyzer* guna memperoleh gambaran kesesuaian hasil pemeriksaan yang dihasilkan.

Topik penelitian ini didasari dari pengalaman penulis selama kegiatan praktikum, dimana sering ditemukan variasi hasil pemeriksaan kadar hemoglobin antara metode manual cyanmethemoglobin dan metode otomatis *hematology analyzer*. Pentingnya penelitian terhadap kedua metode ini juga didukung oleh temuan Siregar dkk., (2023) yang dimana melaporkan bahwa beberapa Puskesmas di Kota Serang dan Banten masih menggunakan metode cyanmethemoglobin untuk menganalisis kadar hemoglobin pada sampel darah vena ibu hamil trimester III. Sebagai calon tenaga Analis Kesehatan, penulis menyadari bahwa perbedaan hasil antara kedua metode tersebut dapat berpengaruh terhadap interpretasi klinis, diagnosis, dan penatalaksanaan pasien. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan signifikan antara hasil pemeriksaan hemoglobin menggunakan metode manual cyanmethemoglobin dan metode otomatis *hematology analyzer*. Selain itu, ketersediaan alat *hematology*

analyzer di laboratorium pendidikan memberikan peluang untuk melakukan validasi internal, yang berperan penting dalam memastikan bahwa hasil pemeriksaan dari alat otomatis tersebut sebanding dengan metode manual yang dijadikan standar referensi. Penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk memperdalam pemahaman penulis terhadap hasil pemeriksaan laboratorium, tetapi juga sebagai bagian dari pengembangan kompetensi calon tenaga laboratorium medis agar mampu menjamin hasil pemeriksaan yang akurat, presisi, dan dapat diandalkan, sehingga dapat memberikan kontribusi nyata terhadap keselamatan pasien.

Berdasarkan uraian tersebut dan dengan mempertimbangkan pentingnya hasil pemeriksaan laboratorium, penelitian ini dilakukan untuk membandingkan kadar hemoglobin yang diperoleh dari dua metode pengukuran, yaitu metode manual cyanmethemoglobin dan metode otomatis menggunakan *hematology analyzer*. Penelitian ini bertujuan untuk menilai kesesuaian serta perbedaan hasil pemeriksaan antara kedua metode tersebut dalam pemeriksaan rutin laboratorium, sehingga diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai tingkat konsistensi dan keandalan masing-masing metode serta memberikan rekomendasi bagi laboratorium klinik mengenai metode yang paling konsisten dan dapat diandalkan.

B. Rumusan Masalah Penelitian

Apakah terdapat perbedaan hasil pemeriksaan kadar hemoglobin antara metode manual cyanmethemoglobin dan metode otomatis menggunakan *hematology analyzer*?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan umum

Untuk mengetahui perbedaan hasil pemeriksaan kadar hemoglobin antara metode manual cyanmethemoglobin dan metode otomatis menggunakan *hematology analyzer*.

2. Tujuan khusus

- a. Mengukur kadar hemoglobin menggunakan metode manual cyanmethemoglobin.
- b. Mengukur kadar hemoglobin menggunakan metode otomatis *hematology analyzer*.
- c. Menganalisis perbedaan hasil pemeriksaan kadar hemoglobin antara metode manual cyanmethemoglobin dan metode otomatis *hematology analyzer*.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat teoritis

Hasil penelitian mengenai perbandingan pemeriksaan hemoglobin menggunakan metode manual cyanmethemoglobin dan metode otomatis *hematology analyzer* dapat dijadikan sebagai dasar untuk kajian lebih lanjut guna memperoleh hasil yang lebih optimal.

2. Manfaat praktis

- a. Bagi mahasiswa

Penelitian ini diharapkan dapat menambah pemahaman mahasiswa mengenai perbedaan pemeriksaan hemoglobin dengan metode manual cyanmethemoglobin dan metode otomatis *hematology analyzer*.

b. Bagi Ahli Teknologi Laboratorium Medik (ATLM)

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi ATLM dalam memilih metode pemeriksaan hemoglobin yang sesuai untuk memperoleh hasil yang akurat.

c. Bagi pengelola laboratorium hematologi

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi masukan dalam meningkatkan mutu pelayanan laboratorium melalui pemilihan metode pemeriksaan yang tepat.

d. Bagi peneliti selanjutnya

Penelitian ini diharapkan menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya dalam mengembangkan penelitian mengenai pemeriksaan hemoglobin dengan metode yang berbeda.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Darah

1. Definisi darah

Darah merupakan cairan tubuh berwarna merah yang ada di dalam tubuh yang tersusun atas komponen cair, sel-sel, serta partikel mirip sel yang beredar di dalam pembuluh darah seperti arteri, kapiler dan vena (Sekarningrum, 2013). Darah berperan penting dalam menjaga keseimbangan asam basa tubuh, menyalurkan zat gizi ke seluruh jaringan, mengatur suhu tubuh, serta berfungsi sebagai media transportasi yang membawa oksigen melalui hemoglobin, dan juga mengedarkan karbohidrat dan hasil metabolisme lainnya. Menurut Jitowiyono (2018) kandungan sel dan protein yang beragam dalam darah menyebabkan teksturnya menjadi lebih kental dan tidak sepenuhnya cair. Oleh karena itu, viskositas darah lebih tinggi daripada air murni.

Sekitar 7-8% dari berat badan total seseorang terdiri dari darah yang mengalir melalui sistem peredaran darah, yaitu arteri dan vena, dengan jantung berperan sebagai pompa utama. Suhu darah normal umumnya sekitar 38°C dengan tingkat keasaman (pH) antara 7,35 dan 7,45 (Nurhayati dkk., 2022). Rentang pH ini berfungsi sebagai sistem penyangga yang menjaga kestabilan asam-basa darah, yang pada gilirannya memengaruhi berbagai fungsi fisiologis tubuh. Warna darah bergantung pada kandungan oksigennya, di mana darah yang kaya oksigen tampak merah cerah, sementara darah dengan kandungan oksigen rendah berwarna merah gelap. Jumlah darah dalam tubuh manusia bervariasi berdasarkan jenis kelamin, pada pria dewasa umumnya berkisar antara 5 hingga 6 liter, sedangkan pada wanita

dewasa sekitar 4 hingga 5 liter (Rosita dkk., 2019).

2. Fungsi darah

Menurut Jitowiyono (2018) darah memiliki tiga fungsi pokok yang saling berkaitan, yakni fungsi transportasi, regulasi, dan perlindungan.

a. Fungsi transportasi

Darah memainkan peran penting sebagai sistem transportasi utama dalam tubuh manusia. Oksigen yang diperoleh dari paru-paru didistribusikan ke semua sel dalam tubuh untuk mendukung proses metabolisme. Selama proses ini, karbondioksida dihasilkan sebagai produk limbah metabolisme dan kemudian dikembalikan ke paru-paru untuk dikeluarkan melalui pernapasan. Molekul hemoglobin dalam eritrosit berfungsi sebagai pengikat dan pengangkut oksigen dan karbondioksida. Selain itu, darah juga mengangkut nutrisi dari saluran pencernaan ke jaringan tubuh, mengangkut hormon dari kelenjar endokrin ke organ sasaran, serta mengangkut limbah metabolik ke organ ekskresi, seperti hati, ginjal, dan usus, sehingga dapat diekskresikan dari tubuh.

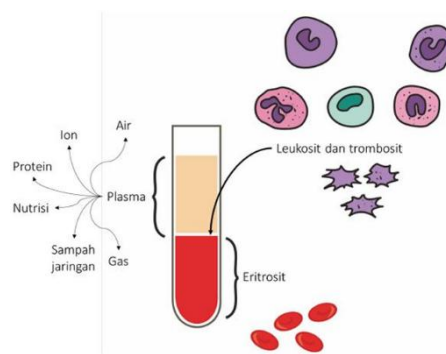
b. Fungsi regulasi

Selain perannya dalam transportasi, darah juga berfungsi untuk menjaga kestabilan kondisi internal tubuh, terutama dalam mengatur suhu tubuh. Plasma darah memiliki kemampuan untuk menyerap dan melepaskan panas, sementara kecepatan aliran darah menentukan efektivitas proses ini. Ketika suhu tubuh naik, pembuluh darah melebar (vasodilatasi) sehingga panas dapat dilepaskan ke lingkungan. Sebaliknya, pada suhu lingkungan yang rendah, pembuluh darah menyempit (vasokonstriksi) untuk mempertahankan panas di dalam tubuh.

c. Fungsi perlindungan

Darah juga berfungsi untuk melindungi tubuh dari berbagai ancaman yang dapat mengganggu kestabilan fisiologis. Ketika terjadi luka atau kerusakan pada pembuluh darah, sistem pembekuan darah segera aktif untuk membentuk bekuan darah (trombus) yang menutup luka dan menghentikan pendarahan, sehingga mencegah kehilangan darah yang berlebihan. Selain itu, sel darah putih (leukosit) dan berbagai zat bioaktif lainnya berperan dalam system pertahanan tubuh untuk melawan infeksi dan melindungi tubuh dari serangan mikroorganisme berbahaya.

3. Komponen darah dan fungsi spesifik



Gambar 1 Komponen darah

Sumber: Rosita dkk., (2019)

Secara umum, sekitar 50-60 persen komposisi darah terdiri dari komponen cair, sementara sisanya terdiri dari elemen seluler. Komponen cair ini dikenal sebagai plasma darah, yang sebagian besar sekitar 90 persen terdiri dari air, sementara 10 persen sisanya terdiri dari berbagai zat terlarut, seperti ion logam, glukosa, asam amino, hormon dan berbagai jenis protein. Serum darah pada dasarnya memiliki komposisi yang serupa dengan plasma, tetapi tidak mengandung fibrinogen yaitu protein yang berperan penting dalam proses koagulasi atau pembekuan darah. Elemen seluler darah meliputi eritrosit (sel darah merah), leukosit (sel darah putih)

yang terdiri dari beberapa jenis, dan trombosit (platelet darah) yang berfungsi dalam proses pembekuan darah (Nurhayati dkk., 2022).

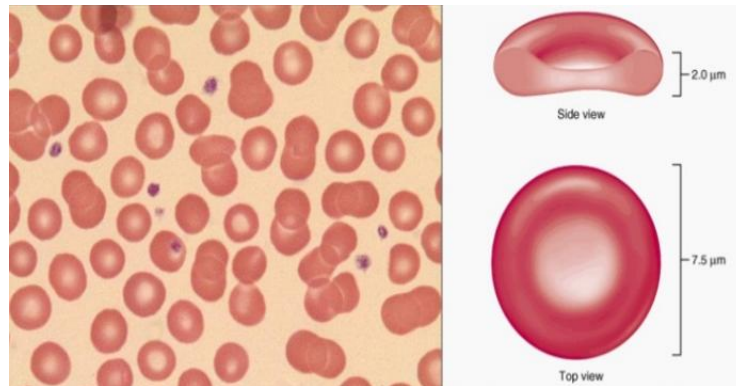
a. Plasma darah

Plasma darah adalah bagian cair dari darah yang mengandung berbagai nutrisi dan zat penting yang dibutuhkan oleh tubuh, seperti albumin, globulin, fibrinogen, hormon, elektrolit, dan faktor pembekuan darah. Komponen-komponen ini memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan asam-basa melalui sistem penyangga yang melibatkan ion hidrogen dan bikarbonat. Selain itu, plasma berfungsi sebagai medium transportasi yang mendistribusikan nutrisi, mineral, lemak, glukosa dan asam amino ke semua jaringan tubuh, sekaligus mengangkut produk limbah metabolik seperti urea dan asam urat untuk diekskresikan dari tubuh (Firani, 2018).

Plasma darah diklasifikasikan sebagai cairan ekstraseluler dengan volume sekitar lima persen dari berat badan manusia. Komposisinya terdiri dari 91-93% air, sekitar 6% protein, dan 7-9% berbagai zat organik dan anorganik seperti enzim, hormon, vitamin dan pigmen. Protein utama yang terdapat dalam plasma meliputi albumin (sekitar 57%) yang berperan dalam menjaga tekanan osmotik koloid, globulin ($\pm 40\%$) yang berfungsi dalam sistem kekebalan tubuh dan keseimbangan osmotik, serta fibrinogen ($\pm 3\%$) yang berperan dalam proses pembekuan darah melalui faktor-faktor koagulasi yang dikandungnya (Nurhayati dkk., 2022).

b. Sel-sel darah

1) Eritrosit (sel darah merah/SDM) atau *Red Blood Cell* (RBC)



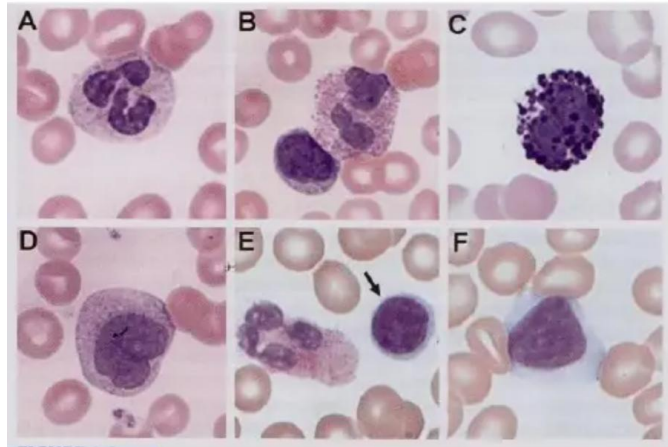
Gambar 2 Morfologi eritrosit

Sumber : Wahyu (2017)

Eritrosit atau sel darah merah merupakan komponen dalam darah yang memainkan peran penting dalam transportasi gas pernapasan. Eritrosit berbentuk seperti cakram bikonkaf, datar dan cekung di kedua sisi, tanpa inti sel, dengan diameter sekitar 7,5 mikrometer dan ketebalan rata-rata 2,0 mikrometer. Sitoplasma eritrosit mengandung hemoglobin, protein yang mengikat dan mengangkut oksigen dari paru-paru ke semua jaringan tubuh serta mengangkut karbondioksida dari jaringan kembali ke paru-paru untuk dikeluarkan melalui pernapasan (Nurhayati dkk., 2022).

Jumlah eritrosit pada orang dewasa berkisar antara 3,5 hingga 5 juta sel per milimeter kubik darah dengan usia hidup sekitar 120 hari. Selama siklus hidupnya, eritrosit tetap berada dalam sistem pembuluh darah dan tidak meninggalkannya. Pembentukan eritrosit terjadi di sumsum tulang melalui proses eritropoiesis yang dirangsang oleh eritropoiten, hormon yang diproduksi oleh ginjal untuk merangsang pematangan dan pembentukan sel darah merah (Firani, 2018).

2) Leukosit (sel darah putih/SDP) atau *white blood cell* (WBC)



Gambar 3 Morfologi leukosit

Sumber : Nurhayati dkk., (2022)

Keterangan : a) Neutrofil segmen, b) Eosinofil, c) Basofil, d) Monosit, e) Limfosit, f) Limfosit atipik)

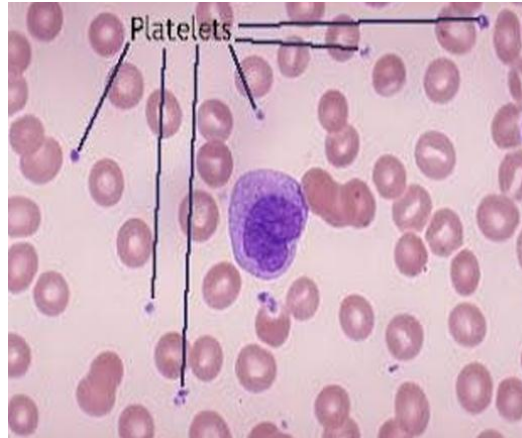
Leukosit atau sel darah putih adalah sel yang memiliki inti dan memainkan peran krusial dalam pertahanan tubuh terhadap berbagai infeksi. Berdasarkan keberadaan granula dalam sitoplasma, leukosit dibagi menjadi dua kategori utama, yaitu granulosit dan agranulosit. Granulosit mencakup neutropil, eosinopil, dan basopil, sementara agranulosit terdiri dari limfosit dan monosit. Di antara semua jenis leukosit, neutropil adalah yang paling sering ditemukan dalam darah tepi, sedangkan basopil adalah yang paling jarang. Monosit adalah yang terbesar dalam ukuran, sedangkan limfosit adalah yang terkecil (Nurhayati dkk., 2022).

Setiap tipe leukosit memiliki peran yang berbeda dalam sistem kekebalan tubuh. Neutropil melawan infeksi akut melalui proses fagositosis terhadap mikroorganisme kecil seperti bakteri dan jamur. Monosit juga memiliki kemampuan fagositik, tetapi lebih efektif dalam menghadapi partikel yang lebih besar, dan akan berkembang menjadi makrofag di jaringan tubuh. Eosinopil

berperan dalam respons imun yang bersifat kronis, seperti pada infeksi parasit, reaksi alergi, dan asma. Sedangkan limfosit berfungsi dalam sistem kekebalan yang adaptif dengan memproduksi antibodi saat terpapar antigen, dan basofil terlibat dalam reaksi alergi dan peradangan (Nurhayati dkk., 2022).

