

PERBEDAAN KADAR HEMOGLOBIN PADA KOMPONEN WHOLE BLOOD SEBELUM DAN SESUDAH DISIMPAN SELAMA 5 HARI

DIFFERENCE IN HEMOGLOBIN LEVELS OF WHOLE BLOOD COMPONENTS BEFORE AND AFTER FIVE-DAY STORAGE

Cindy Claudia Panjaitan¹, Nelma Hasibuan²,

Program Studi Diploma III Teknologi Laboratorium Medis, Poltekkes Kemenkes Medan¹

Dosen Program Studi Diploma III Teknologi Laboratorium Medis, Poltekkes Kemenkes Medan²

Email: cindyclaudiapanjaitan2005@gmail.com, nelmahasibuan10@gmail.com

ABSTRACT

Blood storage plays a crucial role in maintaining blood availability for transfusion, but it can impact the quality of blood components, including hemoglobin levels. This study aimed to determine the differences in hemoglobin levels in whole blood components before and after 5 days of storage at the Indonesian Red Cross (PMI) UTD in Medan City. The study used an observational analytical design with a quantitative approach to 41 whole blood samples selected using a simple random sampling technique. Hemoglobin levels were measured using a Sysmex XP-300 Hematology Analyzer. Data analysis was performed using the Shapiro–Wilk normality test and paired sample t-test. The results showed that the average hemoglobin level increased from 13.422 g/dL before storage to 14.598 g/dL after storage. The paired sample t-test showed a p-value <0.001, indicating a significant difference between hemoglobin levels before and after storage. The 8.76% increase in hemoglobin levels is suspected to be related to erythrocyte hemolysis during storage. It was concluded that 5 days of whole blood storage causes an increase in hemoglobin levels, so storage time and conditions need to be considered to maintain blood quality and the accuracy of laboratory test results

Keywords: hemoglobin; whole blood; blood storage.

ABSTRAK

Penyimpanan darah berperan penting dalam menjaga ketersediaan darah untuk transfusi, namun dapat memengaruhi kualitas komponen darah, termasuk kadar hemoglobin. Penelitian ini bertujuan mengetahui perbedaan kadar hemoglobin pada komponen *whole blood* sebelum dan sesudah penyimpanan selama 5 hari di UTD PMI Kota Medan. Penelitian menggunakan desain observasional analitik dengan pendekatan kuantitatif terhadap 41 sampel *whole blood* yang dipilih menggunakan teknik *simple random sampling*. Kadar hemoglobin diperiksa menggunakan Hematology Analyzer Sysmex XP-300. Analisis data dilakukan dengan uji normalitas Shapiro–Wilk dan *paired sample t-test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata kadar hemoglobin meningkat dari 13,422 g/dL sebelum penyimpanan menjadi 14,598 g/dL setelah penyimpanan. Uji *paired sample t-test* menunjukkan nilai $p < 0,001$, yang menandakan adanya perbedaan bermakna antara kadar hemoglobin sebelum dan sesudah penyimpanan. Peningkatan kadar hemoglobin sebesar 8,76% diduga berkaitan dengan hemolisis eritrosit selama penyimpanan. Disimpulkan bahwa penyimpanan *whole blood* selama 5 hari menyebabkan peningkatan kadar hemoglobin, sehingga waktu dan kondisi penyimpanan perlu diperhatikan untuk menjaga mutu darah dan keakuratan hasil pemeriksaan laboratorium.

Kata kunci: hemoglobin; *whole blood*; penyimpanan darah.

PENDAHULUAN

Whole Blood (WB) adalah komponen darah yang mengandung semua bagian darah, yaitu sel darah merah, sel darah putih, trombosit, dan plasma. Setiap kantong WB biasanya berisi sekitar 450 ml darah yang dicampur dengan 63 ml larutan antikoagulan. Komponen ini disimpan pada suhu 2–

8 °C untuk menjaga kualitas dan stabilitasnya selama penyimpanan. Sebagian besar isi WB terdiri dari sel darah merah dan plasma, karena trombosit dan sel darah putih hanya memiliki masa simpan terbatas pada suhu rendah ⁽¹⁾

