

**PERBEDAAN KADAR HEMOGLOBIN TERHADAP MASA
SIMPAN PACKED RED CELL (PRC) PADA HARI 1,HARI KE
7 DAN HARI KE 15 DI UTD PRINGADI MEDAN**

SKRIPSI



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Oleh:

MELISA PUTRI WULANDARI

2008260038

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

MEDAN

2024

**PERBEDAAN KADAR HEMOGLOBIN TERHADAP MASA
SIMPAN PACKED RED CELL (PRC) PADA HARI 1,HARI KE
7 DAN HARI KE 15 DI UTD PRINGADI MEDAN**

**Skripsi ini diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Kelulusan Sarjana Kedokteran**



Oleh:

MELISA PUTRI WULANDARI

2008260038

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

Lembar Persetujuan Pembimbing



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI, PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS KEDOKTERAN
Jalan Gedung Arca No. 53 Medan 20217 Telp. (061) 7350163 – 7333162 Ext.
20 Fax. (061) 7363488
Website : fk@umsu.ac.id



HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Melisa Putri Wulandari
NPM : 2008260038
Judul : Perbedaan Kadar Hemoglobin Terhadap Masa Simpan Packed Red Cell (PRC) Pada hari 1 , Hari ke 7, Dan Hari Ke 15 Di UTD Pringadi Medan

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

DEWAN PENGUJI

Pembimbing,

(dr. Fani Ade Irma, M.Ked (Clinpath), Sp.PK (K))

Penguji 1

(dr. Dedi Ansyari, M.Ked (Clinpath), Sp.PK)

Penguji 2

(dr. Yuli Syahfitri, M.Ked (Clinpath), Sp.PK)

Mengetahui,

Dekan FK UMSU

Ketua Program Studi
Pendidikan Dokter
FK UMSU

(dr. Siti Maslana Siregar, Sp.THT-KL (K))
NIDN: 0106098201

(dr. Desi Isnawanti, M.Pd.Ked)
NIDN: 0112098605

Ditetapkan di: Medan
Tanggal: 5 Agustus 2024

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan benar

Nama : Melisa Putri Wulandari

NPM : 2008260038

Judul Skripsi : PERBEDAAN KADAR HEMOGLOBIN TERHADAP MASA SIMPAN PACKED RED CELL (PRC) PADA HARI 1, HARI KE 7 DAN HARI KE 15 DI UTD PRINGADI MEDAN

Demikianlah pernyataan ini saya perbuat, untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Medan, 18 Juni 2024

(Melisa Putri Wulandari)

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala limpahan hidayah-Nya saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul " PERBEDAAN KADAR HEMOGLOBIN TERHADAP MASA SIMPAN PACKED RED CELL (PRC) PADA HARI 1,HARI KE 7 DAN HARI KE 15 DI UTD PRINGADI MEDAN". Alhamdulillah, bahwa penulis diberikan kesehatan dan kekuatan untuk menyelesaikan skripsi ini, banyak penulis menerima bantuan, arahan, bimbingan, dari perkuliahan hingga pada saat penyusunan skripsi ini. Ilmu, kesabaran yang diberikan semoga menjadi amal kebaikan baik di dunia maupun di akhirat. Tujuan penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi persyaratan guna memperoleh gelar sarjana Kedokteran di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Oleh sebab itu, saya menyampaikan terimakasih kepada :

1. dr. Siti Masliana Siregar, Sp. THT-KL (K), selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
2. dr. Desi Isnayanti, M.Pd.Ked, selaku Ketua Program Studi Pendidikan Kedokteran .
3. dr.Fani Ade Irma, M.Ked Clinpath, Sp.PK (K) selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, tenaga dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini sehingga terselesaikan dengan baik.
4. dr.Dedi Insyari, M.Ked Clinpath, Sp.PK yang telah bersedia menjadi dosen penguji yang memberikan banyak masukan, arahan hingga skripsi ini menjadi semakin baik
5. dr. Yuli Syafitri, Sp.PK yang telah bersedia menjadi dosen penguji dua serta memberikan banyak masukan dan arahan dalam menyelesaikan skripsi ini
6. seluruh dosen dan karyawan yang terdapat di Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang membeikan pengajaran dan ilmunya kepada penulis, semoga nantinya ilmu yang diterima menjadi modal yang baik kedepannya.
7. Ayahanda saya Wawan Wijayanto, SP, Ibunda Vivi Sri Ningsih Khan, adik saya Puspa Ayu Suryaning Wijaya dan seluruh keluarga tercinta yang telah membantu, mendoakan dan memberi support kepada saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
8. Dr. Emi Memori Pakpahan, M.Ked Clinpath, Sp.PK. yang telah meluangkan waktunya untuk membimbing saya dalam melakukan penelitian di UTD PRINGADI Medan.

9. Terima kasih untuk tante saya dr.Kurnia Sari Dewi, M.Ked Clinpath,Sp.PK. yang telah mendoakan dan memberi dukungan terhadap saya selama menyelesaikan penelitian ini.
10. Teman-teman serta sahabat baik saya yang berada di angkatan 2020 maupun di fakultas lain yang telah membantu saya dan juga selalu memberi dukungan terhadap saya dalam menyelesaikan penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kategori sempurna ,karna sesungguhnya kesempurnaan hanya milik Allah. Maka dari itu untuk kritik & saran terhadap penelitian ini saya harapkan.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan untuk pihak-pihak yang sudah membantu saya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua orang.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Medan 18 Juni 2024

(Melisa Putri Wulandari)

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK**

KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Melisa Putri Wulandari

NPM : 2008260038

Fakultas : Pendidikan Dokter

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas skripsi saya yang berjudul : " Perbedaan Kadar Hemoglobin Terhadap Masa Simpan Packed Red Cell (PRC) Pada Hari 1, Hari Ke 7 Dan Hari Ke 15 Di UTD PRINGADI MEDAN".

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 18 juni 2024

Yang Menyatakan,

(Melisa Putri Wulandari)

ABSTRAK

Latar Belakang: PRC adalah komponen darah yang dipisahkan dari darah utuh, yang terdiri dari sel darah merah dengan sebagian besar plasma, leukosit, dan trombosit dihilangkan. Hemoglobin adalah protein utama dalam sel darah merah yang bertanggung jawab untuk mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh dan membawa karbon dioksida kembali ke paru-paru untuk dikeluarkan. Selama penyimpanan, membran sel darah merah menjadi lebih rapuh akibat stres oksidatif dan perubahan metabolik. Kerusakan membran dapat menyebabkan hemolisis, yaitu pecahnya sel darah merah yang melepaskan hemoglobin bebas ke dalam larutan penyimpanan. Penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui perbedaan kadar HB dengan masa simpan packed red cell (PRC) terhadap kadar hemoglobin hari 1, hari ke 7 dan hari ke 15 di UTD Pringadi Medan. **Metode:** Jenis penelitian adalah studi *Prospektif*, Penelitian ini dilakukan di berbagai waktu untuk dibandingkan. Total sampel pada penelitian ini yaitu 75 orang. Analisis data diolah menggunakan SPSS. Pertama dilakukan uji normalitas, uji normalitas yang digunakan yaitu *Kolmogorov-Smirnov*. Setelah uji normalitas dilakukan uji homogenitas. Jika data berdistribusi homogen/normal maka dilakukan uji *One-Way ANOVA* untuk membandingkan. **Hasil:** Terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar Hemoglobin hari ke-1, hari ke-7, dan hari ke-15. **Kesimpulan:** Lama penyimpanan prc dapat mempengaruhi kadar hemoglobin.

Kata kunci : Lama penyimpanan, Packed Red Cell , Kadar hemoglobin.