Secara umum, jumlah sel darah putih pada manusia berkisar antara 4.000 hingga 11.000 sel dalam setiap milimeter kubik darah. Komposisi sel-selnya terdiri dari neutrofil 55%, limfosit 36%, monosit 6%, eosinofil 1-2%, dan basofil 0-1%. Meskipun angkanya lebih rendah dibandingkan sel darah merah, sel darah putih memiliki peranan yang sangat penting dalam sistem imun tubuh, terutama melalui kemampuannya dalam melakukan fagositosis terhadap kuman serta dalam proses penyembuhan luka (Firani, 2018).

3) Trombosit (butir pembeku) atau platelet



Gambar 4 Trombosit

Sumber : Nurhayati dkk., (2022)

Trombosit atau yang dikenal sebagai keping darah adalah partikel sel kecil berbentuk bulat dengan ukuran sekitar 2 hingga 4 mikrometer dan tidak memiliki inti. Sel-sel ini berasal dari pemecahan sitoplasma megakariosit, yang merupakan sel besar yang ada di sumsum tulang. Setelah megakariosit mencapai kematangan,

Sebagian sitoplasmanya dilepaskan menjadi trombosit yang kemudian beredar dalam aliran darah. Jumlah trombosit yang dianggap normal berkisar antara 150.000 hingga 400.000 sel per microliter darah, dengan umur hidup sekitar 5 hingga 10 hari (Nurhayati dkk., 2022).

Trombosit memainkan peran krusial dalam hemostasis, yaitu proses pembekuan darah. Ketika terjadi kerusakan pada pembuluh darah, trombosit dengan segera menempel pada lokasi luka dan membentuk sumbat trombosit untuk menutup kebocoran. Granula yang ada di dalam trombosit mengandung berbagai faktor koagulasi yang mempercepat proses pembekuan. Trombosit yang sudah tua akan dikeluarkan dari sirkulasi darah, terutama melalui makrofag yang ada di limpa (Firani, 2018).

B. Hemoglobin

1. Definisi hemoglobin

Hemoglobin (Hb) merupakan salah satu bagian dari sel darah merah (eritrosit). Heme adalah senyawa porfirin yang sangat bergantung pada keberadaan zat besi, sedangkan globin adalah protein tetramer yang berperan dalam mengikat molekul non-protein lainnya (heme). Oleh karena itu, keberadaan hemoglobin dalam darah sangat tergantung pada asupan zat besi dan protein dari makanan sehari-hari. Jika asupan tersebut mencukupi, maka hemoglobin akan dapat melaksanakan fungsinya dalam pengangkutan oksigen di dalam tubuh (Siregar dkk., 2023). Dua transportasi yang penting adalah mengantarkan oksigen ke berbagai jaringan tubuh dan proses pengangkutan balik untuk membawa karbondioksida serta proton dari seluruh tubuh menuju saluran pernapasan untuk dibuang melalui hidung (Proverawati, 2015). Tingkat hemoglobin yang rendah dalam eritrosit akan mengurangi

kemampuan eritrosit untuk mendistribusikan oksigen ke seluruh jaringan tubuh, sehingga dapat menyebabkan anemia (Gunadi dkk., 2016).

Tingkat hemoglobin dipengaruhi oleh berbagai aspek, seperti tingkat aktivitas fisik, kebiasaan makan, waktu tidur, dan jenis kelamin. Keteraturan tidur yang buruk atau begadang bisa menurunkan tingkat hemoglobin dan berpotensi menyebabkan anemia, karena tubuh tidak dapat menjaga kestabilan fisiologisnya. Aktivitas fisik juga berkontribusi pada perubahan kadar hemoglobin. Latihan yang dilakukan dengan intensitas rendah hingga sedang dapat memengaruhi kadar hemoglobin, sedangkan aktivitas dengan intensitas sedang hingga tinggi dapat menyebabkan variasi karena adanya perubahan pada volume plasma, pH darah, dan hemolisis yang terjadi di dalam pembuluh darah. Peningkatan tingkat metabolisme saat berolahraga menghasilkan penumpukan ion hidrogen serta asam laktat yang dapat menurunkan pH darah. Saat pH menurun, kemampuan hemoglobin untuk mengikat oksigen jadi berkurang, sehingga terjadi peningkatan pengeluaran oksigen ke jaringan, terutama ke otot (Gunadi dkk., 2016).

2. Struktur hemoglobin

Hemoglobin adalah molekul protein yang rumit, terdiri dari empat rantai polipeptida yang dikenal sebagai globin, serta empat kelompok heme yang masing-masing mengandung satu atom besi. Pada orang dewasa, tipe hemoglobin yang umum (HbA) terbuat dari dua rantai alfa dan dua rantai beta yang terikat dengan cara nonkovalen. Setiap subunit memiliki struktur yang mirip dan berat molekuler sekitar 16.000 Dalton, sehingga total berat tetramer mencapai kurang lebih 64.000 Dalton. Pada bayi, jenis hemoglobin yang paling banyak ditemukan adalah HbF,

yang terdiri dari dua rantai alfa dan dua rantai gamma, sebelum akhirnya digantikan oleh HbA seiring dengan pertumbuhannya (Firdayanti dkk., 2023).

Kelompok heme dalam setiap subunit terdiri dari cincin porifirin berbentuk tetrapirrol yang berisi atom Fe^{2+} di bagian tengah. Struktur porifirin ini terdiri dari empat cincin pirol yang terhubung satu sama lain, serta memiliki rantai samping yang berupa gugus metil, venil, dan propionate. Kehadiran atom besi dalam heme memberikan kemampuan kepada hemoglobin untuk mengikat dan melepaskan molekul oksigen dan karbondioksida selama proses transportasi gas dalam darah. Heme yang ada, hemoglobin pada orang dewasa memiliki kemampuan untuk mengikat hingga empat molekul oksigen secara sekaligus. Konfigurasi tetrameric dan karakteristik pengikatan nonkovalen antar subunit inilah yang menjadikan hemoglobin sangat efisien dalam proses pertukaran gas di jaringan tubuh (Yahya, 2018).

3. Fungsi hemoglobin

Hemoglobin memainkan peran krusial dalam sirkulasi darah, khususnya dalam proses pertukaran gas antara oksigen (O_2) dan karbondioksida (CO_2) di berbagai jaringan tubuh. Oksigen yang terikat pada sel darah merah memberikan warna merah pada darah, sehingga penurunan tingkat hemoglobin umumnya berdampak langsung pada fungsi biologis tubuh. Ketika kadar hemoglobin menurun, seseorang dapat merasakan gejala seperti lemas, pusing, mudah lelah, sesak napas, dan dalam kondisi tertentu dapat berkembang menjadi anemia atau bahkan polisitemia. Oleh sebab itu, pengawasan kadar hemoglobin dan identifikasi penyebab penurunan tersebut menjadi langkah penting dalam menjaga kesehatan (Lestari, 2019).

Menurut Departemen Kesehatan Republik Indonesia dalam Lestari (2019) menjelaskan bahwa hemoglobin memiliki beberapa fungsi, yakni:

- a. Mengatur pertukaran oksigen dengan karbondioksida di jaringan tubuh.
- b. Mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan sebagai sumber energi.
- c. Membawa kembali karbondioksida hasil metabolisme ke paru-paru untuk disingkirkan.

Kadar hemoglobin sering digunakan sebagai indikator untuk menilai apakah terdapat kekurangan darah. Nilai di bawah batas normal menunjukkan adanya kondisi anemia.

4. Kadar hemoglobin

Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia tahun 2024, nilai normal kadar hemoglobin, yaitu :

Tabel 1
Nilai Normal Hemoglobin

Kelompok	Jenis Kelamin	Nilai Normal
Dewasa	Laki-laki	13,0 – 17,0 g/dL
	Perempuan	12,0 – 16,0 g/dL

5. Faktor yang memengaruhi kadar hemoglobin

Menurut Nurwidiyanti dan Afrida (dalam Nareshwari, 2024), ada berbagai macam faktor yang mempengaruhi level hemoglobin dalam tubuh seseorang, antara lain :

- a. Usia

Seiring bertambahnya usia, kemampuan tubuh untuk menghasilkan eritrosit berkembang dengan lambat. Pada individu yang lebih tua, aktivitas sumsum tulang

dalam memproduksi sel darah merah biasanya mengalami penurunan, yang menyebabkan kadar hemoglobin sering kali berada di bawah ambang normal.

b. Jenis kelamin

Pria cenderung memiliki kadar hemoglobin yang lebih tinggi dibandingkan wanita. Penyebabnya adalah karena wanita mengalami siklus menstruasi setiap bulan, yang membuat mereka lebih mungkin mengalami penurunan kadar hemoglobin.

c. Asupan zat besi

Ketersediaan zat besi dalam makanan sehari-hari memiliki pengaruh besar pada produksi hemoglobin. Makanan dengan kandungan zat besi yang tinggi sangat penting untuk proses sintesis eritrosit, sehingga membantu meningkatkan kadar hemoglobin dalam sistem peredaran darah.

d. Kelainan pada eritrosit

Eritrosit yang sehat memiliki bentuk cakram bikonkaf tanpa inti, yang mendukung kemampuan mereka dalam mengikat oksigen dan melewati kapiler yang sempit dengan mudah. Penyimpangan dalam ukuran, bentuk, atau warna eritrosit, yang dapat dilihat melalui apusan darah tepi dengan teknik pewarnaan Wright atau Romanowsky, dapat mempengaruhi efektivitas sel dalam membawa oksigen serta berkontribusi terhadap perubahan kadar hemoglobin.

e. Gaya hidup

Kebiasaan buruk seperti merokok, mengonsumsi alkohol, kurang tidur, dan minimnya aktivitas fisik dapat memberikan dampak negatif pada kadar hemoglobin. Cara hidup yang tidak sehat cenderung mengganggu fungsi fisiologis tubuh, termasuk proses pembuatan sel darah merah.

f. Riwayat penyakit

Berbagai kondisi kesehatan, seperti anemia, talasemia, leukemia, tuberkulosis memiliki hubungan erat dengan fluktuasi kadar hemoglobin.

6. Faktor yang berpengaruh pada pemeriksaan kadar hemoglobin

Selain dipengaruhi oleh kondisi fisiologis dan penyakit yang dialami individu, hasil pemeriksaan kadar hemoglobin juga dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor yang berkaitan dengan proses pemeriksaan di laboratorium. Apabila faktir-faktor tersebut tidak dikendalikan dengan baik, maka hasil pemeriksaan yang dilakukan menjadi tidak akurat.

a. Faktor pra-analitik

Faktor pra-analitik merupakan faktor yang terjadi sebelum proses pemeriksaan dilakukan dan merupakan salah satu penyebab terbesar terjadinya kesalahan dalam pemeriksaan laboratorium. Faktor ini meliputi teknik pengambilan darah, jenis tabung dan antikoagulan yang digunakan, serta cara penanganan sampel sebelum diperiksa. Penggunaan antikoagulan EDTA yang tidak tepat atau homogenisasi sampel yang kurang dapat memengaruhi hasil pemeriksaan hemoglobin. Selain itu, kesalahan pada saat pengambilan darah dapat menyebabkan hemolisis yang berdampak pada hasil pemeriksaan (Plebani, 2017).

b. Kondisi sampel darah

Kondisi sampel darah sangat menentukan keakuratan hasil pemeriksaan kadar hemoglobin. Sampel yang mengalami hemolisis dapat mengganggu proses pengukuran, khususnya pada metode pemeriksaan berbasis fotometri. Adanya gumpalan darah (clot) dalam sampel EDTA juga dapat menyebabkan Sebagian sel darah tidak terukur, sehingga hasil pemeriksaan menjadi tidak representative.

Selain itu, adanya zat interferen seperti lipemia atau kadar bilirubin yang tinggi dapat memengaruhi pembacaan hasil oleh alat pemeriksaan (Kemenkes RI, 2018).

c. Faktor analitik

Faktor analitik berkaitan langsung dengan proses pemeriksaan yang dilakukan di laboratorium, meliputi metode yang digunakan, kondisi alat, serta kualitas reagen. Pada metode cyanmethemoglobin, ketelitian dalam penggunaan pipet, waktu inkubasi, dan kesesuaian panjang gelombang pengukuran sangat memengaruhi hasil pemeriksaan. Sementara itu, pada pemeriksaan menggunakan *hematology analyzer*, ketepatan hasil dipengaruhi oleh kondisi alat, reagen yang digunakan, serta pelaksanaan kalibrasi dan quality control secara rutin. Quality control yang tidak dilakukan dengan baik dapat menyebabkan hasil pemeriksaan menjadi menyimpang.

7. Pengukuran kadar hemoglobin

Hemoglobin merupakan salah satu parameter penting dalam analisis darah rutin yang berfungsi untuk mengevaluasi kondisi kesehatan pasien. Tes ini membantu dalam mengidentifikasi masalah seperti rendahnya kadar hemoglobin yang disebut anemia, serta mengawasi perkembangan penyakit yang berkaitan dengan anemia dan polisitemia (Hoffbrand, 2020). Hemoglobin juga berfungsi sebagai salah satu indikator utama dalam proses penegakan diagnosis anemia. Rentang nilai hemoglobin normal adalah antara 12,0 – 16,0 g/dL untuk wanita dewasa dan 13,0 – 17,0 g/dL untuk pria dewasa.

Pengukuran kadar hemoglobin dapat dilakukan dengan berbagai teknik, termasuk tallquist, Sahli, Kuprsulfat, cyanmethemoglobin, impedansi listrik, serta fotometri menggunakan *hematology analyzer* (sulfoksihemoglobin). Dalam

pengukuran ini, penting untuk menjaga kestabilan sampel darah agar hasil yang didapat tidak melesat. Beberapa aspek yang perlu diperhatikan meliputi temperatur, lama penyimpanan, potensi kontaminasi, paparan cahaya dan penguapan.

C. Metode Manual Cyanmethemoglobin

Menurut Siregar dkk., (dalam Dewi, 2025) menjelaskan bahwa metode cyanmethemoglobin adalah metode pemeriksaan hemoglobin yang dianjurkan oleh ICSH (*International Committee for Standardization in Hematology*). Metode ini memiliki tingkat akurasi yang tinggi dengan tingkat ketidakpastian hasil sekitar 2%. Metode ini dianjurkan dalam penetapan kadar hemoglobin di laboratorium karena larutan standar cyanmethemoglobin bersifat stabil, mudah diperoleh, serta mampu mengukur hampir seluruh jenis hemoglobin kecuali sulfhemoglobin (Arifin dkk., 2017).

Metode ini menggunakan reagen Drabkin yang mengandung kalium ferisianida dan kalium sianida dan saat ditambahkan ke sampel darah, kalium ferisianida mengubah bentuk besi dalam hemoglobin dari ferro (Fe^{2+}) ke ferri (Fe^{3+}), sehingga menghasilkan methemoglobin (Hiru, 2018). Methemoglobin yang terbentuk kemudian bereaksi dengan kalium sianida untuk menghasilkan cyanmethemoglobin yang memiliki warna yang stabil, dimana intensitas warna tersebut sebanding dengan kadar hemoglobin dalam darah dan kemudian diukur dengan menggunakan fotometer pada panjang gelombang 540 nm.

1. Prinsip

Prinsip pemeriksaan hemoglobin metode cyanmethemoglobin melibatkan penggunaan reagen Drabkin yang mengandung kalium sianida dan kalium ferisianida, yang dicampurkan dengan darah yang sudah diberi antikoagulan

EDTA. Proses kimia yang berlangsung mengubah ion Fe dalam hemoglobin dari bentuk ferro (Fe^{2+}) menjadi bentuk ferri (Fe^{3+}) melalui interaksi ferrisianida, yang kemudian menghasilkan methemoglobin. Selanjutnya, methemoglobin bereaksi dengan kalium sianida untuk menghasilkan cyanmethemoglobin, yang memiliki warna yang stabil. Intensitas warna yang dihasilkan akan berbanding lurus dengan kadar hemoglobin dalam darah, dan pengukurannya dilakukan menggunakan fotometer pada panjang gelombang 540 nm (Susanti dkk., 2020).

2. Prosedur kerja

Pelaksanaan metode cyanmethemoglobin diawali dengan pembuatan reagen Drabkin yang mengandung kalium ferrisianida 200 mg/L, kalium sianida 50 mg/L, serta kalium dihidrogen fosfat 140 mg/L yang dilarutkan dalam air destilasi dengan pH berkisar 7,0–7,4. Sampel darah, baik berupa 20 μL darah EDTA maupun darah kapiler, kemudian dicampurkan dengan 5 mL reagen Drabkin. Campuran tersebut diinkubasi pada suhu kamar ($18\text{--}25^\circ\text{C}$) selama sedikitnya 10 menit untuk memastikan seluruh hemoglobin terkonversi sempurna. Setelah itu, nilai absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm.