Hemoglobin (Hb) adalah protein yang ada di sel darah merah dan memainkan peran penting dalam pertukaran gas di tubuh. Hemoglobin mengikat oksigen (O₂) di paru-paru, yang kemudian didistribusikan ke seluruh tubuh. Sebaliknya, karbon dioksida (CO₂), yang dihasilkan oleh metabolisme di jaringan, dibawa kembali ke paru-paru untuk dikeluarkan melalui pernapasan⁽²⁾

Kadar hemoglobin merupakan parameter yang menunjukkan jumlah pigmen respiratorik yang terkandung di dalam eritrosit. Pada kondisi normal, konsentrasi hemoglobin dalam darah berkisar sekitar 15 gram per 100 mL darah, yang secara konvensional dinyatakan sebagai nilai 100%⁽³⁾ Kadar hemoglobin dalam darah juga memainkan peran penting dalam menjaga keseimbangan tubuh. Ini termasuk pengaturan suhu tubuh, keseimbangan cairan dan elektrolit, serta berfungsi sebagai media komunikasi antara sel, jaringan, dan organ dengan mengangkut berbagai hormon dan zat kimia lain yang dibutuhkan untuk mengkoordinasikan berbagai proses fisiologis dalam tubuh ⁽⁴⁾ Sebagai komponen utama dalam proses respirasi, hemoglobin berperan mengikat oksigen di paru-paru untuk kemudian didistribusikan ke seluruh jaringan tubuh. Selanjutnya, hemoglobin membawa karbon dioksida yang dihasilkan dari metabolisme sel kembali ke paru-paru agar dapat dikeluarkan melalui proses ekspirasi. Selain berfungsi dalam pertukaran gas, hemoglobin juga berperan dalam mempertahankan keseimbangan asam-basa tubuh serta berinteraksi dengan berbagai molekul sinyal dan senyawa biologis yang berperan dalam berbagai proses fisiologis⁽⁵⁾

Transfusi darah adalah proses di mana penerima diberikan darah utuh atau komponen darah dari seorang donor. Proses ini dilakukan dengan memastikan bahwa antigen pada sel darah merah donor cocok dengan antibodi dalam serum atau plasma penerima, untuk mencegah reaksi hemolitik⁽⁶⁾ Keamanan transfusi ditingkatkan dengan hanya menggunakan darah saat benar-benar dibutuhkan dan menerapkan alternatif transfusi yang aman untuk menghindari transfusi yang tidak perlu⁽⁷⁾ Tujuan dari transfusi darah adalah untuk mengobati anemia atau kadar hemoglobin yang rendah, menggantikan komponen darah yang hilang atau kurang, dan mengembalikan volume darah akibat kehilangan darah, baik karena operasi maupun kecelakaan ⁽⁸⁾ . Transfusi satu kantong darah dengan volume sekitar 350–450 mL yang diberikan selama 2–4 jam dapat meningkatkan kadar hemoglobin pasien sekitar 1 g/dL. Dalam praktiknya, darah yang digunakan umumnya merupakan darah simpan, sehingga kualitasnya harus tetap terjaga agar efektivitas transfusi tetap optimal. Sebelum didistribusikan untuk transfusi, darah disimpan dalam lemari pendingin menggunakan antikoagulan CPDA-1 (Citrate Phosphate Dextrose Adenine-1) pada suhu 2–6°C. Penyimpanan ini bertujuan mempertahankan kemampuan darah mengangkut oksigen, memperlambat penggunaan dekstrosa sebagai sumber energi, serta menghambat pertumbuhan bakteri. Meskipun masa hidup eritrosit sekitar 120 hari, sekitar 1–5% sel darah merah dapat mengalami kerusakan selama proses pengambilan darah, dan daya tahannya terus menurun selama penyimpanan akibat berkurangnya kadar adenosin trifosfat (ATP), sehingga dapat memengaruhi kualitas darah untuk transfusi ⁽⁹⁾

Daya hidup sel darah merah terus menurun semakin lama darah disimpan. Saat pengambilan darah dari pendonor, diperkirakan sekitar 1–5% sel darah merah mengalami kerusakan. Persentase ini naik menjadi sekitar 10% setelah darah disimpan selama dua minggu dalam larutan ACD, dan mencapai sekitar 25% setelah empat minggu penyimpanan⁽¹⁾