ABSTRACT

Background: PRC is a blood component separated from whole blood, which consists of red blood cells with most plasma, leukocytes, and platelets removed. Hemoglobin is the main protein in red blood cells that is responsible for transporting oxygen from the lungs to the rest of the body and carrying carbon dioxide back to the lungs for excretion. During storage, the red blood cell membrane becomes more fragile due to oxidative stress and metabolic changes. Membrane damage can lead to hemolysis, which is the rupture of red blood cells that release free hemoglobin into the storage solution. This study aims to determine the difference in HB levels with the shelf life of packed red cells (PRC) on hemoglobin levels on day 1, day 7 and day 15 at UTD Pringadi Medan. **Methods:** The type of research is *a Prospective study*, the study is conducted at various times for comparison. The total sample in this study is 75 people. Data analysis was processed using SPSS. First, a normality test was carried out, the normality test used was *Kolmogorov-Smirnov*. After the normality test, a homogeneity test was carried out. If the data is homogeneous/normally distributed, a *One-Way ANOVA test* is carried out to compare. **Results:** There was a significant difference between Hemoglobin levels on day 1, day 7, and day 15. **Conclusion:** The length of storage of prc may affect hemoglobin levels.

Keywords: Storage time, Packed Red Cell, Hemoglobin levels.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN ORIGINALITAS	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.3.1 Tujuan Umum	3
1.3.2 Tujuan Khusus	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.4.1 Manfaat Teoritis.....	4
1.4.2 Manfaat Praktisi.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Darah.....	5
2.1.1 Darah dan Komponen Penyusunnya	5
2.1.2 Penyimpanan Darah	7
2.2 Packed Red Cell (PRC).....	8
2.2.1 Indikasi Waktu Pemberian PRC.....	9
2.2.2 Keuntungan	10
2.3 Hemoglobin.....	10
2.3.1 Pengertian Hemoglobin.....	10
2.3.2 Kadar Hemoglobin	10
2.3.3 Struktur Hemoglobin.....	10
2.3.4 Fungsi Hemoglobin	11
2.4 Metode Penetapan Kadar Hemoglobin.....	11
2.5 Prosedur Pemeriksaan Hemoglobin	13
2.6 Kerangka Teori.....	15

2.7 Hipotesis.....	15
2.8 Kerangka Konsep	16
BAB III METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Definisi Oprasional	17
3.2 Jenis dan Desain Penelitian	17
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian	17
3.3.1 Populasi Penelitian	17
3.3.2 Sampel Penelitian.....	17
3.4 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.4.1 Tempat Penelitian.....	18
3.5.2. Waktu Penelitian	18
3.5 Teknik Pengumpulan Data	21
3.6 Teknik Pengolahan Data	21
3.7 Teknik Analisis Data.....	21
3.8 Alur Penelitian.....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	23
4.1 Hasil Penelitian	23
4.1.1 Distribusi Sampel Berdasarkan Hasil Kadar Hemoglobin Hari 1, Hari Ke 7 Dan, Hari ke-15	23
4.1.2 Hasil Uji Analitik	25
4.1.3 Hasil Uji Normalitas	25
4.1.4 Uji Homogenitas	26
4.1.5 Uji Parametrik Anova	26
4.2 Pembahasan	27
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	30
5.1 Kesimpulan	30
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Alat yang digunakan untuk pemeriksaan trombosit.....	13
Tabel 2.2 Bahan yang digunakan untuk pemeriksaan trombosit.....	13
Tabel 3.1 Defi nisi Oprasional.....	17
Tabel 3.2 Waktu Penelitian	18
Tabel 4.1 Distribusi Sampel Berdasarkan Rata-Rata kadar Hemoglobin awal....	23
Tabel 4.2 Distribusi Sampel Berdasarkan Rata-Rata Uji Deskriptif Pemeriksaan Hari ke-1,Hari ke-7,Dan Hari ke-15	23

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kerangka Teori.....	15
Gambar 2.2 Kerangka Konsep.....	15
Gambar 3.1 Alur Penelitian	22
Gambar 4.1 Grafik Perubahan Hemoglobin Pada darah PRC Hari ke-1, Hari ke-7, Dan Hari ke-15.	24

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyimpanan Packed Red Cells (PRC) atau sel darah merah yang dikemas merupakan aspek penting dalam transfusi darah. PRC adalah komponen darah yang dipisahkan dari darah utuh, yang terdiri dari sel darah merah dengan sebagian besar plasma, leukosit, dan trombosit dihilangkan. Penyimpanan PRC harus dilakukan dengan hati-hati untuk memastikan efektivitas dan keamanan bagi penerima transfusi. Terdapat beberapa aspek penting tentang penyimpanan PRC. PRC biasanya disimpan pada suhu 1-6°C. Suhu ini membantu memperlambat metabolisme sel darah merah dan mencegah pertumbuhan bakteri. Penyimpanan pada suhu yang tepat sangat penting untuk menjaga stabilitas dan viabilitas sel darah merah. PRC yang disimpan dengan CPDA-1 memiliki umur simpan hingga 35 hari pada suhu 1-6°C. Selama periode ini, CPDA-1 membantu menjaga viabilitas dan fungsi sel darah merah, meskipun beberapa perubahan penyimpanan tetap terjadi. Selama penyimpanan, sel darah merah mengalami perubahan biokimia dan fisik yang dikenal sebagai "penyimpanan lesi." Perubahan ini dapat meliputi Adenosin trifosfat (ATP) adalah sumber energi utama bagi sel darah merah. Selama penyimpanan, kadar ATP menurun, yang dapat mempengaruhi kemampuan sel darah merah untuk mempertahankan integritas membran dan fungsi seluler. Perubahan Mekanis akibat Hemolisis Hemolisis adalah proses pecahnya sel darah merah, yang dapat meningkat selama penyimpanan. Hemolisis menghasilkan pelepasan hemoglobin bebas ke dalam larutan penyimpanan, yang dapat berpotensi menyebabkan reaksi transfusi jika digunakan pada pasien. ⁽¹⁾

Hemoglobin adalah protein utama yang terdapat di dalam sel yang bertugas membawa oksigen dari paru-paru menuju keseluruhan bagian tubuh dan membawa kembali karbon dioksida menuju paru-paru untuk dikeluarkan. Kadar hemoglobin dalam PRC merupakan indikator penting dari kualitas dan efektivitas darah yang ditransfusikan. Perubahan Selama Penyimpanan terjadi Kerusakan

Membran Sel Selama penyimpanan, membran sel darah merah menjadi lebih rapuh akibat stres oksidatif dan perubahan metabolik. Kerusakan membran dapat menyebabkan hemolisis, yaitu pecahnya sel darah merah yang melepaskan hemoglobin bebas ke dalam larutan penyimpanan. Keadaan Eritrosit yang Hemolisis dan Pengaruhnya terhadap Kadar Hemoglobin dalam Penyimpanan PRC.⁽²⁾

Hemolisis adalah proses di mana sel darah merah (eritrosit) pecah dan melepaskan hemoglobin ke dalam larutan di sekitarnya. Hemolisis dapat terjadi selama penyimpanan Packed Red Cells (PRC) dan memiliki dampak signifikan terhadap kadar hemoglobin. bagaimana hemolisis mempengaruhi kadar hemoglobin dalam PRC yang disimpan. Terjadi penurunan pH Metabolisme anaerobik menghasilkan asam laktat, menurunkan pH dalam kantung PRC. Penurunan pH dapat mempengaruhi stabilitas hemoglobin dan mempercepat kerusakan sel darah merah. Pengukuran Kadar Hemoglobin Hemoglobin Total, Kadar hemoglobin total dalam PRC biasanya diukur segera setelah pengumpulan dan secara berkala selama penyimpanan untuk memantau perubahan. Hemoglobin Bebas dihasilkan dari hemolisis dapat diukur untuk menilai kerusakan sel darah merah selama penyimpanan. Pengaruh Hemolisis terhadap Kadar Hemoglobin terjadi Peningkatan Hemoglobin Bebas Saat eritrosit hemolisis, hemoglobin dilepaskan dari dalam sel ke larutan penyimpanan, meningkatkan konsentrasi hemoglobin bebas. Hemoglobin bebas tidak berfungsi sama seperti hemoglobin dalam eritrosit untuk mengangkut oksigen. Perubahan Pengukuran Kadar Hemoglobin, Pengukuran kadar hemoglobin dalam PRC biasanya mencakup hemoglobin total, tetapi hemolisis menyebabkan perubahan distribusi antara hemoglobin dalam eritrosit dan hemoglobin bebas. Hemoglobin bebas yang dihasilkan dari hemolisis dapat menyebabkan reaksi transfusi yang merugikan, seperti hiperpotasemia, hemoglobinuria, dan kerusakan ginjal, gangguan vaskular.⁽³⁾