3. *Quality control*

Quality Control (QC) pada peralatan laboratorium sangat penting untuk mengevaluasi kinerja alat sekaligus memastikan bahwa proses pengendalian mutu berjalan dengan efisien, sehingga hasil analisis yang dihasilkan tetap terjamin akurasinya. Implementasi QC bertujuan untuk meminimalkan kemungkinan terjadinya kesalahan dan membantu menemukan lokasi kesalahan itu terjadi. Pengendalian mutu peralatan sebaiknya dilaksanakan setiap hari dan hasilnya dicatat serta dilaporkan dalam interval tertentu, sebaiknya setiap bulan. Tujuan dari

langkah ini adalah untuk memastikan bahwa analisis yang dihasilkan oleh instrument selalu memenuhi standar, baik dari segi teknik, alat, maupun bahan kimia yang digunakan. Dengan demikian, data control yang diperoleh bisa dijadikan pedoman dalam mengevaluasi akurasi serta ketepatan kinerja alat (Nareshwari, 2024).

Adapun langkah-langkah pelaksanaan QC metode cyanmethemoglobin:

1. Persiapan alat dan reagen, yaitu menyalakan spektrofotometer, menyiapkan larutan Drabkin serta control hemoglobin.
2. Pemeriksaan reagen, dengan memastikan bahwa larutan Drabkin masih layak digunakan dan tidak mengalami perubahan warna.
3. Kalibrasi alat, menggunakan larutan Drabkin sebagai blanko pada panjang gelombang 540 nm.
4. Pengukuran control, yaitu mencampurkan control hemoglobin dengan larutan Drabkin, kemudian membaca absorbansinya setelah reaksi berlangsung.
5. Evaluasi hasil kontrol, dengan membandingkan nilai yang diperoleh dengan rentang nilai kontrol yang ditetapkan.

Apabila nilai kontrol sesuai dengan standar yang telah ditentukan, maka alat cyanmethemoglobin pada hari itu bisa dianggap beroperasi dengan baik dan siap dipakai untuk pemeriksaan. Di sisi lain, jika nilai kontrol tidak memenuhi standar yang ditetapkan meskipun telah dilakukan beberapa kali pengulangan, maka alat tersebut tidak dapat digunakan karena hasil pengukurannya dianggap tidak sah.

4. Kelebihan dan kekurangan metode cyanmethemoglobin

a. Kelebihan metode cyanmethemoglobin

1) Akurasi tinggi

Metode ini telah ditetapkan sebagai gold standar oleh organisasi Internasional, seperti *International Council for Standardization in Haematology* (ICSH) dan *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI), karena tingkat akurasi yang unggul. Teknik ini mampu mendeteksi hampir seluruh bentuk hemoglobin termasuk oksihemoglobin, deoksihemoglobin, karboksihemoglobin, serta methemoglobin dengan pengecualian pada sulfhemoglobin, sehingga hasil yang diperoleh sangat akurat.

2) Presisi sangat baik

Dengan koefisien variasi (CV) kurang dari 2%, metode ini menunjukkan tingkat reproduktibilitas yang konsisten apabila prosedur dijalankan sesuai standar yang berlaku.

3) Standarisasi internasional

Metode ini memiliki standar referensi internasional, yaitu ICSH HiCN standard, yang memungkinkan proses kalibrasi dan penyelarasan hasil antar-laboratorium di berbagai negara.

b. Kekurangan metode cyanmethemoglobin

1) Bahan kimia beracun

Metode ini melibatkan kalium sianida, yaitu zat yang sangat beracun sehingga memerlukan penanganan dengan prosedur keamanan ketat, penyimpanan khusus, serta penerapan protokol dekontaminasi yang sesuai.

2) Waktu analisis lebih lama

Proses pemeriksaan membutuhkan waktu inkubasi sekitar 10 menit agar warna dapat terbentuk sempurna, sehingga relatif lebih lambat dibandingkan metode otomatis yang mampu memberikan hasil hanya dalam hitungan detik.

3) Prosedur manual

Pelaksanaannya rentan terhadap kesalahan teknis, misalnya ketidaktepatan dalam pipet, pengenceran, maupun ketidakkonsistenan waktu inkubasi, yang dapat memengaruhi keakuratan hasil.

4) Biaya dan kompleksitas tinggi

Metode ini membutuhkan peralatan spektrofotometer yang harus dikalibrasi secara teratur, operator yang memiliki keahlian khusus, serta biaya tambahan untuk penanganan dan pembuangan limbah beracun secara aman.

D. Metode Otomatis *Hematology Analyzer Sysmex XP-100*

Hematology analyzer Sysmex XP-100 adalah salah satu alat otomatis untuk pemeriksaan hematologi yang umum digunakan di laboratorium klinik guna menganalisis darah secara rutin. Alat ini bekerja secara otomatis dengan prinsip impedansi listrik untuk penghitungan dan pengukuran ukuran sel (seperti eritrosit, leukosit, dan trombosit) serta fotometri pada panjang gelombang 525 - 555 nm untuk pengukuran hemoglobin melalui metode SLS-Hemoglobin (*Sodium Lauryl Sulfate*) non-sianida (Arini dkk., 2024).

Secara umum, Sysmex XP-100 memiliki kemampuan untuk melakukan pemeriksaan darah lengkap (*Complete Blood Count/CBC*) yang mencakup berbagai parameter seperti sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), trombosit, serta pengukuran indeks sel darah merah seperti MCV, MCH, dan MCHC. Selain

itu, pengukuran kadar hemoglobin pada Sysmex XP-100 dilakukan melalui metode non-sianida (metode SLS-Hb) yang lebih ramah lingkungan dibandingkan metode cyanmethemoglobin, karena tidak menggunakan reagen beracun seperti kalium sianida.

Dalam operasionalnya, Sysmex XP-100 termasuk alat yang mudah digunakan dengan volume sampel yang dibutuhkan cukup kecil (sekitar 20-40 μL). Proses pengukuran berlangsung secara otomatis setelah sampel dimasukkan. Pemeliharaan alat pun tidak rumit karena dilengkapi dengan program pembersihan otomatis (auto-cleaning) yang membantu mencegah penyumbatan pada aperture. Selain itu hasil analisis dari alat ini tidak hanya berupa angka, tetapi juga menampilkan histogram yang menggambarkan sebaran ukuran sel. Grafik ini membantu memberikan gambaran awal apakah ada kelainan pada bentuk atau ukuran sel darah. Hal ini menjadikan Sysmex XP-100 sangat cocok untuk digunakan di laboratorium yang menerima jumlah sampel sedang hingga tinggi, baik di rumah sakit maupun fasilitas kesehatan lainnya.

1. Prinsip

Sysmex XP-100 bekerja berdasarkan dua prinsip utama, yaitu metode impedansi listrik untuk menghitung sel darah dan metode SLS-Hb untuk mengukur kadar hemoglobin. Dalam pemeriksaan sel darah, alat ini mengalirkan darah melalui lubang kecil yang dialiri arus listrik. Ketika sel lewat, aliran listrik akan sedikit terhambat. Setiap hambatan yang muncul dihitung sebagai satu sel, sedangkan besar kecilnya hambatan menunjukkan ukuran sel tersebut. Dengan cara ini, alat dapat mengetahui jumlah eritrosit, leukosit, dan trombosit secara cepat dan akurat.

Untuk pemeriksaan hemoglobin, XP-100 menggunakan reagen bernama *Sodium Lauryl Sulfate* (SLS). Zat ini memecah sel darah merah, lalu bereaksi dengan hemoglobin sehingga membentuk senyawa berwarna stabil. Warna tersebut kemudian diukur oleh alat menggunakan metode fotometri. Semakin kuat warnanya, semakin tinggi kadar hemoglobin dalam sampel darah.

2. Prosedur kerja

- a. Tekan tombol (Sample No.) pada layer untuk memasukkan nomor identitas pasien.
- b. Homogenkan sampel darah pasien dengan baik dengan membolak-balik tabung sampel.
- c. Buka tutup tabung dan tekan tombol start untuk memulai proses penghisapan sampel.
- d. Setelah terdengar bunyi *beep* dua kali, alat akan mulai menganalisis sampel.
- e. Setelah bunyi *beep* kedua, pindahkan sampel dari bawah, kemudian tunggu hasil pengukuran tampil di layer.

3. *Quality control*

Kontrol kualitas (*Quality Control/QC*) adalah suatu prosedur yang dilaksanakan untuk mengevaluasi pelaksanaan pengujian demi memastikan bahwa system mutu berfungsi dengan baik. Melalui QC, hasil uji laboratorium bisa dikonfirmasi, penyimpangan dapat dikenali sekaligus diminimalkan, serta sumber terjadinya kelainan dapat diidentifikasi (Nareshwari, 2024). Kualitas dari hasil laboratorium pada dasarnya menunjukkan kualitas pelayanan yang diberikan, yang dinilai melalui proses audit sebagai bagian dari kegiatan penilaian dan perbaikan kinerja. Audit ini bertujuan untuk meningkatkan kinerja laboratorium sekaligus

memastikan penggunaan sumber daya dilakukan dengan efisien. Standar pelayanan laboratorium ditentukan melalui penilaian menyeluruh terhadap hasil pemeriksaan, dan salah satu elemen penting penentunya adalah kualitas dari parameter analisis yang dilakukan (Purnama, 2021).

Langkah-langkah pelaksanaan QC alat *hematology analyzer* Sysmex XP-100, yaitu:

- a. Melakukan *cleansing* alat melalui program komputer.
- b. Melakukan *restart* alat.
- c. Menyiapkan reagen kontrol dengan nilai tinggi.
- d. Mengukur sampel menggunakan reagen kontrol tersebut.
- e. Mencatat hasil dan menginterpretasikannya menggunakan Westgard Rules.

Hasil pengukuran control inilah yang akan menentukan kinerja alat layak digunakan untuk pemeriksaan lebih lanjut atau tidak, berdasarkan kesesuaian nilai kontrol yang diperoleh.

4. Kelebihan dan kekurangan *hematology analyzer* Sysmex XP-100

- a. Kelebihan metode Sysmex XP-100

- 1) Kecepatan dan efisiensi tinggi

Alat ini mampu memproses hingga 60 sampel per jam hanya dengan volume darah minimal 20 - 40 μL , sehingga dapat meningkatkan efisiensi kerja laboratorium.

- 2) Teknologi canggih

Menggunakan prinsip impedansi listrik untuk perhitungan sel darah dan metode non-sianida SLS-Hb untuk pengukuran hemoglobin, sehingga hasil pemeriksaan cukup akurat dan konsisten.

3) Kemudahan pengoperasian

Dilengkapi sistem pengoperasian yang sederhana serta fitur *auto-cleaning*, sehingga mudah digunakan dan mengurangi kesalahan operator.

4) Kualitas hasil terjamin

Dilengkapi sistem *quality control* internal yang membantu menjaga konsistensi dan keandalan hasil pemeriksaan.

b. Kekurangan metode Sysmex XP-100

1) Biaya awal tinggi

Pengadaan alat beserta instalasinya membutuhkan investasi yang cukup besar.

2) Ketergantungan pada suplai listrik

Mebutuhkan aliran listrik yang stabil dan berkesinambungan, karena pemadaman berisiko menyebabkan gangguan fungsi alat.

3) Kapasitas sampel terbatas

Sysmex XP-100 memiliki kapasitas pemeriksaan yang terbatas karena proses analisis dilakukan secara satu per satu, sehingga kurang efisien untuk laboratorium dengan volume sampel tinggi dan lebih sesuai digunakan pada laboratorium beban kerja rendah.

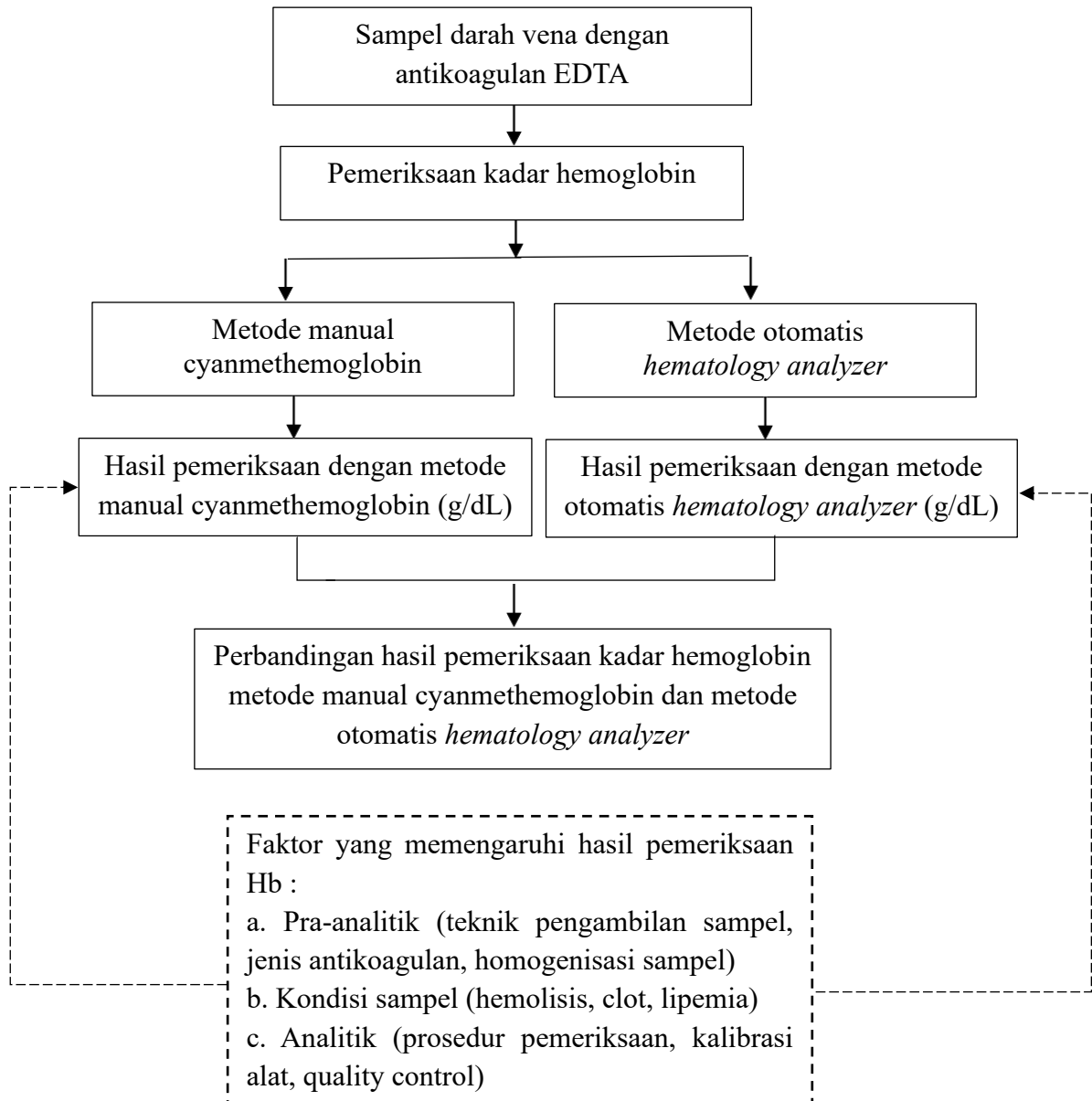
4) Perawatan rutin yang rumit

Mebutuhkan perawatan berkala tertentu yang memerlukan teknisi bersertifikat, sehingga dapat menambah biaya operasional.

BAB III

KERANGKA KONSEP

A. Kerangka Konsep



Gambar 5 Kerangka konsep

Keterangan :

: Diteliti

: Tidak diteliti

Penelitian ini menggunakan pendekatan komparatif dengan tujuan membandingkan hasil antara dua metode pemeriksaan hemoglobin, yaitu metode manual cyanmethemoglobin dan metode otomatis *hematology analyzer*. Kerangka konsep penelitian disusun berdasarkan paradigma bahwa metode manual cyanmethemoglobin telah lama digunakan dan diakui sebagai *gold standar* dalam pemeriksaan kadar hemoglobin, sehingga hasil pemeriksaan metode tersebut dibandingkan dengan hasil pemeriksaan menggunakan metode otomatis *hematology analyzer*. Faktor pra-analitik, kondisi sampel, dan analitik diketahui dapat memengaruhi hasil pemeriksaan kadar hemoglobin, sehingga faktor-faktor tersebut dikendalikan dalam penelitian ini namun tidak dianalisis sebagai variabel penelitian.

B. Variabel Dan Definisi Operasional

1. Variabel penelitian

Variabel penelitian merupakan segala sesuatu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dikaji guna memperoleh informasi yang relevan, yang selanjutnya dapat digunakan sebagai dasar dalam menarik kesimpulan. Terdapat berbagai jenis variabel dalam penelitian, di antaranya variabel bebas, variabel terikat, variabel pengganggu, serta variabel kontrol. Pemilihan jenis variabel yang digunakan bergantung pada tujuan serta kebutuhan penelitian yang sedang dilakukan (Sugiyono, 2021).

a. Variabel bebas

Variabel bebas, yang dalam literatur juga dikenal sebagai variabel stimulus, prediktor, atau antecedent, dalam bahasa Indonesia disebut variabel bebas

(Sugiyono, 2021). Variabel ini merupakan faktor yang memengaruhi atau menjadi penyebab munculnya perubahan pada variabel terikat.