Berdasarkan lama penyimpanan, whole blood (WB) dibagi menjadi fresh whole blood (FWB) dan stored whole blood (SWB). FWB adalah darah yang disimpan kurang dari 6 jam, sehingga masih mengandung trombosit dan faktor pembekuan yang labil. Setelah waktu ini, darah dikategorikan sebagai SWB. Penggunaan FWB sekarang tidak lagi disarankan, karena biasanya tidak diuji untuk infeksi yang dapat ditularkan melalui transfusi. Berbagai studi menunjukkan bahwa efek hemostatik SWB sebanding dengan FWB, jadi SWB lebih sering digunakan dalam praktik transfusi. SWB bisa disimpan dengan antikoagulan CPD hingga 21 hari dan dengan CPDA hingga 35 hari pada suhu 2–6°C⁽¹⁰⁾

Semakin lama darah disimpan, semakin banyak sel darah merah yang mengalami hemolisis, sehingga jumlah sel yang masih hidup berkurang. Hemolisis sel darah merah selama penyimpanan bisa menyebabkan hemoglobin keluar dari sel ke plasma, yang mungkin meningkatkan kadar hemoglobin bebas dalam darah yang disimpan ⁽¹¹⁾

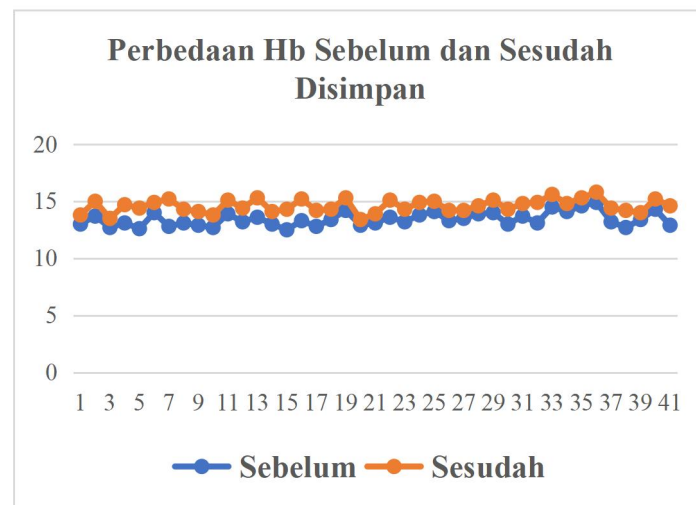
Suhu penyimpanan adalah faktor penting untuk menjaga kualitas darah, terutama kemampuan sel darah merah dalam mengangkut oksigen. Jika disimpan pada sekitar 2–6°C, pertumbuhan bakteri seharusnya bisa dicegah dan kontaminasi produk darah bisa dihindari. Namun, suhu terlalu rendah, di bawah 2°C, bisa menyebabkan hemolisis atau kerusakan pada sel darah merah. Hemolisis adalah kondisi di mana membran sel darah merah rusak, sehingga hemoglobin keluar dari sel ke plasma. Proses ini bisa dikenali dari warnanya yang agak kemerahan karena hemoglobin bebas. Tingkat hemolisis bisa meningkat seiring lama penyimpanan darah, perubahan suhu, dan faktor biologis individu ⁽¹²⁾

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis perbedaan kadar hemoglobin pada komponen *whole blood* sebelum dan sesudah penyimpanan selama 5 hari. Penelitian dilaksanakan di Unit Transfusi Darah (UTD) PMI Kota Medan pada Oktober 2025 hingga Maret 2026. Populasi penelitian adalah seluruh komponen *whole blood* yang diproduksi selama periode penelitian, sedangkan sampel terdiri atas 41 kantong *whole blood* yang dipilih menggunakan teknik *simple random sampling*.

Pemeriksaan kadar hemoglobin dilakukan menggunakan Hematology Analyzer Sysmex XP-300 sebelum penyimpanan dan setelah penyimpanan selama 5 hari pada suhu 2–6°C. Data dianalisis secara deskriptif untuk memperoleh nilai rerata, simpangan baku, nilai minimum, dan maksimum. Uji normalitas dilakukan menggunakan Shapiro–Wilk, kemudian dilanjutkan dengan *paired sample t-test* untuk menganalisis perbedaan kadar hemoglobin sebelum dan sesudah penyimpanan pada tingkat kemaknaan 95% ($p = 0,05$).