Penelitian kali ini berjudul “Perbedaan masa simpan Packed Red Cell (PRC) terhadap kadar hemoglobin hari 1, hari ke 7, dan hari ke 15 di UTD Pringadi Medan”. Penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya terletak pada waktu, tempat penelitian, jumlah sampel kantong darah. Dan juga lama penyimpanan PRC berbeda dengan penelitian sebelumnya. Untuk kesamaan nya menggunakan sampel yang sama yaitu darah donor PRC.

Penelitian Pesalmen Saragih et al (2019) Pengaruh waktu simpan Packed Red Cells (PRC) terhadap perubahan kadar hemoglobin di RSUP H. Adam Malik, Medan, Indonesia menjelaskan temuannya pada hasil penelitian adanya perubahan kadar hemoglobin terhadap lama waktu simpan PRC dimana menunjukkan hasil yang bermakna. Meningkatnya kadar Hb bebas dan F2 α -isoprostan sebagai penyebab selama penyimpanan PRC. Kadar hemoglobin total dalam PRC mungkin tampak meningkat karena adanya hemoglobin bebas, meskipun jumlah eritrosit utuh sebenarnya menurun.⁽⁴⁾

Oleh karena itu, tujuan penelitian ini yaitu mengetahui perbedaan kadar hemoglobin pada PRC terhadap 3 kelompok berbeda yaitu kadar hemoglobin hari ke-1, hari ke-7, dan hari ke 15 di UTD Pringadi Medan. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan kita pemahaman yang lebih lanjut antara hubungan kadar hemoglobin terhadap lama penyimpanan PRC.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah “perbedaan masa simpan packed red cell (PRC) terhadap kadar hemoglobin hari 1, hari ke 7 dan hari ke 15 di UTD Pringadi Medan?”

1.3 Tujuan Penelitian.

1.3.1 Tujuan Umum

Mengetahui perbedaan kadar HB dengan masa simpan packed red cell (PRC) terhadap kadar hemoglobin hari 1, hari ke 7 dan hari ke 15 di UTD Pringadi Medan.

1.3.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus dalam penelitian ini adalah :

1. Mengetahui gambaran rata-rata kadar hemoglobin pada hari 1, hari ke 7, dan hari ke 15 di UTD Pringadi Medan.
2. Mengetahui Gambaran rata-rata kadar HB awal.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menambah dan memperluas wawasan ilmu pengetahuan tentang perbedaan masa simpan packed red cell (PRC) terhadap kadar hemoglobin hari 1, hari ke 7 dan hari ke 15 di UTD Pringadi Medan.

1.4.2 Manfaat Praktisi

1. Bagi Institusi

Dapat dijadikan tambahan ilmu pengetahuan dan wawasan di bidang Patologi Klinik.

2. Bagi Masyarakat

Dapat memberikan informasi tentang pengaruh perbandingan masa simpan packed red cell (PRC) terhadap kadar hemoglobin hari 1, hari ke 7 dan hari ke 15 di UTD Pringadi Medan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Darah

2.1.1 Darah dan Komponen Penyusunnya

Darah adalah gabungan berbagai jenis sel darah dengan cairan kekuningan yang biasanya disebut sebagai plasma. Sel darah yang dimaksud di atas terdiri atas 3 jenis yaitu sel darah merah, sel darah putih dan trombosit. Darah yang terdapat didalam tubuh manusia terdiri atas 450 ml darah dan 63 ml antikoagulan. Nilai hematokritnya 3.644%, darah lengkap yang disimpan pada suhu 2-6°C, maka secara fungsional isi utama *whole blood* terdiri dari sel darah merah dan plasma, perubahan metabolik terjadi pada sel darah merah dan plasma selama penyimpanan⁽⁵⁾.

Komponen darah lengkap menyediakan daya dukung oksigen dan penambahan volume darah. Terutama digunakan pada pasien dengan indikasi primer yaitu pasien dengan pendarahan aktif yang telah kehilangan 25% dari volume total darahnya. Dampak negatif penggunaan darah lengkap kemungkinan menyebabkan kelebihan cairan. Darah lengkap yang kurang dari 7 hari bermanfaat untuk transfusi penggantian pada neonatus untuk pencegahan hiperkalemia⁽⁵⁾.

Karakteristik darah umumnya meliputi warna, viskositas (kekentalan), pH, volume dan komposisinya.

1. Darah yang memiliki kandungan oksigen memiliki warna merah muda yang berikatan dengan hemoglobin dalam sel darah merah. Darah vena berwarna merah tua/gelembung karena kurang oksigen dibandingkan dengan darah arteri.
2. Viskositas darah $\frac{3}{4}$ lebih tinggi dari pada viskositas air yaitu sekitar 1.048-1.066.
3. pH darah bersifat alkalin dengan pH 7,35-7,45.
4. Volume pada orang dewasa volume darah sekitar 70-75 mL/kg BB atau sekitar 4-5 liter darah.

Secara garis besar, terdapat 3 fungsi utama darah adalah sebagai berikut:

- 1) Sebagai transportasi substansi berikut :
 - a. Transportasi O₂ dan CO₂ dengan jalur melalui paru-paru dan seluruh tubuh.
 - b. Transportasi nutrisi hasil pencernaan ke seluruh tubuh.
 - c. Transportasi hasil pembuangan tubuh untuk didetoksifikasi atau dibuang oleh hati dan ginjal.
 - d. Transportasi hormon dari kelenjar target sel.
 - e. Membantu mengatur suhu tubuh.
- 2) Sebagai proteksi, darah banyak berperan dalam proses inflamasi:
 - a. Leukosit berfungsi menghancurkan mikroorganisme patogen dan sel kanker.
 - b. Antibodi dan protein lainnya menghancurkan atau mengeliminasi substansi patogen.

c. Trombosit menginisiasi faktor pembekuan darah untuk meminimalisir kehilangan darah.

3) Sebagai regulator, darah berperan dalam meregulasi (mengatur) :

a. pH oleh interaksi asam dan basa.

b. Keseimbangan air dalam tubuh dapat menjaga pertukaran air dari luar jaringan atau sebaliknya⁽⁵⁾.