Variabel bebas dari penelitian ini yaitu metode pemeriksaan hemoglobin, yang terdiri dari metode manual cyanmethemoglobin dan metode otomatis *hematology analyzer*.

b. Variabel terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang keberadaannya dipengaruhi atau menjadi konsekuensi dari adanya variabel bebas. Variabel ini umumnya bersifat dinamis, artinya nilainya dapat berubah sesuai dengan perubahan pada variabel bebas. Apabila variabel bebas diberikan perlakuan tertentu, maka variabel terikat akan menunjukkan perubahan. Sebaliknya, jika variabel bebas tidak mengalami perlakuan, maka variabel terikat cenderung tetap atau tidak mengalami perubahan (Sugiyono, 2021).

Variabel terikat pada penelitian ini yaitu hasil pemeriksaan kadar hemoglobin (g/dL) yang diperoleh dari kedua metode.

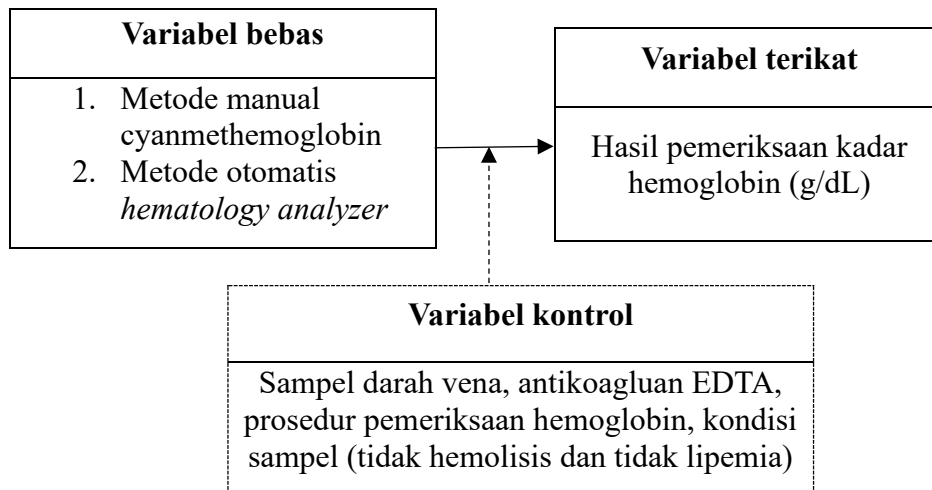
c. Variabel kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan atau dijaga tetap selama penelitian agar tidak memengaruhi hubungan antara variabel independen dan variabel dependen. Pengendalian variabel ini bertujuan untuk memastikan bahwa perubahan yang terjadi pada variabel dependen benar-benar disebabkan oleh variabel independen, sehingga hasil penelitian menjadi lebih valid dan dapat dipercaya (Sugiyono, 2021).

Dalam penelitian ini, variabel kontrol meliputi jenis sampel yang digunakan yaitu darah vena, penggunaan antikoagulan EDTA, prosedur pemeriksaan

hemoglobin, serta kondisi sampel yang dijaga agar tidak mengalami hemolisis dan tidak dalam keadaan lipemia. Pengendalian variabel-variabel tersebut dilakukan untuk meminimalkan pengaruh faktor lain terhadap hasil pemeriksaan kadar hemoglobin.

d. Hubungan antar variabel



Gambar 6 Hubungan antar variabel

Keterangan :

- : Diteliti
- : Tidak diteliti

2. Definisi operasional

Menurut Sugiyono (dalam Nareshwari, 2024), definisi operasional variabel merupakan penjelasan yang diberikan terhadap suatu variabel dengan cara menetapkan makna, merinci aktivitas, atau menentukan prosedur yang diperlukan untuk melakukan pengukuran terhadap variabel tersebut. Dengan adanya definisi operasional, setiap variabel dalam penelitian dapat diukur secara jelas sehingga proses pengumpulan data dan analisis hasil dapat dilakukan secara konsisten tanpa menimbulkan bias.

Tabel 2
Definisi Operasional

No	Variabel Penelitian	Definisi	Cara Pengukuran	Skala
1	Kadar hemoglobin dengan metode manual cyanmethemoglobin	Kadar hemoglobin dalam darah yang diukur menggunakan metode kolorimetri fotoelektrik berdasarkan pembentukan senyawa cyanmethemoglobin dari sampel darah EDTA. Hasil pemeriksaan dinyatakan dalam satuan g/dL. Nilai rujukan kadar hemoglobin menurut Kemenkes (2024) yaitu : Laki-laki 13,0 – 17,0 g/dL dan Perempuan 12,0 – 16,0 g/dL.	Pemeriksaan dilakukan dengan mencampurkan darah EDTA dengan reagen Drabkin, kemudian diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm.	Rasio
2	Kadar hemoglobin dengan metode otomatis <i>hematology analyzer</i>	Kadar hemoglobin dalam darah yang diukur secara otomatis menggunakan metode <i>hematology analyzer</i> pada sampel darah EDTA berdasarkan prinsip spektrofotometri. Hasil pemeriksaan dinyatakan dalam satuan g/dL. Nilai rujukan kadar hemoglobin menurut Kemenkes (2024) yaitu : Laki-laki 13,0 – 17,0 g/dL dan Perempuan 12,0 – 16,0 g/dL.	Pemeriksaan dilakukan secara otomatis menggunakan alat <i>hematology analyzer</i> , dengan prinsip pengukuran absorbansi hemoglobin pada panjang gelombang 525-555 nm.	Rasio

C. Hipotesis

Hipotesis adalah dugaan awal yang disusun peneliti dan masih memerlukan pengujian lebih lanjut (Anggreni, 2022). Hipotesis dalam penelitian ini, yaitu :

H₁ : Terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pemeriksaan kadar hemoglobin menggunakan metode manual cyanmethemoglobin dengan metode otomatis *hematology analyzer*.

BAB IV

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

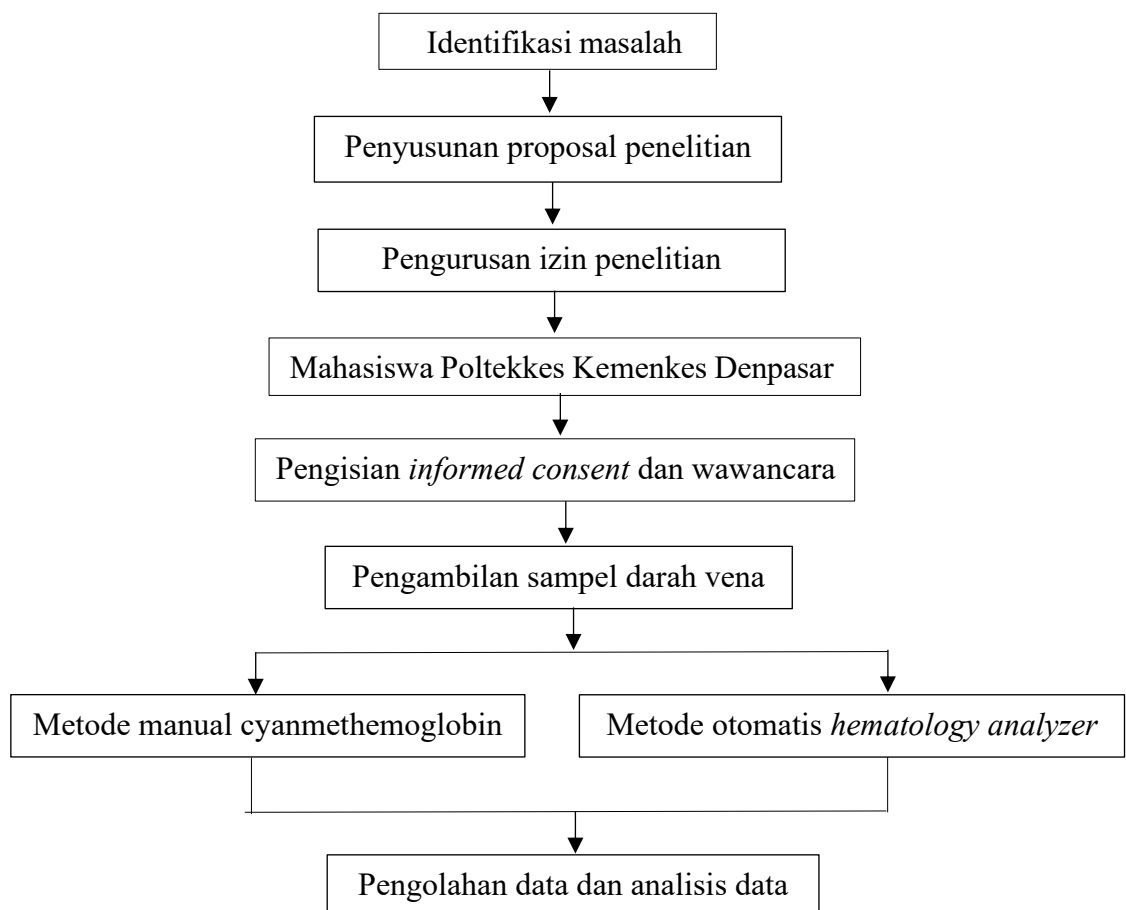
Jenis penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah penelitian deskriptif komparatif dengan pendekatan kuantitatif. Pemilihan jenis penelitian ini didasarkan pada tujuan untuk menggambarkan sekaligus membandingkan hasil pengukuran kadar hemoglobin dengan dua teknik yang berbeda, yaitu metode manual cyanmethemoglobin dan metode otomatis menggunakan *hematology analyzer*. Penelitian deskriptif digunakan untuk memberikan gambaran hasil pemeriksaan dari masing-masing metode, sedangkan pendekatan komparatif digunakan untuk menilai adanya perbedaan hasil pemeriksaan antara kedua metode tersebut.

Penelitian ini termasuk kuantitatif karena data yang dikumpulkan berupa angka hasil pengukuran hemoglobin, kemudian dianalisis secara statistik untuk melihat perbedaan, hubungan, dan konsistensi hasil antar metode sesuai standar pemeriksaan hematologi yang berlaku. Analisis data diawali dengan uji normalitas *Shapiro-Wilk* untuk mengetahui apakah data hasil pemeriksaan kadar hemoglobin dari masing-masing metode berdistribusi normal. Selain itu, dilakukan pula uji homogenitas *Levene T-Test* untuk menilai kesamaan varians antar kelompok data yang akan dibandingkan. Selanjutnya, apabila data berdistribusi normal, maka dilakukan uji statistik *Independent T-Test* untuk membandingkan hasil pemeriksaan kadar hemoglobin antara metode manual cyanmethemoglobin dan metode otomatis *hematology analyzer*. Namun, apabila data tidak berdistribusi normal, maka digunakan uji statistik non-parametrik Mann-Whitney U Test sebagai alternatif

untuk mengetahui perbedaan hasil pemeriksaan kadar hemoglobin antara kedua metode tersebut.

Hal tersebut sejalan dengan penjelasan Sugiyono (2021), bahwa penelitian deskriptif bertujuan menggambarkan suatu variabel atau kondisi sebagaimana adanya, sedangkan penelitian komparatif digunakan untuk membandingkan variabel yang sama pada dua atau lebih kelompok. Menurut Sugiyono (2021) juga menegaskan bahwa pendekatan kuantitatif menggunakan data numerik dan analisis statistik untuk menjelaskan serta menguji dugaan secara objektif melalui proses pengukuran yang sistematis.

B. Alur Penelitian



Gambar 7 Alur penelitian

C. Tempat Dan Waktu Penelitian

1. Tempat penelitian

Tempat penelitian adalah tempat atau lokasi dimana proses meneliti dilakukan untuk hasil dari permasalahan. Tempat pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan di Poltekkes Kemenkes Denpasar, Kecamatan Denpasar Selatan dan tempat pemeriksaan sampel metode cyanmethemoglobin dan metode *hematology analyzer* di Laboratorium Poltekkes Kemenkes Denpasar.

2. Waktu penelitian

Waktu penelitian adalah waktu atau masa yang diperlukan peneliti untuk melakukan kegiatan penelitian dimulai dari pengajuan penelitian hingga laporan hasil. Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2025 hingga Mei 2026.

D. Populasi Dan Sampel Penelitian

1. Populasi penelitian

Populasi adalah keseluruhan entitas atau individu yang memiliki karakteristik tertentu sesuai dengan kriteria yang ditetapkan oleh peneliti. Keberadaan populasi menjadi dasar dalam penelitian karena digunakan sebagai objek kajian untuk memperoleh data, yang selanjutnya dianalisis guna menghasilkan kesimpulan yang relevan dan sesuai dengan tujuan penelitian (Sugiyono, 2021). Populasi dalam penelitian ini adalah mahasiswa aktif Prodi Sarjana Terapan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis semester VIII kelas A Poltekkes Kemenkes Denpasar sejumlah 48 orang.

2. Sampel penelitian

a. Unit analisis

Unit analisis merupakan objek yang menjadi sasaran utama dalam penelitian dan dapat berupa individu, benda, atau kelompok sesuai dengan tujuan penelitian. Dalam penelitian ini, setiap sampel darah dari responden diperiksa menggunakan dua metode yang berbeda, yaitu metode manual cyanmethemoglobin dan metode otomatis *hematology analyzer*. Unit analisis penelitian ini berupa nilai kadar hemoglobin yang dihasilkan dari kedua metode pemeriksaan tersebut. Selanjutnya, hasil pengukuran kadar hemoglobin tersebut dibandingkan untuk mengetahui perbedaan hasil serta tingkat kesesuaian antar metode pemeriksaan.

b. Kriteria sampel

1) Kriteria inklusi

Kriteria inklusi adalah syarat yang harus dipenuhi oleh subjek atau sampel agar dapat dimasukkan ke dalam penelitian.

- a) Mahasiswa aktif Prodi Sarjana Terapan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis semester VIII kelas A Poltekkes Kemenkes Denpasar yang berada dalam kondisi sehat.
- b) Bersedia menjadi responden dan menandatangani *informed consent*.
- c) Sampel berupa darah vena yang ditampung dalam tabung EDTA.

2) Kriteria eksklusi

Kriteria eksklusi adalah kondisi tertentu yang menyebabkan subjek atau sampel tidak diikutsertakan dalam penelitian, meskipun termasuk populasi.

- a) Sampel darah mengalami hemolisis.
- b) Sampel darah terdapat bekuan (clot).

c) Volume sampel darah tidak mencukupi untuk pemeriksaan dengan kedua metode.

d) Responden mengundurkan diri dari penelitian.

c. Jumlah dan besar sampel

Dalam penelitian ini jumlah dan besar sampel dihitung menggunakan rumus Federer, yaitu :

$$(t - 1)(n - 1) \geq 15$$

Keterangan :

t = jumlah perlakuan/kelompok

n = jumlah sampel minimal

Pada penelitian ini terdapat dua perlakuan, yaitu pemeriksaan kadar hemoglobin metode manual cyanmethemoglobin dan metode otomatis *hematology analyzer*. Dengan demikian, jumlah perlakuan (t) dalam penelitian ini adalah 2.

$$(2 - 1)(n - 1) \geq 15$$

$$1 \times (n - 1) \geq 15$$

$$n - 1 \geq 15$$

$$n \geq 16$$

Jadi, jumlah minimal sampel pada setiap perlakuan adalah 16 sampel sehingga jumlah minimal total sampel adalah 32 sampel.

d. Teknik pengambilan sampel

Teknik pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan *non-probability sampling* dengan metode *purposive sampling*. Pemilihan sampel dalam penelitian ini dilakukan dengan menetapkan kriteria tertentu tanpa menggunakan proses pengacakan (Anggreni, 2022). Subjek penelitian adalah mahasiswa aktif

Prodi Sarjana Terapan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis semester VIII kelas A Poltekkes Kemenkes Denpasar yang telah memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi yang ditentukan oleh peneliti. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini berupa darah vena yang kemudian dimasukkan ke dalam tabung EDTA dan dilakukan pemeriksaan kadar hemoglobin menggunakan dua metode, yaitu metode manual cyanmethemoglobin dan metode otomatis *hematology analyzer*.

E. Jenis Dan Teknik Pengumpulan Data

1. Jenis pengumpulan data

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data primer, yaitu data yang diperoleh secara langsung oleh peneliti dari sumber pertama. Dengan demikian, informasi yang dikumpulkan berasal langsung dari objek penelitian tanpa melalui perantara (Sugiyono, 2021). Adapun data primer yang dimaksud meliputi:

- a. Hasil pemeriksaan kadar hemoglobin menggunakan metode manual cyanmethemoglobin.
- b. Hasil pemeriksaan kadar hemoglobin menggunakan metode otomatis *hematology analyzer*.