HASIL



Gambar 1. Grafik Kadar Hemoglobin Sebelum dan Sesudah Disimpan

Hasil ini menunjukkan bahwa kadar hemoglobin pada komponen *whole blood* setelah penyimpanan selama 5 hari mengalami peningkatan dibandingkan sebelum penyimpanan. Perubahan tersebut menunjukkan bahwa proses penyimpanan dapat memengaruhi kadar hemoglobin pada komponen *whole blood*.

Tabel 1. Analisis deskriptif

Variabel	N	Mean	Std.Deviasi	Minumum	Maksimum
Sebelum disimpan	41	13.422	.5985	12.5	14.9
Sesudah disimpan	41	14.598	.5681	13.4	15.8

Tabel 1 menunjukkan hasil analisis deskriptif kadar hemoglobin pada komponen *whole blood* sebelum dan sesudah penyimpanan selama 5 hari. Rerata kadar hemoglobin sebelum

penyimpanan sebesar 13,422 g/dL, sedangkan setelah penyimpanan sebesar 14,598 g/dL. Nilai minimum dan maksimum sebelum penyimpanan masing-masing adalah 12,5 g/dL dan 14,9 g/dL, sedangkan setelah penyimpanan adalah 13,4 g/dL dan 15,8 g/dL.

Tabel 2. Uji normalitas

Variabel	Statistik	df	Sig.
Sebelum disimpan	.950	41	.073
Sesudah disimpan	.976	41	.540

Tabel 2 menunjukkan hasil uji normalitas Shapiro–Wilk terhadap kadar hemoglobin sebelum dan sesudah penyimpanan selama 5 hari. Nilai signifikansi sebelum penyimpanan sebesar 0,073 dan setelah penyimpanan sebesar 0,540, sehingga kedua kelompok data berdistribusi normal.

Tabel 3. Uji Paired Sample T-Test

Variabel	Mean	Std. Deviasi	t	df	Sig (2tailed)
Sebelum, Sesudah Disimpan	- 1,3317	5,785	14,739	40	<0,001

Tabel 3 diperoleh nilai signifikansi $p < 0,001$, hasil analisis menunjukkan bahwa kadar hemoglobin sebelum dan sesudah penyimpanan berbeda secara signifikan.

$$\begin{aligned}
 \text{Persestasi \%} &= \frac{\text{Mean Sesudah} - \text{Mean Sebelum}}{\text{Mean Sebelum}} \times 100\% \\
 &= \frac{14,598 - 13,422}{13,422} \times 100\% \\
 &= \frac{1,176}{13,422} \times 100\% \\
 &= 0,0876 \times 100\% \\
 &= 8,76\%
 \end{aligned}$$

Terjadi peningkatan kadar hemoglobin sebesar 8,76% pada komponen darah *whole blood* sesudah disimpan selama 5 hari.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan kadar hemoglobin pada komponen *whole blood* antara sebelum dan sesudah penyimpanan selama 5 hari. Setelah penyimpanan, kadar hemoglobin mengalami peningkatan sebesar dibandingkan dengan kadar hemoglobin sebelum penyimpanan.

Perubahan kadar hemoglobin selama penyimpanan perlu dipahami sebagai perubahan kadar hemoglobin yang terukur pada sampel, bukan sebagai pembentukan hemoglobin baru selama penyimpanan. Selama penyimpanan, eritrosit tetap mengalami proses metabolisme dan perubahan karakteristik sel. Perubahan tersebut dapat memengaruhi parameter hematologi dan hasil pemeriksaan. Oleh karena itu, perbedaan hasil antara penelitian ini dengan penelitian sebelumnya kemungkinan berkaitan dengan kondisi penyimpanan, karakteristik darah donor, antikoagulan, suhu, lama penyimpanan, serta faktor pemeriksaan laboratorium⁽¹³⁾

Penyimpanan darah dapat menyebabkan perubahan pada komponen darah, termasuk kadar hemoglobin. Selama penyimpanan, eritrosit tetap mengalami proses metabolisme sehingga dapat terjadi perubahan karakteristik sel dan kondisi biokimia darah. Perubahan tersebut dapat memengaruhi hasil pemeriksaan kadar hemoglobin⁽¹⁴⁾

Kadar hemoglobin pada produk darah mengalami peningkatan setelah masa penyimpanan, yang disebabkan oleh kerusakan membran eritrosit dan pelepasan hemoglobin bebas ke dalam plasma. Selama penyimpanan terjadi perubahan biokimia yang menyebabkan eritrosit menjadi lebih rapuh dan mudah mengalami lisis ⁽¹⁵⁾