Darah adalah jaringan cair pada tubuh manusia yang terdiri atas 2 bagian yaitu bagian cair darah (plasma) sebesar 55% dan bagian padat darah (korpuskuler) sebesar 45%. Volume total darah orang dewasa diperkirakan sekitar 5-6 liter atau 7-8% dari berat tubuh seseorang. Kedua bagian tersebut memiliki fungsi tertentu dalam tubuh.

a. Plasma darah

Plasma darah merupakan bagian penyusun darah dengan wujud cair dan mengisi sekitar 5 % isi tubuh manusia. Warna kekuningan yang terdiri atas 90 % air, 8 % protein serta 0,9 % (mineral, oksigen, enzim dan antigen) dan sisanya adalah bahan organik seperti (lemak, kolesterol, ureum, asam amino dan glukosa). Plasma darah adalah cairan darah yang berfungsi mengangkut dan mengedarkan sari-sari makanan ke seluruh bagian tubuh manusia, serta berfungsi mengangkut zat sisa metabolisme dari sel-sel tubuh atau dari seluruh jaringan tubuh untuk dibuang ke organ pengeluaran⁽⁵⁾.

b. Korpuskuler

Struktur padat sel-sel darah yang terdiri atas :

1) Sel darah merah (Eritrosit)

Sel darah merah atau sering juga disebut eritrosit berasal dari bahasa Yunani, yaitu *erythos* yang berarti merah dan *kythos* yang berarti selubung atau sel. Eritrosit atau sel darah merah adalah salah satu komponen darah yang bersifat padat. Eritrosit tidak mempunyai inti dan berbentuk seperti cakram bikonkaf diameter 7,5 μm , tebal 2,6 μm pada tepinya, tidak bergerak dan berwarna merah. Eritrosit bersifat fleksibel sehingga bisa berubah bentuk sesuai pembuluh darah yang dilalui⁽⁶⁾.

Eritrosit berjumlah paling banyak dibandingkan sel-sel darah lainnya yaitu pada wanita 4-5 juta/ μL dan pada pria 4,5-5,5 juta/ μL eritrosit dalam darah. Pembuatan eritrosit (hematopoiesis) terjadi di sumsum tulang. Rata-rata masa hidup eritrosit adalah 120 hari setelah itu sel eritrosit akan menjadi rusak dan dihancurkan dalam sistem retikulum endotelium terutama dalam limfa dan hati. Jumlah eritrosit laki-laki 4,5–5,5 juta/uL dan perempuan 4-5 juta/uL⁽⁶⁾.

2) Sel darah putih (Leukosit)

Sel darah putih atau leukosit memiliki ukuran yang lebih besar jika dibandingkan dengan eritrosit. Jumlah normal pada orang dewasa mengandung 4.000-10.000/uL. Tidak seperti sel darah merah, sel leukosit memiliki inti (nukleus) dan sebagian besar leukosit dapat bergerak seperti amoeba

serta dapat menembus dinding kapiler. Sel darah putih di produksi dalam sumsum tulang⁽⁶⁾.

3. Trombosit (Platelet)

Sel darah yang bertugas dalam menentukan terjadinya hemostatis yaitu trombosit. Trombosit bertugas sebagai pembentuk sumbatan atau plug saat terjadi luka yang terdapat pada lokasi endotel. Trombosit tidak mempunyai inti sel, berukuran 2-4 μL dan sitoplasmanya berwarna biru dengan granula ungu kemerahan. Trombosit merupakan derivat dari megakariosit yaitu berasal dari fragmen-fragmen sitoplasma megakariosit. Normalnya dalam darah jumlah trombosit sekitar 150.000-450.000/uL. Granula trombosit mengandung faktor pembekuan darah, *adenosin difosfat* (ADP) dan *adenosin trifosfat* (ATP), kalsium, serotonin, serta katekolamin. Sebagian besar diantaranya berperan dalam merangsang mulainya proses pembekuan darah⁽⁷⁾.

2.1.2 Penyimpanan Darah

Tujuan dari penyimpanan darah yaitu untuk mencegah pembekuan darah, mempertahankan fungsi biologis sel darah sebelum transfusi agar tetap berfungsi baik setelah transfusi serta aman dan tidak menimbulkan penyakit untuk pasien. Penyimpanan darah yang sering dilakukan adalah simpan cair, penyimpanan darah dengan menggunakan antikoagulan yang mengandung nutrisi untuk kehidupan sel darah pada suhu 4°C. Antikoagulan yang dipakai seperti ACD (*acid citrate dextrose*) → 63 mL ACD + 450 mL darah (3 minggu), CPD (*citrate phosphatase dextrose*) → 6 mL CPD + 950 mL darah (3 minggu), CPDA (*citrate phosphatase dextrose adenine*) → 63 mL CPDA + 450 mL darah (5 minggu), larutan antikoagulan aditif (*Aditif Solution-AS1, Adsol dan nutricel*), waktu simpan dapat diperpanjang menjadi 42 hari⁽⁸⁾.

Pada masa penyimpanan, darah akan mengalami perubahan-perubahan komponen darah terutama eritrosit akan mengalami perubahan bentuk yang cukup bermakna seiring lamanya waktu penyimpanan darah. Efek penyimpanan darah akan membuat eritrosit banyak yang mati segera setelah ditransfusikan karena terjadinya penurunan kadar ATP. Pada darah yang telah disimpan selama 3 minggu 20% kandungan eritrosit didalamnya akan mati setelah ditransfusikan. Ion citrate dari CPDA mencegah pembekuan dengan mengikat kalsium, sedangkan dextrose memungkinkan eritrosit melakukan glikolisis, sehingga dapat mempertahankan konsentrasi ATP untuk metabolisme didalam eritrosit⁽⁹⁾.

Kondisi ini akan menimbulkan risiko keamanan dan efikasi PRC yang disimpan lama, mengurangi kapasitas untuk membawa dan melepaskan oksigen. Darah disimpan dengan sistem First Expired First Out yaitu suatu sistem yang mengatur pengeluaran darah dimana darah yang mendekati kadaluarsa maka akan pertama kali dikeluarkan⁽⁸⁾.

Beberapa referensi menjelaskan bahwa kadar hemoglobin pada waktu penyimpanan antara 1 sampai 3 minggu sebelum ada permintaan transfusi dikhawatirkan darah mengalami perubahan kadar hemoglobin dan juga memungkinkan terjadi penurunan jumlah eritrosit, hal

ini akan sangat mengurangi mutu dan kualitas darah transfusi. Untuk itu harus selalu dilakukan upaya-upaya menjaga kualitas darah donor sehingga tujuan pelayanan UTD untuk memberikan pelayanan darah yang bermutu dapat tercapai⁽¹⁰⁾.

Darah donor yang belum segera ditransfusikan akan disimpan dalam refrigerator, suhu penyimpanan sangat berpengaruh terhadap kualitas darah dan usia dari darah yang disimpan. Penyimpanan darah harus :

1. Disimpan ditempat yang tidak dapat diakses oleh orang yang tidak diberi kewenangan.
2. Disimpan di refrigerator blood bank dengan suhu yang telah ditentukan.
3. Memiliki sistem monitoring dan pencatatan suhu. Sensor suhu dan termometer harus dikalibrasi paling sedikit setiap tahun dengan deviasi suhu terhadap alat pengukur standar tidak lebih dari 1°C.
4. Memiliki alarm batas bawah dan atas yang akan mengindikasikan perubahan suhu misalnya ketika mati listrik. Alarm harus diperiksa secara teratur dan didokumentasikan.
5. Suhu untuk penyimpanan darah donor berkisar antara 2-6°C, pada suhu ini proses glikolisis dalam darah dapat diperlambat. Dengan suhu yang dingin diharapkan dapat mempertahankan fungsi komponen didalam darah⁽¹¹⁾.

2.2. Packed Red Cell (PRC)

Packed Red Cell (PRC) merupakan komponen darah yang diperoleh dari pengolahan *whole blood* (WB). PRC berasal dari WB yang diendapkan selama penyimpanan, atau dengan sentrifugasi putaran tinggi, sebagian besar (2/3) dari plasma dibuang. Satu unit PRC dari 350-450 mL darah lengkap volumenya 200-250 mL dengan kadar hematokrit 55-75%, volume plasma 50 mL dan volume antikoagulan 10-15 mL, dengan waktu penyimpanan sama dengan WB. Secara umum pemakaian PRC untuk pasien anemia yang tidak disertai penurunan volume darah, misalnya pasien dengan anemia hemolitik, leukemia akut, leukemia kronik, penyakit keganasan, talasemia, gagal ginjal kronis⁽¹¹⁾.