2. Teknik pengumpulan data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan. Peneliti terlebih dahulu melakukan wawancara kepada responden mengenai tujuan, manfaat, dan prosedur penelitian. Responden yang menyatakan kesediaannya untuk berpartisipasi diminta menandatangani lembar persetujuan (*informed consent*) sebagai bentuk persetujuan mengikuti penelitian. Pengumpulan data dilakukan melalui pengambilan sampel darah vena dari setiap responden menggunakan tabung EDTA. Sampel darah yang diperoleh dari setiap responden

kemudian diperiksa kadar hemoglobinnnya dengan metode manual cyanmethemoglobin dan metode otomatis *hematology analyzer*.

3. Instrumen pengumpulan data

Instrumen pengumpulan data merupakan sarana yang digunakan peneliti untuk memperoleh data dan informasi yang diperlukan dalam suatu penelitian. Dalam penelitian pemeriksaan kadar hemoglobin, instrument yang digunakan antara lain: alat tulis, lembar permohonan menjadi responden, lembar persetujuan atau *informed consent*, serta kamera digital yang digunakan untuk mendokumentasikan kegiatan.

4. Prosedur kerja

Prosedur kerja yang dilakukan untuk mendapatkan sampel penelitian, meliputi proses pra-analitik, analitik dan pasca analitik.

a. Tahap pra-analitik

1) Konfirmasi persetujuan responden

Mengisi *informed consent* : nama responden, jenis kelamin, usia, dan jam pengambilan sampel.

2) Persiapan alat dan bahan

a) Alat : spektrofotometer, *hematology analyzer* Sysmex XP-100, hand gloves, tourniquet, kapas alkohol 70%, kapas kering, jarum *vacutainer*, holder, tabung EDTA, plaster penutup luka, pipet tetes 5ml, yellow tip, blue tip, mikropipet, tabung reaksi.

b) Bahan : reagen Drabkin dan sampel darah vena tabung EDTA.

- 3) Pengambilan sampel
 - a) Dicuci tangan dengan sabun, keringkan dengan handuk atau tisu dan gunakan sarung tangan (hand gloves).
 - b) Disiapkan alat dan bahan yang digunakan.
 - c) Diidentifikasi pasien dengan jelas, berikan informasi dan intruksi tindakan yang akan dilakukan. Dipastikan lokasi vena yang akan diambil, usahakan pada vena mediana cubiti.
 - d) Dilakukan pendekatan pasien dengan tenang. Minta pasien untuk meluruskan tangannya dan kepalkan.
 - e) Kemudian, dipasang tourniquet kira-kira 3-5 cm dari lipatan siku.
 - f) Dibersihkan kulit pada bagian yang akan diambil dengan kapas alkohol 70% secara melingkar dari bagian dalam ke luar dan dibiarkan mengering.
 - g) Jarum *vacutainer* dipasang pada holder, kemudian ditusuk bagian vena dengan posisi lubang jarum menghadap keatas. Ditusuk dengan sudut 15-30°.
 - h) Jika prosedur berhasil, darah akan terlihat masuk ke dalam ujung jarum, dan masukkan tabung EDTA ke dalam holder hingga darah mengalir secara otomatis ke dalam tabung sesuai volume yang diperlukan.
 - i) Setelah darah terkumpul cukup, tourniquet dilepas dan tabung dikeluarkan dari holder, kemudian bekas tusukan ditekan menggunakan kapas kering dan dipasang plester.
 - j) Tabung EDTA segera dihomogenkan sebanyak 8-10 kali untuk mencampur darah dengan antikoagulan.
 - k) Sampel diberi label identitas / kode.

b. Tahap analitik

1) Prosedur kerja penggunaan alat cyanmethemoglobin :

- a) Di pipet 5 ml larutan Drabkin, lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi.
- b) Di pipet darah sampai tanda 20 uL.
- c) Hapus kelebihan darah yang melekat disebelah luar ujung pipet dengan tissue.
- d) Kemudian di masukkan ke dasar tabung yang telah berisi larutan Drabkin.
- e) Angkat pipet dari dasar tabung dan keluarkan cairan Drabkin 2-3 kali.
- f) Campur sampai homogen antara darah dan reagen.
- g) Di inkubasi selama 5 menit.
- h) Di baca pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 540 nm faktor 36,77.

2) Prosedur kerja penggunaan alat *hematology analyzer*:

- a) Pastikan alat dalam kondisi ready dan open mode.
- b) Masukkan kode sampel di bagian spesimen ID.
- c) Pastikan sudah terpilih test CBC (Complete Blood Cell).
- d) Homogenkan tabung EDTA kemudian buka tutup tabung, letakan dibawah probe open mode.
- e) Tekan touch plate.
- f) Tunggu alat selesai menghisap sampel.
- g) Hasil akan terlihat pada layar monitor.

c. Tahap pasca analitik

Hasil pemeriksaan kadar hemoglobin dicatat dan diinterpretasikan untuk mengetahui hasil rendah, normal atau tinggi.

- a) Laki-laki : 13,0 – 17,0 g/dL

b) Wanita : 12,0 – 16,0 g/dL

F. Pengolahan Dan Analisis Data

1. Pengolahan data

Pengolahan data merupakan rangkaian prosedur yang mengubah data mentah menjadi informasi yang lebih bermakna dan mudah dipahami. Proses ini bertujuan memberikan makna pada data yang telah dikumpulkan sehingga dapat ditarik kesimpulan yang tepat serta memungkinkan dilakukannya analisis secara lebih mendalam (Adiputra dkk., 2021). Tahapan pengolahan data meliputi :

- a. Editing, yaitu proses meninjau, memeriksa, dan memastikan kesesuaian data dengan tujuan penelitian.
- b. Coding, yakni pemberian kode oleh peneliti utama pada data yang telah diperoleh untuk memudahkan pengelompokan.
- c. Entry, yaitu tahap memasukkan data ke dalam program atau perangkat lunak untuk dianalisis.
- d. Cleansing, yaitu proses pembersihan data guna memastikan tidak terdapat kesalahan dan data yang digunakan sudah benar serta akurat.

2. Analisis data

Analisis univariat merupakan teknik analisis yang dilakukan untuk menggambarkan setiap variabel penelitian secara terpisah. Setelah data dikumpulkan, analisis dilakukan menggunakan statistik deskriptif untuk menyajikan data dalam bentuk tabulasi. Seluruh data dimasukkan dan diolah secara statistik deskriptif untuk menggambarkan distribusi hasil pemeriksaan kadar hemoglobin (Hb) menggunakan metode manual cyanmethemoglobin dan metode

otomatis *hematology analyzer* secara sistematis (Notoatmodjo, 2018). Analisis data univariat dalam penelitian ini dilakukan dengan bantuan program SPSS.

Sebelum dilakukan analisis bivariat, terlebih dahulu dilakukan uji normalitas data menggunakan uji *Shapiro-Wilk* untuk mengetahui apakah data hasil pemeriksaan kadar hemoglobin berdistribusi normal atau tidak. Uji *Shapiro-Wilk* digunakan karena jumlah sampel dalam penelitian ini kurang dari 50. Selain itu, dilakukan pula uji homogenitas *Levene T-Test* untuk menilai kesamaan varians antar kelompok data yang akan dibandingkan.

Tahap selanjutnya adalah melakukan analisis bivariat untuk mengetahui perbedaan hasil pemeriksaan kadar hemoglobin antara metode manual cyanmethemoglobin dan metode otomatis *hematology analyzer*. Analisis bivariat merupakan metode analisis yang digunakan untuk mengevaluasi hubungan atau perbedaan antara dua variabel dalam suatu penelitian (Notoatmodjo, 2018).

Apabila hasil uji normalitas menunjukkan data berdistribusi normal dan hasil uji homogenitas menunjukkan varians yang homogen, maka analisis bivariat dilakukan menggunakan uji *Independent T-Test*. Namun, apabila data tidak berdistribusi normal, maka digunakan uji Mann-Whitney U Test. Seluruh proses analisis data dilakukan dengan bantuan program SPSS versi 21, dengan hipotesis statistik sebagai berikut :

H_1 : Terdapat perbedaan hasil pemeriksaan kadar hemoglobin antara metode manual cyanmethemoglobin dengan metode otomatis *hematology analyzer*.

H_0 : Tidak terdapat perbedaan hasil pemeriksaan kadar hemoglobin antara metode manual cyanmethemoglobin dengan metode otomatis *hematology analyzer*.

Kriteria pengujian statistik ditetapkan berdasarkan nilai p-value. Apabila nilai $p\text{-value} < \alpha (0,05)$, maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, yang menunjukkan adanya perbedaan hasil pemeriksaan kadar hemoglobin antara kedua metode. Sebaliknya, apabila nilai $p\text{-value} \geq \alpha (0,05)$, maka H_0 diterima dan H_1 ditolak, yang menunjukkan tidak terdapat perbedaan hasil pemeriksaan kadar hemoglobin antara metode manual cyanmethemoglobin dan metode otomatis.

G. Etika Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini berpedoman pada Pedoman dan Standar Etik Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Nasional dari Komite Etik Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Nasional Kementerian Kesehatan RI Tahun 2021. Seluruh proses penelitian dijalankan dengan memperhatikan tiga prinsip utama etika penelitian, yaitu menghargai partisipan, mengutamakan manfaat, dan menjunjung asas keadilan.

1. Persetujuan partisipan (*informed consent*)

Sebelum mengikuti penelitian, setiap partisipan diberikan penjelasan yang jelas mengenai tujuan penelitian, tahapan pemeriksaan, serta manfaat dan kemungkinan ketidaknyamanan yang mungkin dirasakan saat pengambilan darah. Keikutsertaan bersifat sukarela dan partisipan diminta menandatangani persetujuan setelah memahami informasi yang diberikan. Partisipan juga bebas menghentikan keikutsertaan kapan pun tanpa konsekuensi apa pun.

2. Kerahasiaan dan privasi data

Untuk menjaga privasi, identitas partisipan tidak dicantumkan dalam data penelitian. Setiap sampel diberi kode, dan seluruh informasi hanya dipakai untuk

kebutuhan penelitian ini. Data tidak akan dibagikan kepada pihak lain tanpa izin partisipan.

3. Menjaga keamanan partisipan (*beneficence*)

Peneliti memastikan proses pengambilan sampel darah dilakukan sesuai prosedur keselamatan dan standar praktik laboratorium yang benar. Risiko yang mungkin muncul diusahakan seminimal mungkin. Jika ditemukan hasil pemeriksaan yang perlu diperhatikan, partisipan akan diberi informasi dengan cara yang tepat.

4. Keadilan dalam pemilihan partisipan (*justice*)

Pemilihan partisipan dilakukan secara adil dan tidak membedakan siapa pun. Selama memenuhi kriteria inklusi, setiap calon partisipan memiliki kesempatan yang sama untuk ikut serta dalam penelitian.

5. Perizinan penelitian

Penelitian ini hanya dilakukan setelah mendapatkan persetujuan dari lembaga yang berwenang dan izin dari institusi pendidikan tempat peneliti berasal.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Lokasi penelitian

Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Denpasar merupakan salah satu institusi pendidikan tinggi yang bergerak di bidang kesehatan dan berada di bawah naungan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Perguruan tinggi ini resmi berdiri pada tanggal 16 April 2001. Poltekkes Kemenkes Denpasar menyelenggarakan pendidikan pada berbagai jenjang, mulai dari program Diploma III hingga program profesi, dengan enam jurusan yang meliputi Keperawatan, Kebidanan, Kesehatan Gigi, Gizi, Kesehatan Lingkungan, serta Teknologi Laboratorium Medis (Poltekkes Kemenkes Denpasar).

Jurusan Teknologi Laboratorium Medis berlokasi di Jalan Sanitasi No. 1, Kelurahan Sidakarya, Kecamatan Denpasar Selatan, Provinsi Bali. Penyelenggaraan Program Studi Diploma III di bidang Teknologi Laboratorium Medis pada Poltekkes Kemenkes Denpasar dimulai pada tanggal 22 Januari 2009. Pada perkembangan selanjutnya, tepatnya tanggal 17 Juli 2019, terjadi perubahan nomenklatur program studi dari Program Studi Diploma III Analisis Kesehatan menjadi Program Studi Teknologi Laboratorium Medis.

Perubahan nama tersebut ditetapkan melalui Keputusan Menteri Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia Nomor 584/KPT/I/2019. Tidak lama setelah itu, melalui Keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 34/M/2020 yang ditetapkan pada tanggal 8 Januari

2020, program studi tersebut memperoleh izin untuk menyelenggarakan Program Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis. Sejak tahun akademik 2020/2021, Jurusan Teknologi Laboratorium Medis di Poltekkes Kemenkes Denpasar kemudian menyelenggarakan dua jenjang pendidikan, yaitu program Diploma III dan program Sarjana Terapan (Poltekkes Kemenkes Denpasar).

2. Hasil analisis penelitian

a. Hasil pemeriksaan sampel

Dalam penelitian ini, pemeriksaan kadar hemoglobin dilakukan pada mahasiswa yang dijadikan sebagai subjek penelitian untuk memperoleh gambaran mengenai kinerja dua metode pemeriksaan yang digunakan. Analisis dilakukan terhadap sampel darah yang menggunakan antikoagulan EDTA dengan menerapkan dua metode yang berbeda, yaitu metode manual cyanmethemoglobin dan metode otomatis *hematology analyzer*.

Sampel darah yang dianalisis berasal dari mahasiswa yang telah memenuhi kriteria inklusi yang ditetapkan dalam penelitian serta menyatakan kesediaannya untuk menjadi responden. Setelah proses pemeriksaan selesai dilakukan, hasil pengukuran kadar hemoglobin dari masing-masing metode kemudian dicatat dan disajikan dalam bentuk tabel. Penyajian data tersebut juga dilengkapi dengan nilai rata-rata kadar hemoglobin yang diperoleh dari kedua metode pemeriksaan, sehingga memudahkan dalam melihat perbandingan hasil yang dihasilkan.

Tabel 3

Kadar Hemoglobin Metode Cyanmethemoglobin dan *Hematology Analyzer*

Metode Pemeriksaan	Rata-rata	Standar Deviasi	Nilai Minimum	Nilai Maksimum
Cyanmethemoglobin	12,6	1,1271	10,7	15,8

Metode Pemeriksaan	Rata-rata	Standar Deviasi	Nilai Minimum	Nilai Maksimum
<i>Hematology analyzer</i>	13,2	1,1870	11,3	16,2

Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan hasil pemeriksaan kadar hemoglobin antara metode manual cyanmethemoglobin dan metode otomatis hematology analyzer dengan sampel darah EDTA. Berdasarkan data pada tabel, pemeriksaan dengan metode cyanmethemoglobin menunjukkan nilai rata-rata sebesar 12,6 g/dL dengan standar deviasi 1,1271 g/dL, serta rentang nilai antara 10,7 g/dL hingga 15,8 g/dL.

Di sisi lain, hasil pemeriksaan menggunakan hematology analyzer diperoleh rata-rata sebesar 13,2 g/dL dengan standar deviasi 1,1870 g/dL, dengan nilai terendah 11,3 g/dL dan tertinggi 16,2 g/dL. Berdasarkan perbandingan nilai rata-rata tersebut, terlihat bahwa hasil pemeriksaan menggunakan alat *hematology analyzer* cenderung lebih tinggi dibandingkan metode cyanmethemoglobin. Selanjutnya, perbedaan hasil dari kedua metode tersebut dianalisis lebih lanjut menggunakan uji statistik untuk mengetahui apakah perbedaan yang terjadi bersifat signifikan atau tidak.

b. Hasil analisis data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini berupa hasil pemeriksaan hitung darah lengkap dari setiap subjek penelitian. Data tersebut selanjutnya diolah dan dianalisis menggunakan beberapa tahapan uji statistik. Tahap awal analisis dilakukan dengan uji normalitas menggunakan metode Shapiro-Wilk untuk mengetahui apakah distribusi data yang diperoleh mengikuti pola distribusi normal atau tidak.

Setelah itu, analisis dilanjutkan dengan uji homogenitas menggunakan uji Levene yang bertujuan untuk menilai kesamaan varians antar kelompok data. Apabila kedua asumsi tersebut terpenuhi, maka langkah berikutnya adalah melakukan uji hipotesis menggunakan uji *Independent Sample T-Test*. Uji ini digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan yang signifikan antara kelompok yang dibandingkan dalam penelitian. Hasil dari seluruh rangkaian analisis statistik tersebut kemudian disajikan secara sistematis dan ditampilkan dalam bentuk berikut:

1) Uji normalitas Shapiro-Wilk

Pada tahap awal analisis dalam penelitian ini, dilakukan uji normalitas sebagai bagian dari proses pengujian hipotesis. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah data yang diperoleh dari hasil penelitian memiliki distribusi normal atau tidak. Hasil dari uji normalitas tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam menentukan metode uji statistik yang tepat untuk tahap analisis berikutnya, sehingga hipotesis penelitian dapat diuji secara lebih akurat. Dalam penelitian ini, pengujian normalitas dilakukan menggunakan metode Shapiro-Wilk. Berikut hasil uji normalitas Shapiro-Wilk :

Tabel 4
Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Metode Pemeriksaan	Shapiro-Wilk			Makna Uji
	Statistic	df	Sig.	
Cyanmethemoglobin	,944	32	,097	Terdistribusi normal
Hematology analyzer	,945	32	,103	Terdistribusi normal

Berdasarkan hasil uji normalitas dengan metode Shapiro-Wilk, diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,097 pada pemeriksaan menggunakan metode cyanmethemoglobin dan 0,103 pada pemeriksaan dengan *hematology analyzer*. Dalam uji normalitas, penentuan distribusi data mengacu pada nilai signifikansi, di mana data dikatakan tidak berdistribusi normal apabila nilai $p < 0,05$ dan sebaliknya dinyatakan berdistribusi normal jika nilai $p > 0,05$.