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kadar hemoglobin pada komponen *whole blood* sebelum dan sesudah penyimpanan selama 5 hari. Penyimpanan darah memengaruhi kadar hemoglobin pada komponen *whole blood*, yang mengindikasikan adanya perubahan kualitas darah selama masa penyimpanan. Oleh karena itu, waktu dan kondisi penyimpanan darah perlu diperhatikan untuk menjaga mutu komponen darah sehingga tetap memenuhi standar kualitas sebelum digunakan untuk transfusi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Maharani EA, Noviar G. Imunohematologi dan bank darah. 2018.
2. Yusniati. Pengaruh Variasi Waktu Inkubasi Terhadap Kadar Hemoglobin Metode Drabkin's Dengan Mikrolab 300. 2019.
3. Riki Rinaldi, Silvia Indra, Tasya Nadira Annisa. Perbedaan Hasil Pemeriksaan Kadar Hemoglobin Sampel Darah Vena Remaja Segera Diperiksa dan Ditunda dengan Metode Sahli. Jurnal teknologi Kesehatan Borneo. 2023 Dec 31;4(2):49–57. doi:10.30602/jtkb.v4i2.281
4. Fdil N. Blood Physiology and its Functions. Journal of Contemporary Medical Education. 2022.
5. Agesti N, Damrah D, Rasyid W, Welis W, Rahman D, Zarya F. The Role of Hemoglobin in Maintaining Health: A Literature Review. JURNAL INFO KESEHATAN. 2024 Jun 30;22(2):395–408. doi:10.31965/infokes.vol22.iss2.1482
6. Utami, Aprilia. Pengaruh Lama Simpan terhadap Jumlah Eritrosit pada Sediaan Whole Blood di Bank darah RSUD Bendan Pekalongan. [Internet]. 2017. Available from: <http://repository.unimus.ac.id>
7. Permenkes No 91. PERATURAN MENTERI KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA. 2015.
8. Aliviameita A. BUKU AJAR MATA KULIAH IMUNOHEMATOLOGI UMSIDA PRESS Sidoarjo PROGRAM STUDI TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS FAKULTAS ILMU KESEHATAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SIDOARJO 2020. 2020.
9. Saputro AA, Lestari CR. PENGARUH WAKTU PENYIMPANAN DARAH TERHADAP KADAR HEMOGLOBIN PADA KOMPONEN WHOLE BLOOD DARAH DONOR. JURNAL ANALIS LABORATORIUM MEDIK. 2021 Dec 21;6(2):50–6. doi:10.51544/jalm.v6i2.2066
10. Sarwoko, Ferdi. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kadar Kalium Plasma Pada Whole Blood di UTD Dinas Kesehatan Mesuji. 2022.
11. Martha Adiratna N, Nelma, Analis Kesehatan J, Kesehatan Kemenkes Medan PR. PENGARUH PENYIMPANAN DARAH TERHADAP KADAR HEMOGLOBIN PADA KOMPONEN WHOLE BLOOD DARAH DONOR SEBELUM DAN SESUDAH DISIMPAN SELAMA SATU MINGGU DI PMI KOTA MEDAN. JoIMedLabS. 2023;4(1):70–7.
12. Suminingsih, Ariyadi, Tulus. Pengaruh Lama Simpan Kantong Darah Donor Pada Suhu 2-6 o Terhadap Kadar Hemoglobin Sebelum Transfusi Darah. 2017.

13. Susila S, Helin T, Joutsu-Korhonen L, Lauronen J, Ilmakunnas M. Quality of whole blood stored in room temperature for up to 5 days. *Transfusion (Paris)*. 2025 May 1;65(S1):S193–203. doi:10.1111/trf.18133 PubMed PMID: 39908257.
14. Rahmah, Chairunissa. PENGARUH LAMA PENYIMPANAN KANTONG DARAH TERHADAP KADAR HEMOGLOBIN PADA KOMPONEN WHOLE BLOOD DI UNIT DONORDARAH PMI KOTA PALANGKA RAYA. 2021.
15. Avrilia Ranika Puteri O, Setyaji Y, Setyowatiningsih Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Semarang L. Hemoglobin Levels in PRC Blood Products Before and After Shelf Life Period. *Academic Hospital Journal*. 2025. Available from: www.journal.ugm.ac.id/ahj