PRC adalah produk darah paling penting yang dapat disimpan sekitar 35 hari di Bank Darah dan merupakan terapi terbanyak yang diberikan di dunia. Kualitas PRC selama penyimpanan harus dijaga meskipun tetap terjadi perubahan dalam morfologi, biokimia, dan metabolik yang disebut dengan storage lesion (jejas penyimpanan). Kerusakan oksidatif diperkirakan sebagai faktor terpenting dalam storage lesion yang disebabkan radikal bebas dan menurunkan kualitas eritrosit yang disimpan⁽¹²⁾.

Darah merah pekat atau *packed red cell* (PRC) berguna untuk meningkatkan jumlah eritrosit. Sel-sel darah merah dapat dipisahkan dari bagian darah lainnya dengan proses sentrifugasi. Sel darah merah pekat lebih efektif dibandingkan sel darah merah lengkap (*whole blood*) dalam menyediakan kapasitas mengangkut oksigen dan meningkatkan hematokrit

pasien. Seperti darah lengkap sel darah merah dengan antikoagulan *Citrate Phosphate Dextrose Adenin* (CPDA) yang disimpan dalam lemari pendingin memiliki waktu simpan 35 hari. Tetapi jika menggunakan larutan antikoagulan aditif (*Aditif Solution-ASI, Adsol dan nutricel*), waktu simpan lebih panjang menjadi 42 hari. Satu unit PRC meningkatkan konsentrasi Hb dengan 1 g/dL dan Ht sekitar 3-5%⁽¹³⁾.

Transfusi PRC diindikasikan untuk mencapai peningkatan yang cepat dalam penyediaan oksigen ke jaringan, ketika konsentrasi Hb rendah dan atau kapasitas membawa oksigen berkurang, dan adanya mekanisme kompensasi fisiologis yang tidak memadai. Indikasi untuk transfusi PRC adalah untuk memperbaiki atau mencegah hipoksia jaringan. Indikasi dan tingkat urgensi PRC transfusi harus didasarkan pada evaluasi lengkap kondisi klinis pasien dan kemungkinan adanya mekanisme kompensasi untuk anemia. Konsentrat eritrosit merupakan terapi pilihan untuk orang yang mengalami penurunan kapasitas mengangkut oksigen simptomatik akibat anemia akut atau kronis⁽¹¹⁾.

Peningkatan kadar Hemoglobin merupakan hal yang lazim terjadi apabila *whole blood* diproduksi menjadi komponen PRC. Hal ini karena prinsip produksi PRC dari komponen WB melalui proses sentrifugasi, dimana *packed red cell* adalah sel darah merah pekat yang merupakan isi komponennya eritrosit yang telah dipisahkan dengan memisahkan komponen-komponen yang lain sehingga mencapai hematokrit 55-75%, yang berarti hilangnya 125-150 mL plasma dari satu unit *whole blood*. Setiap unit PRC mempunyai volume kira-kira 128-240 mL, tergantung pada volume kadar Hemoglobin pendonor dan proses separasi komponen awal. Dari volume tersebut, diperkirakan mengandung plasma 50 mL, mempunyai hematokrit antara 55-75%, kadar hemoglobin sekitar >20 g/100 mL dan kandungan Fe dalam hemoglobinya 147-287 mg⁽¹⁴⁾.

2.2.1 Indikasi Waktu Pemberian PRC

1. *Acute Blood Loss* : mempertahankan volume sirkulasi darah dan kadar hemoglobin > 7 g/dL pada pasien sehat.
2. Hilangnya 15-30% dari volume darah : transfusi PRC tidak diperlukan.
3. Hilangnya 30-40% dari volume darah : transfusi PRC diperlukan.
4. Kehilangan 40% dari volume darah: transfusi PRC hampir pasti dibutuhkan.
5. Pasien rawat inap stabil termasuk dalam unit perawatan kritis: hemoglobin < 7 g/dL.
6. Transfusi perioperatif:
 - a. Konsentrasi hemoglobin <7 g/dL: transfusi PRC biasanya diperlukan.
 - b. Konsentrasi hemoglobin 7-10 g/dL: iskemia organ, kehilangan darah yang sedang berlangsung, faktor resiko komplikasi oksigenisasi yang tidak adekuat.

- c. Konsentrasi hemoglobin > 10 g/dL: transfusi PRC biasanya tidak diperlukan.
7. Anemia simptomatik pada pasien normovolemik (umumnya gejala anemia tidak terjadi ketika Hb >10 g/dL) ⁽²⁾.

2.2.2 Keuntungan Transfusi PRC Dibanding Darah Lengkap

1. Kemungkinan overload sirkulasi menjadi minimal
2. Reaksi transfusi akibat komponen plasma menjadi minimal.
3. Reaksi transfusi akibat antibodi donor menjadi minimal.
4. Efek samping akibat volume antikoagulan yang berlebihan menjadi minimal.
5. Meningkatnya daya guna pemakaian darah karena sisa plasma dapat dibuat menjadi komponen-komponen yang lain⁽²⁾.

2.3. Hemoglobin

2.3.1 Pengertian Hemoglobin

Hemoglobin adalah metaloprotein (protein yang mengandung zat besi) didalam sel darah merah yang berfungsi sebagai pengangkut oksigen dari paru-paru ke dalam peredaran darah untuk dibawa ke jaringan dan membawa karbon dioksida dari jaringan tubuh ke paru-paru. Hemoglobin juga mengangkut karbon dioksida kembali menuju paru-paru untuk diembuskan keluar tubuh. Molekul-molekul hemoglobin terdiri dari dua pasang rantai polipeptida (globin) dan empat gugus hem mengandung sebuah atom besi⁽¹⁵⁾.

Penurunan hemoglobin dapat terjadi pada anemia, terutama anemia defisiensi zat besi, perdarahan, peningkatan asupan cairan, dan kehamilan. Eritropoetin ginjal akan meningkatkan jumlah sel darah merah sebanyak 20-30% tetapi tidak sebanding dengan peningkatan volume plasma sehingga akan mengakibatkan penurunan konsentrasi hemoglobin dari 15,0 g/dL menjadi 12,5 g/dL dan pada 6% perempuan bisa mencapai di bawah 11,0 g/dL. Penurunan Hb dalam tubuh juga banyak disebabkan oleh aktivitas tubuh, pola makan dan jenis kelamin. Kurangnya istirahat dan sering bergadang juga membuat kadar hemoglobin dalam tubuh menjadi turun dan menyebabkan anemia. Jika ini sering terjadi maka tubuh tidak bisa stabil dengan baik⁽¹⁵⁾.

2.3.2 Kadar Hemoglobin

Kadar hemoglobin (Hb) dalam darah normal kira-kira 15 gram setiap 100 mL darah. Batas nilai normal dalam hemoglobin seseorang susah ditentukan karena kadar hemoglobin bervariasi diantara setiap orang dari usia, pola makan, aktivitas sehari-hari bisa mempengaruhi kadar hemoglobin dalam darah WHO telah menetapkan batas kadar hemoglobin normal berdasarkan umur dan jenis kelamin⁽²⁾.

2.3.3 Struktur Hemoglobin

Molekul hemoglobin terdiri dari globin, apoprotein, dan 4 gugus heme, besi. Hemoglobin tersusudari empat molekul protein (globulin chain) yang terhubung satu sama lain. Hemoglobin normal orang dewasa (HbA) terdiri dari 2 alpha-globulin chains 2 beta-globulin chains, sedangkan pada bayi yang masih dalam kandungan atau sudah lahir terdiri dari beberapa rantai beta dan molekul Hbnya terbentuk dari 2 rantai alfa dan 2 rantai gama yang dinamakan sebagai HbF. Pada manusia dewasa, hemoglobin berupa tetramer (mengandung 4 sub unit protein), yang terdiri dari masing-masing dua sub unit alfa dan beta yang terikat secara nonkovalen. Sub unitnya mirip secara struktural dan berukuran hampir sama. Tiap subunit memiliki berat molekul kurang lebih 16,000 Dalton, sehingga berat molekul total tetramernya menjadi sekitar 64,000 Dalton⁽¹⁵⁾.