Melihat hasil tersebut, kedua nilai signifikansi berada di atas batas 0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa data kadar hemoglobin pada kedua metode dalam penelitian ini mengikuti distribusi normal.

2) Uji homogenitas *Levene's Test*

Setelah hasil analisis menunjukkan bahwa data memiliki distribusi normal, tahap berikutnya yang dilakukan adalah uji homogenitas. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah varians dari dua kelompok data yang dibandingkan memiliki kesamaan. Uji homogenitas juga merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi sebelum melakukan uji *Independent Sample T-Test*.

Pada penelitian ini, uji homogenitas dilakukan menggunakan uji *Levene's Test*. Hasil pengujian menunjukkan nilai signifikansi (p) sebesar 0,761. Dalam uji Levene, kriteria pengambilan keputusan didasarkan pada nilai signifikansi, yaitu apabila nilai $p < 0,05$ maka data dinyatakan tidak homogen, sedangkan jika nilai $p > 0,05$ maka varians data dianggap homogen.

Berdasarkan nilai signifikansi yang diperoleh, yaitu lebih besar dari 0,05, dapat disimpulkan bahwa varians data kadar hemoglobin yang dihasilkan dari metode cyanmethemoglobin dan metode *hematology analyzer* memiliki varians yang sama atau homogen.

3) Uji *Independent Sample T-Test*

Analisis statistik parametrik dalam penelitian ini dilakukan menggunakan uji *Independent Sample T-Test*. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan antara dua kelompok variabel independent yang dibandingkan. Adapun hasil pengolahan data statistik menggunakan uji *Independent Sample T-Test* sebagai berikut:

Tabel 5
Hasil Uji *Independent Sample T-Test*

Metode Pemeriksaan	<i>Independent Sample T-Test</i>	
	F	Sig. (2-tailed)
Cyanmethemoglobin	,093	,020
<i>Hematology analyzer</i>		

Berdasarkan hasil uji *Independent Sample T-Test* diperoleh nilai signifikansi (2-tailed) sebesar 0,020 ($<0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pemeriksaan kadar hemoglobin menggunakan metode cyanmethemoglobin dan *hematology analyzer*.

B. Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kadar hemoglobin darah yang diperoleh melalui dua metode laboratorium, yakni menggunakan metode manual cyanmethemoglobin dan metode otomatis *hematology analyzer*. Pemeriksaan dilakukan di Laboratorium Hematologi Poltekkes Kemenkes Denpasar. Sampel yang digunakan dalam penelitian berjumlah 32, terdiri atas darah yang telah ditambahkan antikoagulan EDTA untuk mencegah pembekuan dan mempertahankan kualitas spesimen selama proses pemeriksaan.

Berdasarkan Tabel 4, diperoleh nilai rata-rata kadar hemoglobin sebesar 12,6 g/dL menggunakan metode cyanmethemoglobin dan 13,2 g/dL menggunakan *hematology analyzer*. Nilai tersebut masih berada dalam kisaran normal kadar hemoglobin untuk sebagian besar individu. Nilai minimum masing-masing metode baik metode cyanmethemoglobin 10,7 g/dL dan *hematology analyzer* 11,3 g/dL menunjukkan adanya subjek dengan kadar hemoglobin dibawah nilai normal, sementara nilai maksimum dari metode cyanmethemoglobin mencapai 15,8 g/dL dan nilai maksimum *hematology analyzer* mencapai 16,2 g/dL yang masih batas normal sebagaimana terlihat pada sampel A24. Nilai standar deviasi pada metode cyanmethemoglobin yaitu 1,1271 lebih rendah dibandingkan dengan *hematology analyzer* yaitu 1,1870, yang menunjukkan bahwa hasil pemeriksaan dengan *hematology analyzer* memiliki variasi yang sedikit lebih tinggi.

Pada subjek perempuan, sebagian hasil kadar hemoglobin dari kedua metode masih berada dalam rentang nilai normal 12-16 g/dL, namun beberapa sampel menunjukkan nilai di bawah normal. Misalnya pada sampel dengan kode A1 diperoleh hasil metode cyanmethemoglobin 10,7 g/dl dan *hematology analyzer* 11,3 g/dL. Hal ini menunjukkan adanya kecenderungan perbedaan hasil antara metode meskipun menggunakan sampel yang sama, di mana nilai yang diperoleh menggunakan *hematology analyzer* cenderung sedikit lebih tinggi dibandingkan metode cyanmethemoglobin. Perbedaan tersebut dapat dipengaruhi oleh sensitivitas masing-masing metode terhadap variabel pengganggu (interferensi), serta faktor teknis seperti proses pengambilan dan homogenisasi sampel.

Metode cyanmethemoglobin bekerja dengan mengukur absorbansi larutan pada panjang gelombang 540 nm. Hemoglobin dalam sampel darah diubah menjadi

bentuk cyanmethemoglobin melalui penggunaan reagen Drabkin. Reagen ini terdiri dari kalium ferisianida, kalium sianida, dan buffer KH_2PO_4 yang berfungsi untuk menstabilkan pH. Efektivitas reaksi ini sangat bergantung pada tercapainya pH optimal dan durasi inkubasi yang memadai. Apabila kedua kondisi tersebut tidak terpenuhi, konversi hemoglobin tidak akan berlangsung secara sempurna, yang pada akhirnya akan mengakibatkan penurunan pada nilai absorbansi dan hasil pengukuran. Selain itu, kondisi seperti lipemia, leukositosis, atau macroglobulinemia dapat menimbulkan kekeruhan dalam larutan, sehingga mengganggu ketepatan pengukuran dengan metode cyanmethemoglobin (Ginting & Wahyu, 2023).

Di sisi lain, *hematology analyzer* beroperasi menggunakan kaidah fotometri otomatis, yang menghasilkan proses pengukuran yang lebih efisien dan sistem tertutup guna mengurangi potensi kekeliruan oleh operator. Instrumen ini memanfaatkan larutan pengencer (diluent) untuk mengencerkan sampel darah dan menstabilkan komponen seluler, sekaligus mencegah pembentukan agregat atau gangguan optik yang disebabkan oleh protein plasma. Keunggulan dari *hematology analyzer* terletak pada stabilitas operasionalnya serta kemampuannya mengintegrasikan kontrol kualitas internal untuk pemantauan akurasi secara langsung (*real-time*). Meskipun demikian, instrumen ini tetap memiliki kerentanan terhadap kesalahan teknik, termasuk penundaan waktu analisis, kalibrasi yang tidak akurat, atau residu bahan kimia yang tidak dibersihkan secara memadai (Oktaviani, 2021).

Hasil uji normalitas data menggunakan Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa data dari kedua metode terdistribusi normal ($p > 0,05$) yang dimana diperoleh nilai

signifikansi sebesar 0,097 pada pemeriksaan menggunakan metode cyanmethemoglobin dan 0,103 pada pemeriksaan dengan *hematology analyzer*, sehingga analisis sistem parametrik dapat digunakan. Uji homogenitas varians (*Levene's Test*) menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,761 yang berarti nilai $p > 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa varians data pemeriksaan kadar hemoglobin antara metode cyanmethemoglobin dan *hematology analyzer* dalam penelitian ini bersifat homogen. Selanjutnya uji *Independent Sample T-Test* menghasilkan nilai signifikansi (*2-tailed*) sebesar 0,020 ($<0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pemeriksaan kadar hemoglobin menggunakan metode cyanmethemoglobin dan *hematology analyzer*. Hal ini secara langsung menjawab rumusan masalah, tujuan dan pengujian hipotesis pada penelitian dengan judul Perbandingan Hasil Pemeriksaan Hemoglobin Metode Manual Cyanmethemoglobin Dengan Metode Otomatis *Hematology Analyzer* yakni didapatkan kesimpulan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada hasil hemoglobin yang diperiksa menggunakan metode manual cyanmethemoglobin dengan metode otomatis *hematology analyzer*. Meskipun terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik, selisih rata-rata hasil antara kedua metode yaitu sekitar 0,6 g/dL. Meskipun selisih hasil tidak terlalu besar, metode *hematology analyzer* lebih direkomendasikan untuk pemeriksaan hemoglobin rutin karena lebih cepat, efisien, dan mengurangi kemungkinan kesalahan operator. Namun, metode cyanmethemoglobin masih dapat digunakan sebagai metode referensi dengan tetap memperhatikan prinsip kerja, kondisi alat, serta penerapan prosedur pemeriksaan sesuai standar operasional yang berlaku.

Perbandingan hasil ini sejalan dengan penelitian Hartini dkk., (2024) yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara pengukuran kadar hemoglobin menggunakan photometer dan *hematology analyzer*. Pada penelitian tersebut, pemeriksaan menggunakan photometer menghasilkan nilai rata-rata kadar hemoglobin sebesar 13,3 g/dL, sedangkan *hematology analyzer* menunjukkan nilai rata-rata sebesar 12,9 g/dL. Namun, berbeda dengan penelitian Rahmatullah dkk., (2023) melaporkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara hasil pemeriksaan kadar hemoglobin menggunakan metode Hb meter dan *hematology analyzer*. Perbedaan hasil antar penelitian tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh variasi metode pemeriksaan, tingkat sensitivitas alat yang digunakan, serta kondisi dan karakteristik sampel yang dianalisis .

Adapun keterbatasan dalam penelitian ini antara lain ketidakteraturan dalam proses homogenisasi sampel, sehingga distribusi sel darah dalam sampel menjadi kurang merata. Perbedaan volume darah yang digunakan pada masing-masing metode pemeriksaan juga berpotensi memberikan pengaruh terhadap hasil yang diperoleh. Faktor lain yang dapat memengaruhi reliabilitas data adalah prosedur pipet manual yang tidak selalu konsisten serta penggunaan reagen yang mungkin tidak berada dalam kondisi optimal. Hal-hal tersebut perlu diperhatikan karena dapat menyebabkan variasi hasil pemeriksaan kadar hemoglobin (Syuhada dkk., 2022).

Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk lebih memperhatikan penerapan standarisasi prosedur kerja laboratorium, khususnya pada tahap homogenisasi sampel serta ketepatan dan konsistensi dalam teknik pemipetan. Meskipun kalibrasi alat telah dilakukan, pengendalian mutu tetap perlu dilakukan

secara berkala untuk menjaga kinerja alat selama proses pemeriksaan. Selain itu, prosedur kerja di laboratorium perlu dilaksanakan secara lebih terstandar, mulai dari tahap pengambilan sampel, proses homogenisasi, hingga teknik penggunaan pipet serta pemakaian reagen. Penerapan prosedur yang konsisten diharapkan dapat mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan teknik yang berpotensi memengaruhi hasil pemeriksaan. Penelitian selanjutnya juga disarankan menggunakan jumlah sampel yang lebih banyak serta melakukan pemantauan terhadap kondisi reagen dan kalibrasi alat secara berkala sehingga hasil yang diperoleh dapat memiliki tingkat akurasi, presisi, dan reliabilitas yang lebih baik.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan hasil pemeriksaan kadar hemoglobin antara metode manual cyanmethemoglobin dan metode otomatis *hematology analyzer*. Metode *hematology analyzer* lebih direkomendasikan untuk pemeriksaan hemoglobin rutin karena lebih cepat, efisien, dan mengurangi kemungkinan kesalahan operator. Namun, metode cyanmethemoglobin masih dapat digunakan sebagai metode referensi dengan tetap memperhatikan prinsip kerja, kondisi alat, serta penerapan prosedur pemeriksaan sesuai standar operasional yang berlaku. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tambahan bagi tenaga laboratorium maupun peneliti selanjutnya dalam melakukan evaluasi serta perbandingan terhadap metode pemeriksaan hemoglobin yang digunakan dalam praktik laboratorium klinik.

BAB VI

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai perbedaan kadar hemoglobin menggunakan metode manual cyanmethemoglobin dan metode otomatis *hematology analyzer*, maka dapat ditarik simpulan sebagai berikut :

1. Hasil pemeriksaan kadar hemoglobin menggunakan metode cyanmethemoglobin diperoleh nilai terendah sebesar 10,7 g/dL dan nilai tertinggi sebesar 15,8 g/dL, dengan rata-rata kadar hemoglobin yaitu 12,6 g/dL.
2. Hasil pemeriksaan kadar hemoglobin menggunakan *hematology analyzer* menunjukkan nilai terendah sebesar 11,3 g/dL dan nilai tertinggi sebesar 16,2 g/dL, dengan nilai rata-rata sebesar 13,2 g/dL.
3. Hasil analisis menggunakan *Independent Sample T-Test* menunjukkan nilai signifikansi (2-tailed) sebesar 0,020 ($p < 0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil pemeriksaan kadar hemoglobin menggunakan metode manual cyanmethemoglobin dan metode otomatis *hematology analyzer*. Meskipun terdapat perbedaan, rata-rata hasil pemeriksaan antara kedua metode hanya sekitar 0,6 g/dL. Meskipun selisih hasil tidak terlalu besar, metode *hematology analyzer* lebih direkomendasikan untuk pemeriksaan hemoglobin rutin karena lebih cepat, efisien, dan mengurangi kemungkinan kesalahan operator, sedangkan metode cyanmethemoglobin tetap dapat digunakan sebagai metode referensi pada laboratorium dengan keterbatasan alat otomatis.

B. Saran

1. Bagi mahasiswa

Mahasiswa diharapkan dapat memperdalam pemahaman mengenai berbagai metode pemeriksaan hemoglobin yang digunakan di laboratorium, baik yang dilakukan secara manual maupun menggunakan alat otomatis. Selain memahami prinsip kerja metode tersebut, mahasiswa juga perlu meningkatkan ketelitian dalam setiap tahapan pemeriksaan, seperti proses homogenisasi sampel, penggunaan pipet yang tepat, serta pemakaian reagen. Ketelitian dalam prosedur kerja tersebut sangat penting untuk memperoleh hasil pemeriksaan yang lebih akurat dan memiliki tingkat presisi yang baik.

2. Bagi Ahli Teknologi Laboratorium Medik (ATLM)

Ahli Teknologi Laboratorium Medik diharapkan melaksanakan pemeriksaan kadar hemoglobin dengan mengikuti standar operasional prosedur yang telah ditetapkan. Penggunaan *hematology analyzer* dapat lebih direkomendasikan untuk pemeriksaan rutin karena lebih cepat, efisien, dan meminimalkan kesalahan operator. Namun, metode cyanmethemoglobin tetap dapat digunakan sebagai metode referensi dengan tetap memperhatikan faktor teknis yang dapat memengaruhi hasil pemeriksaan.

3. Bagi pengelola laboratorium hematologi

Pengelola laboratorium hematologi diharapkan dapat memastikan bahwa seluruh peralatan yang digunakan dalam pemeriksaan telah melalui proses kalibrasi serta pengendalian kualitas secara rutin. Di samping itu, ketersediaan reagen dengan mutu yang baik juga perlu diperhatikan. Pengawasan terhadap pelaksanaan prosedur kerja di laboratorium juga penting dilakukan agar setiap tahapan

pemeriksaan berjalan sesuai dengan standar yang berlaku sehingga hasil yang diperoleh dapat dipertanggungjawabkan.

4. Bagi peneliti selanjutnya

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melibatkan jumlah sampel yang lebih besar agar hasil penelitian yang diperoleh menjadi lebih representatif. Selain itu, pelaksanaan pengendalian kualitas alat selama proses penelitian juga perlu diperhatikan secara lebih optimal. Peneliti berikutnya juga dapat mempertimbangkan penggunaan metode pemeriksaan yang lain atau melakukan perbandingan terhadap lebih dari dua metode pemeriksaan hemoglobin sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih luas mengenai variasi hasil pemeriksaan hemoglobin di laboratorium.

DAFTAR PUSTAKA

- Adivujayanti, A. (2015). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kadar Hemoglobin pada Remaja. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 10(2), 123-130.
- Anamisa, D. (2015). *Struktur dan Fungsi Hemoglobin dalam Tubuh Manusia*. *Jurnal Biotek Medisiana Indonesia*, 4(1), 45-52.
- Anggreni, D. (2022) *Buku Ajar Metodologi Penelitian Kesehatan*. Mojokerto: STIKes Majapahit Mojokerto.
- Arifin, H., Rahmawati, A. dan Anita. (2017). Perbandingan Hasil Pemeriksaan Kadar Hb pada Buruh Bangunan dan Pekerja Kantoran di Kota Makassar. *Jurnal Medika: Media Ilmiah Analis Kesehatan*, 2(2), pp. 19–23. ISSN: 2540-7910.
- Arini, F. Y., Handayati, A., Astuti, S. S. E., & Anggraini, A. D. (2024). Uji Komparasi Hasil Pemeriksaan Hemoglobin Menggunakan *Hematology Analyzer* dan Hemoglobin Meter pada Pasien Kadar Normal dan Abnormal Rendah. *Jurnal Penelitian Kesehatan" SUARA FORIKES"(Journal of Health Research" Forikes Voice")*, 14(1), 235–238.
- Chalisa, C. (2021). *Perbedaan Hasil Pemeriksaan Kadar Hemoglobin (Hb) Metode Sahli Dan Point Of Care Testing (POCT)*. Diploma thesis. STIKes Ngudia Husada Madura.
- Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). (2024). *Measurement of Hemoglobin in Blood; Approved Guideline-Fourth Edition*. CLSI document H38-A4. Wayne, PA: CLSI. Tersedia dalam : <https://clsi.org/standards/products/hematology/documents/h38/>
- Dameuli, Serti, Tulus A., dan Fitri N. (2018). Perbedaan Kadar Hb Menggunakan Hb Meter, Spektrofotometer, dan *Hematology Analyzer* pada Sampel Segera Diperiksa dan Ditunda 20 Jam. *Jurnal Ilmu Kesehatan*: 7-17.
- Dewi, Ni Putu Riska Pradnya. (2025). *Perbedaan Kadar Hemoglobin Pada Darah EDTA Mahasiswa Teknologi Laboratorium Medis Yang Diperiksa Segera, Ditunda Dua Jam, Dan Enam Jam*. Skripsi. Poltekkes Kemenkes Denpasar.
- Faatih, F., Kurniawan, R. & Lestari, A. (2017) Perbandingan metode manual dan otomatis dalam pemeriksaan kadar hemoglobin di laboratorium klinik. *Jurnal Analis Kesehatan Indonesia*, 6(1), 12–18.
- Fadillah, N. (2018). Pengaruh Aktivitas Fisik terhadap Kadar Hemoglobin. *Jurnal Ilmu Keolahragaan*, 12(1), 56-63.
- Firani, N.K. (2018). *Mengenal Sel-Sel Darah dan Kelainan Darah*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Firdayanti, Umar, A., Susanti, Ismawatie, E., Sari, A.I., Supriyanta, B., Dewi, Y.R., Yashir, M., Chairani, Anggraini, F.T., Rahayu, M., Gunawan, L.S., Tuntun, M., Wibowo, S., Thaslifa dan Wenty, D. (2023). *Dasar-Dasar Hematologi*. Penerbit Cv.Eureka Media Aksara.

- Ginting, R. Y., & Wahyu, Y. (2023). Pemeriksaan Hemoglobin Pada Petugas SPBU Di Daerah Glugur Rimbun Kabupaten Deli Serdang Tahun 2021. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 6(1), 146–151.
- Gunadi, D., Putra, H. & Yulianti, R. (2016). Hubungan kadar hemoglobin dengan status gizi pada ibu hamil. *Jurnal Kesehatan Reproduksi*, 3(1), 14–20.
- Hartini, S., Prihandono, D. S., & Gustiani, D. (2024). Analisis Kadar Hemoglobin Mahasiswa Dengan Kebiasaan Sarapan. *Journal Health & Science : Gorontalo Journal Health and Science Community*, 8(1), 43–51.
- Hiru, M. (2018). *Dasar-Dasar Pemeriksaan Laboratorium Hematologi*. Yogyakarta: Deepublish.
- Hoffbrand, A.V. (2020). *Color Atlas of Clinical Hematology (4th ed.)*. London: Mosby.
- Hurunin, R.A. (2021). *Perbandingan hasil pemeriksaan hemoglobin antara alat spektrofotometer dan hematology analyzer: studi literatur*. Karya Tulis Ilmiah. Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Palembang.
- International Council for Standardization in Haematology (ICSH). (2022). Recommendations for reference method for haemoglobinometry in human blood. *International Journal of Laboratory Hematology*, 44(1), 1–10. Tersedia dalam : <https://doi.org/10.1111/ijlh.13865>
- International Journal of Laboratory Hematology. (2017). Standardization and accuracy in hemoglobin measurement using automated hematology analyzers. 39(S1), 15–25.
- Jitowiyono, S. (2018). *Ilmu Darah: Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: ANDI.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2018). *Buku ajar teknologi laboratorium medik (TLM) bidang hematologi*. Jakarta: Kemenkes RI.
- Kementerian Kesehatan RI. (2024). *Pedoman Nasional Pencegahan dan Penanggulangan Anemia*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Komite Etik Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Nasional Kementerian Kesehatan RI. (2021). *Pedoman Dan Standar Etik Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan Nasional*.
- Lestari, S. (2019). *Pengaruh Pemberian Rebusan Labu Kuning (Cucurbita moschata Durh) terhadap Kadar Hemoglobin pada Mencit (Mus musculus)*. Diploma thesis. Universitas Muhammadiyah Surabaya.
- Nareshwari, P. (2024) *Perbandingan hasil pemeriksaan hemoglobin menggunakan alat Sysmex XN-1000 dan Sysmex XP-100 Hematology Analyzer pada pasien hemodialisa di RSD Mangusada*. Skripsi. Poltekkes Kemenkes Denpasar.
- Notoatmodjo, S. (2018). *Metodologi Penelitian Kesehatan*, Jakarta: Rineka Cipta.

- Nurwidiyanti, E. & Afrida, M. (2021). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kadar Hemoglobin. *Jurnal Kesehatan Prima*, 15(2), 112-120.
- Nurhayati, B., Astuti, D., Maharani, E.A., Nugraha, G., Gunawan, L.S., dan Ujjiani, S. (2022). *Bahan Ajar Teknologi Laboratorium Medis (TLM) Hematologi*.
- Oktaviani, D. D. (2021). Perbedaan Hasil Pemeriksaan Kadar Hemoglobin Metode POCT (Point-Of Care-Testing) Cyanmethemoglobin. *MMW-Fortschritte Der Medizin*, 163(15), 39.
- Plebani, M. (2017). Errors in laboratory medicine and patient safety. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 55(3), 1–6.
- Proverawati, A. (2015) *Anemia dan anemia kehamilan*. Yogyakarta: Nuha Medika.
- Politeknik Kesehatan Kementerian Denpasar. *Sekilas Poltekkes Denpasar*. Diakses pada 18 April 2026 : <https://www.poltekkes-denpasar.ac.id/profil/sekilas-poltekkes-denpasar/>
- Politeknik Kesehatan Kementerian Denpasar. *Sejarah Jurusan Teknologi Laboratorium Medis*. Diakses pada 18 April 2026 : <https://www.poltekkes-denpasar.ac.id/tlm/profil-2/sejarah/>
- Purbasari, D. & Nugraheni, D. (2020) Perbandingan hasil pemeriksaan hemoglobin metode manual dan otomatis pada pasien anemia. *Jurnal Analis Kesehatan Indonesia*, 9(1), 23–29.
- Purnama, I. (2021). Quality Control dalam Pemeriksaan Laboratorium. *Jurnal Analis Medika Biosains*, 8(1), 33-40.
- Rahmatullah, W., Abdullah, S., & Mardiyarningsih, A. (2023). Perbedaan Kadar Hemoglobin Menggunakan Metode Hb Meter Dan Hematology Analyzer. Al Asalmiya Nursing: *Jurnal Ilmu Keperawatan (Journal of Nursing Sciences)*, 12(1), 56–63.
- Riskesdas. (2024). *Laporan Hasil Riset Kesehatan Dasar Tahun 2023*. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI.
- Rosita, L., Cahya, R., & Arfira, N. (2019). *Buku Ajar Fisiologi Darah*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Sekarningrum, R. (2013). *Hubungan kadar hemoglobin dengan status gizi pada remaja putri*. Skripsi. Universitas Indonesia, Depok.
- Siregar, H., Maulana, D., & Nuraini, R. (2023). Analisis kadar hemoglobin pada ibu hamil trimester III di Puskesmas Kota Serang dan Banten menggunakan metode Cyanmethemoglobin. *Jurnal Analis Medika dan Kesehatan*, 9(2), 77–84.
- Siregar, M.H., Koerniawati, R.D., Sijabat, A.I.Y., Utami, H. dan Nurkhairani, A. (2023) “Perbandingan Kadar Hemoglobin Ibu Hamil menggunakan Metode Digital dengan Metode Cyanmethemoglobin,” *Faletehan Health Journal*, 10(02), hal. 178–184.

- Sugiyono. (2021). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Susanti, R., Hepiyansori dan Gustin, R. (2020). Pengukuran Konsentrasi Hemoglobin Menggunakan Metode Cyanmethemoglobin Pada Petugas SPBU di Kota Bengkulu. *Jurnal Ilmiah Farmacy*, 7, hal. 141–148.
- Sysmex Corporation. (2025). *Sysmex XP-100 Operator's Manual*. Kobe: Sysmex. Tersedia dalam : <https://www.sysmex.com/ap/en/products/hematology/xp-100.html>
- Syuhada, Triwahyuni, T., Nabigha, Z. A., Putri, B. T., & Priyayi, H. (2022). Perbandingan Kadar Hemoglobin Pada Sampel Darah 3 Ml, 2 Ml, & 1 Ml Dengan Antikoagulan K2edta Setelah Ditunda 4 Jam Di Rsud Dr. H. Abdul Moeloek Bandar Lampung. *Mahesa: Malahayati Health Student Journal*, 2(3), 564–575.
- Wahyu, P. 2017. Morfologi Eritrosit pada Anemia Defisiensi Besi, Anemia Megaloblastik, dan Anemia Hemolitik. *Jurnal Biomedik*. 10(1): 1-7.
- Widiarumiarso, R. (2018). Bahan kimia berbahaya pada pemeriksaan hematologi dan penanganannya di laboratorium klinik. *Jurnal Keselamatan dan Kesehatan Kerja*, 5(2), 41–48.
- Wijaya, S. M., Anggraeni, F. P., Prabandari, S., & Sari, A. N. (2024). *Perbedaan Hasil Pemeriksaan Darah Rutin Yang Disimpan Pada Suhu 4-80C Ditunda 1 Jam Dan 3 Jam*. 131–139.
- Wulandari, N. (2021) Perbandingan hasil pemeriksaan hemoglobin menggunakan *hematology analyzer* dan *Point of Care Testing* (POCT). Skripsi. Universitas Negeri Semarang.
- Wulandari, R. (2021). *Biokimia Hemoglobin dan Aplikasi Klinis*. Malang: UB Press.
- Yahya, M. (2018). *Biokimia Darah: Teori dan Praktik*. Jakarta: Kencana.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Surat Izin Peminjaman Fasilitas Laboratorium



Jl. P. Moyo No. 33 Pedungan, Denpasar Selatan-Bali-802222,
Telp. (0361) 720084, e-mail : unitlab.polkesden@gmail.com



Yth. Kepala Unit Laboratorium Terpadu
Poltekkes Kemenkes Denpasar
Di – Denpasar

Denpasar, 17 Februari 2026

Dengan hormat,

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Putu Shinta Letisia Dewi
NIM / NIP : P07134222043
Prodi/Jurusan : STR/Teknologi Laboratorium Medis
Jabatan : Mahasiswa
No Hp : 081353013287

Dengan ini saya bermaksud untuk mengajukan permohonan :

1. Penggunaan Laboratorium untuk penelitian, yaitu :

judul penelitian : Perbandingan Hasil Pemeriksaan Hemoglobin Metode Manual
Cyanmethemoglobin Dengan Metode Otomatis *Hematology Analyzer*
parameter/ metode pengujian : Cyanmethemoglobin & *Hematology Analyzer*
durasi penggunaan : 1 hari
tanggal penggunaan : 5 Maret 2026

2. Sewa alat / pembelian bahan

No	Nama Alat / Bahan	Jumlah	Durasi Penggunaan / Tanggal Penggunaan	Keterangan
1.	Sewa laboratorium Mahasiswa Internal	-	1 hari / 5 Maret 2026	Dalam hal alat mengalami kerusakan selama masa sewa, penyewa bertanggung jawab atas biaya perbaikan atau penggantian sesuai dengan jenis dan penyebab kerusakan, kecuali jika kerusakan disebabkan oleh keausan normal atau faktor lain yang tidak dapat dihindari.
2.	Aquadest	1 lt	1 hari / 5 Maret 2026	

Atas penggunaan laboratorium/sewa alat/beli bahan di Poltekkes Kemenkes Denpasar, saya bersedia untuk dikenakan biaya sesuai dengan pola tarif yang berlaku di Poltekkes Kemenkes Denpasar.

Demikian permohonan ini saya sampaikan, atas perhatiannya diucapkan terima kasih.

Denpasar, 17 Februari 2026
Pemohon,

(Putu Shinta Letisia Dewi)

Lampiran 2 Surat Persetujuan Komisi Etik Penelitian



Kementerian Kesehatan
Direktorat Jenderal
Sumber Daya Manusia Kesehatan
Politeknik Kesehatan Denpasar
Jalan Sanitasi No.1, Sidakarya
Denpasar Selatan, Bali 80224
(0361) 710447
<https://www.poltekkes-denpasar.ac.id>

PERSETUJUAN ETIK/ ETHICAL APPROVAL Nomor: DP.04.02/F.XXIV.26/ 102 /2026

Yang bertandatangan di bawah ini Ketua Komisi Etik Penelitian Kesehatan Poltekkes Denpasar, setelah dilaksanakan pembahasan dan penilaian, dengan ini memutuskan protokol penelitian yang berjudul :

Perbandingan Hasil Pemeriksaan Hemoglobin Metode Manual Cyanmethemoglobin Dengan Metode Otomatis Hematology Analyzer

dengan Ketua Pelaksana/Peneliti Utama :

Putu Shinta Letisia Dewi

LAIK ETIK. Persetujuan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan sampai dengan batas waktu pelaksanaan penelitian seperti tertera dalam protokol dengan masa maksimum selama 1 (satu) tahun

Pada akhir penelitian, peneliti menyerahkan laporan akhir kepada KEPK-Poltekkes Denpasar. Dalam pelaksanaan penelitian, jika ada perubahan dan/atau perpanjangan penelitian, harus mengajukan kembali permohonan kaji etik penelitian (amandemen protokol)

Denpasar, 18 Februari 2026

Ketua Komisi Etik Poltekkes Kemenkes Denpasar



Dr. Ni Komang Yuni Rahyani, S.Si.T., M.Kes

Kementerian Kesehatan tidak menerima suap dan/atau gratifikasi dalam bentuk apapun. Jika terdapat potensi suap atau gratifikasi silakan laporkan melalui HALO KEMENKES 1500567 dan <https://wbs.kemkes.go.id>. Untuk verifikasi keaslian tanda tangan elektronik, silakan unggah dokumen pada laman <https://tte.kominfo.go.id/verifyPDF>.



LEMBAR PERMOHONAN MENJADI RESPONDEN

Kepada:

Yth. Saudara/Saudari Calon Responden

Di

Sidakarya, Kecamatan Denpasar

Selatan, Kota Denpasar, Bali

Dengan hormat

Saya selaku mahasiswa program studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Denpasar akan melaksanakan penelitian dengan judul “Perbandingan Hasil Pemeriksaan Hemoglobin Metode Manual Cyanmethemoglobin Dengan Metode Otomatis *Hematology Analyzer*” sebagai persyaratan untuk menyelesaikan program studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis. Berkaitan dengan tujuan tersebut, peneliti mohon kesediaan saudara/i untuk menjadi responden yang merupakan sumber informasi bagi peneliti.

Demikian permohonan ini peneliti sampaikan dan atas partisipasinya, peneliti mengucapkan terima kasih.

Sidakarya, 05 Maret 2026
Peneliti



Putu Shinta Letisia Dewi
NIM. P07134222043

LEMBAR PERSETUJUAN MENJADI RESPONDEN

(INFORMED CONSENT)

Yang terhormat Bapak/Ibu/Saudara/Adik, kami meminta kesediaannya untuk berpartisipasi dalam penelitian ini. Keikutsertaan dari penelitian ini bersifat sukarela/tidak memaksa. Mohon untuk dibaca penjelasan dibawah dengan seksama dan disilahkan bertanya bila ada yang belum dimengerti.

Judul	Perbandingan Hasil Pemeriksaan Hemoglobin Metode Manual Cyanmethemoglobin Dengan Metode Otomatis <i>Hematology Analyzer</i>
Peneliti Utama	Putu Shinta Letisia Dewi
Institusi	Poltekkes Kemenkes Denpasar
Peneliti Lain	-
Lokasi Penelitian	Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan di Poltekkes Kemenkes Denpasar, Kecamatan Denpasar Selatan dan tempat pemeriksaan sampel di laboratorium Poltekkes Kemenkes Denpasar.
Sumber Pendanaan	Swadana

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan hasil pemeriksaan kadar hemoglobin dengan metode manual cyanmethemoglobin dengan metode otomatis *hematology analyzer* pada mahasiswa Poltekkes Kemenkes Denpasar.

Jumlah peserta sebanyak 32 orang. Peserta akan dilakukan pengambilan darah vena.