2.3.4 Fungsi Hemoglobin

Hemoglobin mempunyai beberapa fungsi diantaranya:

- a) Mengatur pertukaran O₂ dan CO₂ dalam jaringan tubuh.

Hb adalah suatu molekul alosterik yang terdiri atas empat subunit polipeptida dan bekerja untuk menghantarkan O₂ dan CO₂. Hb mempunyai afinitas untuk meningkatkan O₂ ketika setiap molekul diikat, akibatnya kurva disosiasi berbelok yang memungkinkan Hb menjadi jenuh dengan O₂ dalam paru dan secara efektif melepaskan O₂ ke dalam jaringan. Mengambil oksigen dari paru-paru kemudian dibawa keseluruh tubuh jaringan-jaringan tubuh untuk digunakan untuk bahan bakar.

- b) Mengambil O₂ dari paru-paru kemudian dibawa keseluruh jaringan tubuh untuk dipakai sebagai bahan bakar. Hemoglobin adalah suatu protein yang kaya akan zat besi. Hemoglobin dapat membentuk oksihemoglobin (HbO₂) karena terdapatnya afinitas terhadap O₂ itu sendiri. Melalui fungsi ini maka O₂ dapat ditranspor dari paru-paru ke jaringan-jaringan.

- c) Membawa CO₂ dari jaringan tubuh sebagai hasil metabolisme menuju ke paru-paru untuk dibuang. Hemoglobin merupakan porfirin besi yang terikat pada protein globin. Protein terkonjugasi ini mampu berikatan secara reversible dengan O₂ dan bertindak sebagai transpor O₂ dalam darah. Hemoglobin juga berperan penting dalam mempertahankan bentuk sel darah merah yang bikonkaf, jika terjadi gangguan pada bentuk sel darah ini, maka keluwesan sel darah merah dalam melewati kapiler menjadi kurang maksimal⁽¹⁸⁾.

2.4. Metode Penetapan Kadar Hemoglobin

Ada beberapa metode penetapan kadar Hemoglobin antara lain :

1. Metode Sahli, metode ini merupakan satu cara penetapan kadar hemoglobin secara visual.

Prinsip : Hemoglobin darah diubah menjadi asam hematin dengan bantuan larutan HCl, kemudian kadar dari asam hematin ini diukur dengan membandingkan warna yang terjadi

dengan warna standard.

2. Metode Cu-Sulfat

Prinsip : Metode ini adalah test kualitatif berdasarkan berat jenis. Darah donor turun ke dalam larutan tembaga sulfat (Cu-sulfat) dan terbungkus dalam kantong tembaga proteinate yang mencegah setiap perubahan dalam berat jenis sekiraat 15 detik. Jika hemoglobin sama dengan atau lebih 12,5 gr/dl maka akan tenggelam dalam waktu 15 detik, yang berarti donor dapat diterima.

3. Metode Cyanmethemoglobin

Prinsip : Darah diencerkan dalam larutan kalium sianida dan kalium ferri sianida. Kalium ferri sianida mengoksidasi Hb menjadi Hi (methemoglobin) dan kalium sianida menyediakan ion sianida (CN⁻) untuk membentuk HiCN yang memiliki penyerapan maksimum yang luas pada panjang gelombang 540 nm. Absorbansi larutan diukur dalam spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm dan dibandingkan dengan larutan standar HiCN.

4. Metode Fotometer hemoglobin HemoCue

Prinsip kerja : Prinsip kerja HemoCue 301 didasarkan pada teknik fotometri, yaitu pengukuran absorbansi cahaya oleh larutan hemoglobin dalam darah. Berikut ini adalah langkah-langkah dan prinsip kerja secara rinci:

1. Reaksi Kimia:

- Darah dalam mikrokuvet bereaksi dengan reagent yang sudah ada di dalam mikrokuvet.
- Reagen ini mengubah hemoglobin dalam darah menjadi methemoglobin.

2. Pengukuran Absorbansi:

- Fotometer HemoCue 301 menggunakan sumber cahaya yang memancarkan sinar pada panjang gelombang tertentu.
- Sinar tersebut melewati mikrokuvet yang berisi larutan hemoglobin.

3. Deteksi Cahaya:

- Detektor di dalam alat mengukur jumlah cahaya yang diserap oleh larutan hemoglobin.
- Absorbansi cahaya ini berbanding lurus dengan konsentrasi hemoglobin dalam darah.

4. Kalkulasi Konsentrasi Hemoglobin:

- Alat menghitung konsentrasi hemoglobin berdasarkan absorbansi yang terdeteksi.
- Hasil ini kemudian ditampilkan pada layar dalam satuan gram per desiliter (g/dL).

HemoCue hemoglobin fotometer sekarang banyak digunakan untuk mengatasi kekurangan turbiditas atau kekeruhan yang dijumpai pada metode cyanmethemoglobin. Sistem alat HemoCue 301 terdiri dari mikrokuvet siap-pakai yang mengandung reagen kering dan fotometer. Darah ditempatkan di mikrokuvet yang bereaksi dengan natrium deoksikolat, dan melisiskan eritrosit sehingga hemoglobin terlepas. Natrium nitrit lalu mengubah hemoglobin menjadi methemoglobin yang bersama dengan natrium azida, membentuk azidamethemoglobin. Absorbansi diukur pada dua panjang gelombang (565nm dan 880nm)

untuk mengkompensasi kekeruhan yang timbul pada campuran reagen-spesimen. 4,5 FOTOMETER hemoglobin HemoCue telah banyak digunakan sebagai alat untuk estimasi hemoglobin dalam fasilitas donor darah dan di fasilitas Kesehatan.²¹

5. Metode *Cyanide-free SLS (Sodium Lauryl Sulfate)* Hematologi Analyzer Sysmex XN-1000.

Prinsip : Cyanide-free adalah reagen pelisis Hb yang akan melisis eritrosit dan merubah Hb yang dibebaskan melalui proses kimia bebas sianida menjadi metHb, absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi sampel⁽¹⁶⁾.

2.5. Prosedur Pemeriksaan Hemoglobin

A. Pra Analitik pemeriksaan hemoglobin

1. Disiapkan alat dan bahan yang akan digunakan untuk penelitian.
2. Memperoleh kantong darah donor PRC yang telah berisi antikoagulan CPDA, kemudian disiapkan dan dicek kembali tanggal produksi pengambilan darah donor.
3. Metode : Fotometer POCT (Point Of Care Testing) Hemoque Hb 301 .
4. Prinsip : Sel-sel dari sampel masuk dalam suatu flow chamber, dibungkus oleh cairan pembungkus. Sel-sel dialirkan melewati suatu celah atau lubang dengan ukuran kecil yang memungkinkan sel lewat satu demi satu kemudian dilakukan proses pengukuran. Aliran yang keluar sel tersebut kemudian melewati medan listrik dan dipisahkan menjadi tetesan-tetesan sesuai dengan muatannya. Tetesan-tetesan yang telah terpisah ditampung ke dalam beberapa saluran pengumpul yang terpisah. Apabila cahaya tersebut mengenai sel, akan dihamvburkan, dipantulkan, atau dibiaskan ke semua arah. Beberapa detector yang diletakkan pada sudut-sudut tertentu akan menangkap berkas-berkas sinar sesudah melewati sel sehingga dapat diperoleh jumlah sel.
5. Alat dan Bahan

Tabel 2.1 Alat yang digunakan untuk Pemeriksaan Hemoglobin

No	Alat	Spesifikasi	Jumlah
1	Tabung Blood collection Tube	-	78
3	Kantong Darah Donor	-	78
4	Refrigerator Blood Bank	-	1
5	POCT (Point Of Care Testing)	-	1

Tabel 2.2 Bahan yang digunakan untuk Pemeriksaan Hemoglobin

No	Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1	Komponen <i>Packed res cell</i> (PRC)	-	78
2	Reagen hemoque hb 301	-	234

B. Faktor-faktor yang mempengaruhi hasil pengujian hemoglobin.

1. Proses pengambilan darah.

Sebelum sampel darah dimasukkan ke dalam tabung, dihomogenkan terlebih dahulu saluran darah yang ada di selang dengan darah yang ada di kantong agar antikoagulan merata, jadi pada saat darah dimasukkan ke tabung tidak terjadi penggumpalan/pembekuan.