Kepesertaan dalam penelitian ini tidak secara langsung memberikan manfaat kepada peserta penelitian. Tetapi dapat memberi gambaran informasi yang lebih banyak tentang Perbandingan Hasil Pemeriksaan Hemoglobin Metode Manual Cyanmethemoglobin Dengan Metode Otomatis *Hematology Analyzer*. Efek atau dampak awal dari perlakuan pengambilan darah vena sangat jarang terjadi, tetapi dapat menimbulkan memar. Bila menimbulkan memar dapat mengompresnya dengan air hangat.

Atas kesediaan berpartisipasi dalam penelitian ini, responden akan diberikan imbalan berupa snack sebagai bentuk apresiasi, yang tidak bersifat memaksa maupun mengikat, serta tidak memengaruhi kebebasan responden untuk mengikuti atau menghentikan keikutsertaannya dalam penelitian. Pemberian imbalan tersebut tidak memengaruhi hasil penelitian dan semata-mata diberikan sebagai penghargaan atas waktu yang telah diluangkan oleh responden.

Kepesertaan Bapak/Ibu/Saudara/Adik pada penelitian ini bersifat sukarela. Bapak/Ibu/Saudara/Adik dapat menolak untuk menjawab pertanyaan yang diajukan pada penelitian atau mengentikan kepesertaan dari penelitian kapan saja tanpa ada sanksi. Keputusan Bapak/Ibu/Saudara/Adik untuk berhenti sebagai peserta penelitian tidak akan mempengaruhi mutu dan akses/kelanjutan pengobatan yang akan diberikan. Data yang diperoleh dari penelitian ini hanya digunakan untuk kepentingan penelitian dan akan tetap terjaga kerahasiaannya. Dalam penelitian ini dilaksanakan tanpa ada konflik kepentingan antara peneliti dengan pihak lain.

Jika setuju untuk menjadi peserta penelitian ini, Bapak/Ibu/Saudara/Adik diminta untuk menandatangani formulir ‘Persetujuan Setelah Penjelasan (Informed Consent) sebagai Peserta Penelitian setelah Bapak/Ibu/Saudara/Adik benar-benar memahami tentang penelitian ini. Bapak/Ibu/Saudara/Adik akan diberi salinan persetujuan yang sudah ditanda tangani ini.

Bila selama berlangsungnya penelitian terdapat perkembangan baru yang dapat mempengaruhi keputusan Bapak/Ibu/Saudara/Adik untuk kelanjutan kepesertaan dalam penelitian, peneliti akan menyampaikan hal ini kepada Bapak/Ibu/Saudara/Adik.

Bila ada pertanyaan yang perlu disampaikan kepada peneliti, silakan hubungi peneliti : Putu Shinta Letisia Dewi/HP 081353013287.

Tanda tangan Bapak/Ibu/Saudara/Adik dibawah ini menunjukkan bahwa Bapak/Ibu/Saudara/Adik telah membaca, telah memahami dan telah mendapat kesempatan untuk bertanya kepada peneliti tentang penelitian ini dan **menyetujui untuk menjadi peserta penelitian.**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama :

Umur :

Jenis Kelamin :

Alamat :

Peserta / Subjek Penelitian

Peneliti

(.....)

Putu Shinta Letisia Dewi
NIM. P07134222043

Tanggal : / /

Tanggal : / /

Saksi:

Saya menyatakan bahwa informasi pada formulir penjelasan telah dijelaskan dengan benar dan dimengerti oleh peserta penelitian dan persetujuan untuk menjadi peserta penelitian diberikan secara sukarela.

Lampiran 5 *Dummy Table*

No	No Responden	Usia (th)	Jenis Kelamin (P/L)	Kadar Hemoglobin	
				Metode Manual Cyanmethemoglobin (g/dL)	Metode Otomatis <i>Hematology Analyzer</i> (g/dL)
1	A1	22	P	10,7	11,3
2	A2	20	L	13,1	14,7
3	A3	21	P	12,3	12,8
4	A4	21	P	12,7	12,8
5	A5	21	P	12,0	13,2
6	A6	21	P	12,0	12,7
7	A7	21	L	13,7	15,4
8	A8	22	P	12,8	14,3
9	A9	21	P	11,2	12,1
10	A10	22	P	13,4	13,5
11	A11	22	P	13,1	13,1
12	A12	21	P	12,1	12,8
13	A13	21	P	13,0	13,7
14	A14	21	P	12,6	13,0
15	A15	22	P	11,4	11,4
16	A16	21	P	11,7	12,3
17	A17	22	P	11,7	12,6
18	A18	22	P	12,4	12,8
19	A19	22	P	11,8	12,7
20	A20	22	P	13,3	14,0
21	A21	22	P	12,3	13,0
22	A22	21	L	15,3	16,0

23	A23	21	P	13,0	14,3
24	A24	22	L	15,8	16,2
25	A25	21	P	13,6	14,1
26	A26	21	P	11,0	11,4
27	A27	22	P	13,8	13,8
28	A28	21	P	12,3	13,7
29	A29	21	P	12,2	12,3
30	A30	21	P	11,9	12,7
31	A31	21	P	13,6	13,8
32	A32	21	P	11,4	12,9

Lampiran 6 Hasil Uji Normalitas Shapiro-Wilk

Tests of Normality						
Metode Pemeriksaan		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk	
		Statistic	df	Sig.	Statistic	Sig.
Kadar Hemoglobin	Manual Cyanmethemoglobin	.105	32	.200 [*]	.944	32
	Hematology Analyzer	.129	32	.191	.945	32

*. This is a lower bound of the true significance.
a. Lilliefors Significance Correction

Lampiran 7 Hasil Uji Homogenitas *Levene's Test* dan Uji *Independent Sample T-Test*

Independent Samples Test									
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference
Kadar Hemoglobin	Equal variances assumed	.093	.761	-2.398	62	.020	-.6938	.2894	-1.2722 -1.1153
	Equal variances not assumed			-2.398	61.834	.020	-.6938	.2894	-1.2722 -1.1153

Lampiran 8 Dokumentasi Kegiatan

<p>Yang bernomor tangan dibawah ini :</p> <p>Nama : _____</p> <p>Umur : 22 th</p> <p>Jenis Kelamin : Perempuan</p> <p>Alamat : _____</p> <p>Peneliti / Subjek Penelitian : _____</p> <p>Peneliti : Purni Shinta Lailia Dewi NIM. P07134222043 Tanggal : 14 / 03 / 2024</p> <p>Saksi : _____</p> <p>Saya menyatakan bahwa informasi pada formulir penjelasan telah dijelaskan dengan benar dan dimengerti oleh peserta penelitian dan persetujuan untuk menjadi peserta penelitian diberikan secara sukarela.</p>	
Penandatanganan <i>informed consent</i> oleh responden	Pengambilan darah vena

	
<p>Pemipetan reagen drabkin ke tabung reaksi</p>	<p>Pemipetan sampel darah</p>
	
<p>Sampel darah ditambahkan ke tabung reaksi yang berisi reagen drabkin lalu dihomogenkan</p>	<p>Inkubasi 5 menit</p>
	
<p>Pemeriksaan kadar hemoglobin (cyanmethemoglobin)</p>	<p>Pemeriksaan kadar hemoglobin (hematology analyzer Sysmex XP-100)</p>

Lampiran 9 Hasil Penelitian



**LABORATORIUM
TERPADU**
POLTEKES KEMENKES DENPASAR

 **Jl. Pulau Moyo No. 33 Pedungan
Denpasar Selatan,
Kota Denpasar, Bali 80222**
 **(0361) 720084**
 **Unitlab.polkesden@gmail.com**

Nomor : TL.02.01/F.XXIV.21/Form/28

Halaman 1

**SERTIFIKAT HASIL PENGUJIAN
CERTIFICATE OF ANALYSIS**

Nomor Sertifikat/Certificate Number:
LT-11/03/2026

Matriks Sampel/Sample Matrix:
Darah

Personil Penghubung/Contact Person:
Putu Shinta Letisia Dewi
/ 081353013287

Tanggal/Date:
16 Maret 2026



Signature
Name : Dr. drg. I Gusti Agung Ayu Putu Swastini, M.Biomed
Title : Kepala Laboratorium Terpadu

Laporan ini dibuat berdasarkan hasil observasi yang objektif dan independen terhadap sampel pelanggan yang bersifat khusus dan rahasia. Data hasil pengujian, interpretasi, dan pendapat-pendapat yang ada di dalamnya mewakili penilaian terbaik dari Laboratorium Terpadu Kemenkes Poltekkes Denpasar. Dalam penggunaan laporan ini, Laboratorium Terpadu Kemenkes Poltekkes Denpasar tidak membuat jaminan secara tersirat maupun tersurat dan tidak bertanggung jawab terhadap produktivitas, kegiatan operasional, ataupun kerugian lainnya yang bersifat material maupun imaterial. Laporan ini tidak diperbolehkan untuk digandakan, kecuali secara utuh keseluruhannya dan atas persetujuan tertulis dari Laboratorium Terpadu Kemenkes Poltekkes Denpasar



81



LABORATORY TEST RESULT

No. Sertifikat : LT-11/03/2026
Sampel Matrix : Darah
No. Lab : BB 004/03/2026
ID Sampel : A1 s.d A32

Tanggal Terima : 5 Maret 2026
Tanggal Pengujian : 5 Maret 2026
Tanggal Selesai : 16 Maret 2026

No	Parameter	Kode Sampel	Hasil Kadar Hemoglobin		Satuan	Metode Pengujian
			Cyanmethemoglobin	Hematology Analyzer		
1	Hb	A1	10,7	11,3	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
2	Hb	A2	13,1	14,7	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
3	Hb	A3	12,3	12,8	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
4	Hb	A4	12,7	12,8	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
5	Hb	A5	12,0	13,2	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
6	Hb	A6	12,0	12,7	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
7	Hb	A7	13,7	15,4	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
8	Hb	A8	12,8	14,3	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
9	Hb	A9	11,2	12,1	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
10	Hb	A10	13,4	13,5	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
11	Hb	A11	13,1	13,1	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
12	Hb	A12	12,1	12,8	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
13	Hb	A13	13,0	13,7	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
14	Hb	A14	12,6	13,0	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer

Hasil pengujian ini tidak untuk digandakan dan hanya berlaku untuk contoh-contoh tersebut di atas.
This certificate cannot be duplicated and is only valid for the above sample

No	Parameter	Kode Sampel	Hasil Kadar Hemoglobin		Satuan	Metode Pengujian
			Cyanmethemoglobin	Hematology Analyzer		
15	Hb	A15	11,4	11,4	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
16	Hb	A16	11,7	12,3	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
17	Hb	A17	11,7	12,6	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
18	Hb	A18	12,4	12,8	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
19	Hb	A19	11,8	12,7	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
20	Hb	A20	13,3	14,0	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
21	Hb	A21	12,3	13,0	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
22	Hb	A22	15,3	16,0	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
23	Hb	A23	13,0	14,3	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
24	Hb	A24	15,8	16,2	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
25	Hb	A25	13,6	14,1	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
26	Hb	A26	11,0	11,4	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
27	Hb	A27	13,8	13,8	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
28	Hb	A28	12,3	13,7	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
29	Hb	A29	12,2	12,3	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
30	Hb	A30	11,9	12,7	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
31	Hb	A31	13,6	13,8	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer
32	Hb	A32	11,4	12,9	g/dL	Cyanmethemoglobin dan Hematology Analyzer

Keterangan :

Lampiran 10 Bimbingan Skripsi

Data Skripsi Mahasiswa

N I M	P07134222043
Nama Mahasiswa	Putu Shinta Letisia Dewi
Info Akademik	Fakultas : Jurusan Teknologi Laboratorium Medis - Program Studi Program Studi Teknologi Laboratorium Medis Program Sarjana Terapan Semester : 8

Skripsi

Bimbingan

Jurnal Ilmiah

Syarat Sidang

Sidang Skripsi

Bimbingan						
No	Dosen	Topik	Masukan Dosen	Tanggal Bimbingan	Validasi Dosen	Aksi
1	196804202002122004 - DR. dr. I GUSTI AGUNG DEWI SARIHATI, M.Biomed	Bimbingan awal BAB 5 dan BAB 6	perbaiki tampilan tabel dan simpulan tabel	3 April 2026	✓	
2	196804202002122004 - DR. dr. I GUSTI AGUNG DEWI SARIHATI, M.Biomed	Bimbingan revisi BAB 5 dan BAB 6	revisi sudah sesuai	11 April 2026	✓	
3	196804202002122004 - DR. dr. I GUSTI AGUNG DEWI SARIHATI, M.Biomed	Bimbingan final BAB 5 dan BAB 6	ACC bab V dan VI	16 April 2026	✓	
4	198307172006041003 - IDA BAGUS MADE PUTRA MAHENDRA, S.Kom, MPH	Bimbingan awal penulisan BAB 5 dan BAB 6	Perbaiki tata tulis BAB 5 sesuai pedoman	20 April 2026	✓	
5	198307172006041003 - IDA BAGUS MADE PUTRA MAHENDRA, S.Kom, MPH	Bimbingan revisi BAB 5 dan BAB 6	Perbaiki tata tulis BAB 6 sesuai pedoman	21 April 2026	✓	
6	198307172006041003 - IDA BAGUS MADE PUTRA MAHENDRA, S.Kom, MPH	Bimbingan penulisan final BAB 5 dan BAB 6	Perbaiki final tata tulis BAB 5 dan BAB 6 sesuai pedoman	22 April 2026	✓	

Lampiran 11 Hasil Turnitin



11	Internet Source	<1 %
12	repository.ar-raniry.ac.id Internet Source	<1 %
13	jurnal.harianregional.com Internet Source	<1 %
14	museumsumpahpemuda.kemdikbud.go.id Internet Source	<1 %
15	es.scribd.com Internet Source	<1 %
16	repository.urecol.org Internet Source	<1 %
17	repository.usd.ac.id Internet Source	<1 %
18	C. L. Kaunang, S. Sane, E. Pudjihastuti. "Performans Sapi Yang Diberi Panicum maximum Teramoniasi dan Suplementasi UGB", Jurnal MIPA, 2019 Publication	<1 %
19	Mukhlidah Hanun Siregar, Ratu Diah Koerniawati, Agnes Irma Yuliarta Sijabat, Hanifa Utami, Azzakiyatul Nurkhairani. "Perbandingan Kadar Hemoglobin Ibu Hamil menggunakan Metode Digital dengan Metode Cyanmethemoglobin", Faletahan Health Journal, 2023 Publication	<1 %
20	poltekkesbengkulu.ac.id Internet Source	<1 %
21	repository.pelitabangsa.ac.id:8080 Internet Source	<1 %
22	www.indopremierinvestment.com Internet Source	<1 %
23	Egi Setiawan, Deka Ismi Mori Saputra, Raja Bani Pilitan, Ikhsan Maulana Putra, Jhony Hendra, Khairul Saleh. "Parachute Speed Chute Training on Dribbling Speed of Young Soccer Players", Academia Open, 2025 Publication	<1 %

24 Ega Prastika, Andik Purwanto, Nirwana
Nirwana. "PENGARUH PENDEKATAN
INTERACTIVE CONCEPTUAL INSTRUCTION (ICI)
BERBANTUAN SIMULASI PHET TERHADAP
HASIL BELAJAR SISWA", Jurnal Kumparan
Fisika, 2020
Publication

<1 %

25 www.forkompi.com
In-----
ACC. Admin/Ka. Unit Perpustakaan

Abdur Rahman, SKM., S.IPI., MA
NIP. 196809171989031005

<1 %

Exclude quotes on Exclude matches Off
Exclude bibliography On

Lampiran 12 Surat Pernyataan Persetujuan Publikasi Repository

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI REPOSITORY

Saya yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Putu Shinta Letisia Dewi
NIM : P07134222043
Program Studi : Sarjana Terapan
Jurusan : Teknologi Laboratorium Medis
Tahun Akademik : 2025 - 2026
Alamat : Jln. Hasanudin, Gang X, No.10, Tabanan
Nomor Hp/Email : 081353013287 / shintaletisia04@gmail.com

Dengan ini menyerahkan Skripsi dengan judul :

Perbandingan Hasil Pemeriksaan Hemoglobin Metode Manual
Cyanmethemoglobin Dengan Metode Otomatis *Hematology Analyzer*.

1. Dan menyetujuinya menjadi hak milik Poltekkes Kemenkes Denpasar serta memberi Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif untuk disimpan, dialih mediakan, dikelola dalam pangkalan data dan publikasinya di internet atau di media lain untuk kepentingan akademis selama tetap mencantumkan nama penulis sebagai pemilik Hak Cipta.
2. Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh. Apabila dikemudian hari terbukti ada pelanggaran Hak Cipta/Plagiarisme dalam skripsi ini, maka segala tuntutan hukum yang timbul akan saya tanggung pribadi tanpa melibatkan pihak Poltekkes Kemenkes Denpasar.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Denpasar, 22 Mei 2026
Yang menyatakan,



Putu Shinta Letisia Dewi
NIM. P07134222043