2. Waktu penyimpanan darah.

Selama proses penyimpanan darah dengan suhu yang optimal akan membantu menjaga kualitas komponen darah donor, begitupun sebaliknya jika selama penyimpanan suhu tidak stabil maka akan terjadi perubahan terhadap komponen darah yang terdapat dalam kantong darah donor.

3. Efek samping obat

Pendonor sebelum melakukan donor darah mengonsumsi obat, efek obat yang dikonsumsi akan berpengaruh terhadap hasil pemeriksaan.

4. Terlalu lama menunda darah.

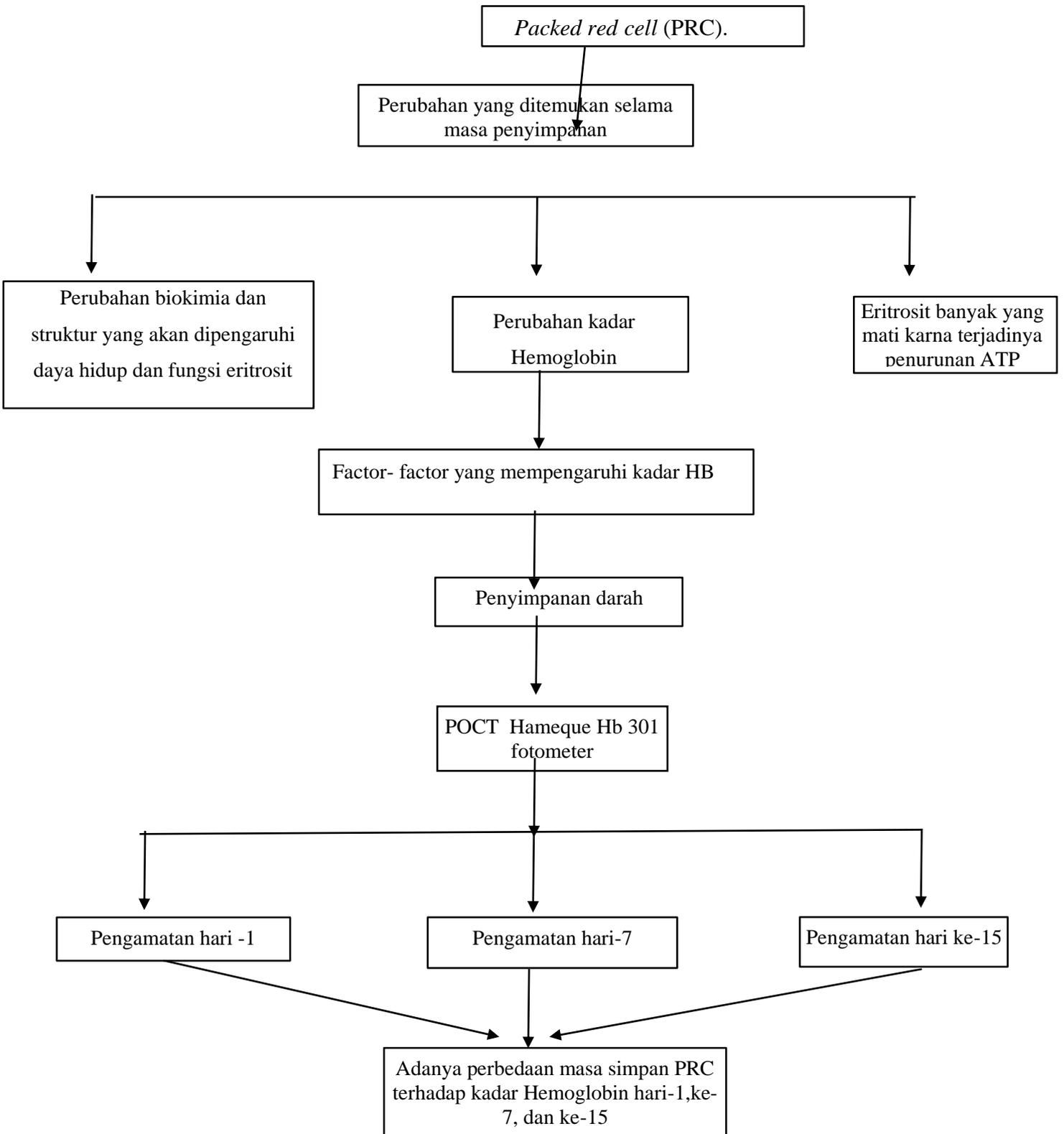
Jika darah donor disimpan terlalu lama di suhu ruang akan mempengaruhi hasil pemeriksaan hemoglobin.

5. Merokok

Merokok merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kadar hemoglobin. Rokok mengandung banyak zat beracun dan komponen yang menyebabkan kanker dan berbahaya bagi kesehatan, seperti nikotin, nitrogen oksida, karbonmonoksida, hidrogen sianida dan radikal bebas. Karbonmonoksida yang berikatan dengan hemoglobin membentuk karboksilhemoglobin (COHb) yang dalam keadaan normal jumlahnya di dalam darah sangat rendah. Kadar karboksilhemoglobin yang tinggi pada perokok menyebabkan rendahnya penyerapan oksigen oleh tubuh, oleh karena itu tubuh merespon keadaan ini dengan meningkatkan kadar hemoglobin⁽¹⁶⁾.

2.6. Kerangka Teori

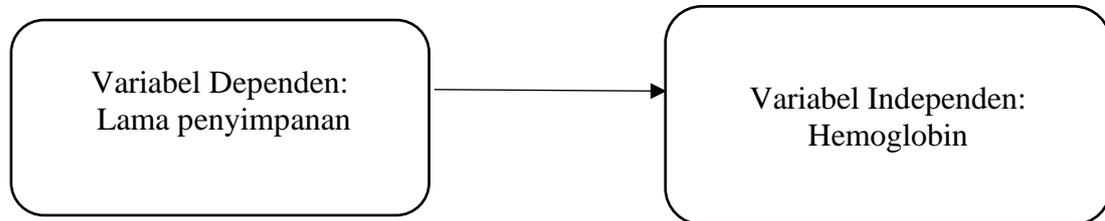
Gambar 2.1 Kerangka Teori



2.7. Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah terdapat perbedaan masa simpan packed red cell (PRC) terhadap kadar hemoglobin hari 1, hari ke 7 dan hari ke 15 di UTD Pringadi Medan.

2.8 Kerangka Konsep



Gambar 2.2 Kerangka konsep penelitian

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Definisi Operasional

Tabel 3.1 Definisi Operasional

Variabel	Definisi Oprasional	Cara Ukur	Skala Ukur
Kadar Hemoglobin	<p>Kadar Hemoglobin yang diperoleh dari kantong darah PRC dengan antikoagulan CPDA yang disimpan pada refrigerator blood bank dengan suhu 2- 6°C kemudian diperiksa dengan menggunakan alat fotometer dan dinyatakan dalam g/dL. Kadar hemoglobin diperiksa sebanyak 3 kali :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Darah donor PRC penyimpanan hari ke-1. 2. Darah donor PRC yang Merupakan hari pertama pengecekan Hemoglobin dan di cek kembali pada hari ke-7 3. Darah donor PRC yang Merupakan hari pertama pengecekan Hemoglobin dan di cek Kembali pada hari ke-15 	Metode POCT <i>hameque Hb 301</i> dengan fotometer.	Rasio
Lama Penyimpanan	<p>PRC adalah salah satu komponen darah yang dihasilkan dengan cara sentrifugasi atau sedimentasi Whole Blood (WB) dengan membuang Sebagian plasmanya. Lama penyimpanan adalah lama PRC yang disimpan dalam refrigerator blood bank. Waktu yang diperlukan untuk menyimpan darah donor yaitu pada hari ke-1, hari ke 7 dan hari ke-15 dengan suhu 2-6°C disimpan pada refrigerator blood bank. Dengan antikoagulan (CPDA-1) sebanyak 2 ml dengan tabung Blood Collection Tube</p>	Melihat label yang tertera di kantong darah	Nominal

3.2 Jenis penelitian

Jenis penelitian adalah studi *Prospektif* yang merupakan jenis penelitian yang bersifat melihat kedepan (forward looking), artinya penelitian dimulai dari variabel penyebab atau faktor

resiko, kemudian diikuti akibatnya pada waktu yang akan datang dengan menggunakan sampel yang sama.

3.3 Tempat dan waktu penelitian

3.3.1 Tempat penelitian

Penelitian ini dilakukan di UTD Pringadi Medan dan sampel nya yaitu sample darah jenis PRC pasien Di RSUD Pringadi Medan

3.3.2 Waktu

Tabel 3.2 Waktu Penelitian

No.	Kegiatan	Bulan							
		Nov 2023	Des 2023	Jan 2024	Feb 2024	Mar 2024	Apr 2024	Mei 2024	Jun 2024
1	Bimbingan dan pembuatan proposal								
2	Seminar proposal								
3	Revisi proposal								
4	Ethical clereance								
5	Pengumpulan data								
	Bimbingan , pengolahan data dan penyusunan hasil								
7	Presentasi hasil penelitian								

3.4 Populasi dan Sampel Penelitian

3.4.1 Populasi Penelitian

Sampel darah PRC di UTD RSUP. Pringadi Medan merupakan popu lasi penelitian.

3.4.2 Sampel Pene litian

Kriteria Inklusi dan Eksk lusi

a. Kriteria Inklusi

1. Darah PRC yang diambil langsung dari Bank darah RSUP Pringadi Medan
2. Darah PRC yang terbebas dari HIV/AIDS, Hepatitis B maupun C dan sifilis
3. Darah yang diikuti dari hari 1,hari-7,dan hari-15

b. Kriteria Ekslusi

1. Darah PRC yang disimpan lebih dari 15 hari
2. Darah donor hemolisis, beku dan terjadi perubahan warna

3.4.3 Cara pengambilan sampel

Teknik pengambilan sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah *non probability sampling*, yaitu sampel tidak dipilih secara acak. Sampel diambil dengan menggunakan *simple random sampling*, bahwa setiap anggota atau unit dari populasi mempunyai kesempatan yang sama untuk diseleksi sebagai sampel

3.4.4. Besar Sampel

Dengan menggunakan rumus Slovin (Sujarwaeni, 2017) :

$$n = \frac{N}{1+(N \times e^2)}$$

Keterangan :

n = Jumlah sampel

N = Populasi

e =Presentasi kelonggaran ketidakerikatan karena kesalahan pengambilan sampel yang masih diinginkan

$$n = N/(1+(N \times e^2))$$

$$n = 304/(1+(304 \times [0,10]^2))$$

$$n = 304/4.04$$

$$n = 75 \text{ orang}$$

Dari 304 orang diperoleh sampel sebanyak 75 orang.

3.5 Cara pengambilan sampel

A. Metode pemeriksaan :Fotometer

B. Prinsip Kerja :Darah ditempatkan di microcuvet yang bereaksi dengan natrium deoksikolat dan melisiskan eritrosit sehingga hemoglobin terlepas. Natrium nitrit lalu mengubah hemoglobin menjadi methemoglobin yang bersama dengan natrium azida, membentuk azida methemoglobin. Absorbansi diukur pada dua panjang gelombang (565nm dan 880nm)

C. Alat dan Bahan:

Alat:

1. Hemometer/Fotometer hemoglobin HemoCue Hb 301
2. Cuvet Hemocue Hb 301
3. Gunting
4. Bahan:

5. Sampel (darah PRC)

Cara Memperoleh Sampel.

1. Darah WB dipindahkan ke tabung merah untuk proses pembuatan PRC sebanyak 2-3 ml.
2. Darah WB disentrifugasi dengan 3000 rpm selama 10 menit untuk memisahkan komponen darah, Proses ini memisahkan plasma dari sel darah merah.
3. Pemisahan Plasma Setelah disentrifugasi, plasma dipisahkan dan meninggalkan sel darah merah yang menjadi PRC.
4. Kemudian sampel dibawa ke laboratorium untuk diperiksa kadar hemoglobin menggunakan alat POCT dan dicatat hasilnya.
5. PRC kemudian disimpan di Refrigerator blood bank dengan suhu 2-6°C
6. Setelah 7 hari dilakukan pengambilan sampel yang sama kembali pada sampel darah PRC didalam tabung yang sudah disimpan di refrigatator blood bank selama 7 hari, kemudian diperiksa kembali kadar hemoglobinnya menggunakan alat POCT.
7. PRC kemudian disimpan di Refrigerator blood bank
8. Kemudian catat hasil pemeriksaan kedua
9. Setelah 15 hari dilakukan pengambilan sampel kembali pada sampel darah PRC didalam tabung yang sudah disimpan di refrigatator blood bank selama 15 hari , kemudian diperiksa kembali kadar hemoglobinnya menggunakan alat POCT.
10. Kemudian catat hasil pemeriksaan ketiga
11. Catat hasil kadar hemoglobin dengan satuan gr/dL.

Prosedur Pemeriksaan hemoglobin dengan alat POCT.

1. Nyalakan alat HemoCue Hb 301.
2. Masukkan sampel ke dalam microcuvet dengan cara menggunting ujung Selang kantong darah PRC kemudian didekatkan ke ujung microcuvet.
3. Tarik tuas alat HemoCue Hb 301 dan masukkan microcuvet ke dalam HemoCue
4. Tutup kembali dengan cara mendorong tuas kearah dalam.
5. Hasil akan ditampilkan pada layar dalam waktu 10-15 detik.
6. Tarik tuas alat HemoCue dan ambil microcuvet, kemudian buang microcuvet pada Biohazard.

Pasca Analitik

1. Pencatatan hasil.
2. Konsultasi hasil pemeriksaan hemoglobin.

3.6 Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang didapat tidak langsung dari responden, melainkan dari UTD Pringadi Medan

3.7. Pengolahan dan analisis data

3.7.1 Pengolahan data

Pengolahann data dibuat sesudah pengumpulan data penelitian, dan proses-proses berikut ini digunakan untuk memastikan bahwa data yang terkumpul sudah menyeluruh:

1. *Editing*

Pengumpulan keseluruhan data dimana sudah diperoleh kemudian memeriksa kembali kebenaran data dan melakukan penyuntingan.

2. *coding*

Memberi kode terhadap data yang didapati yakni sehingga memudahkan untuk mengolah dan menganalisis data.

3. *enrtydata*

Memasukkan informasi yang telah dikumpulkan ke dalam program komputer untuk analisis statistik.

4. *Analyzing*

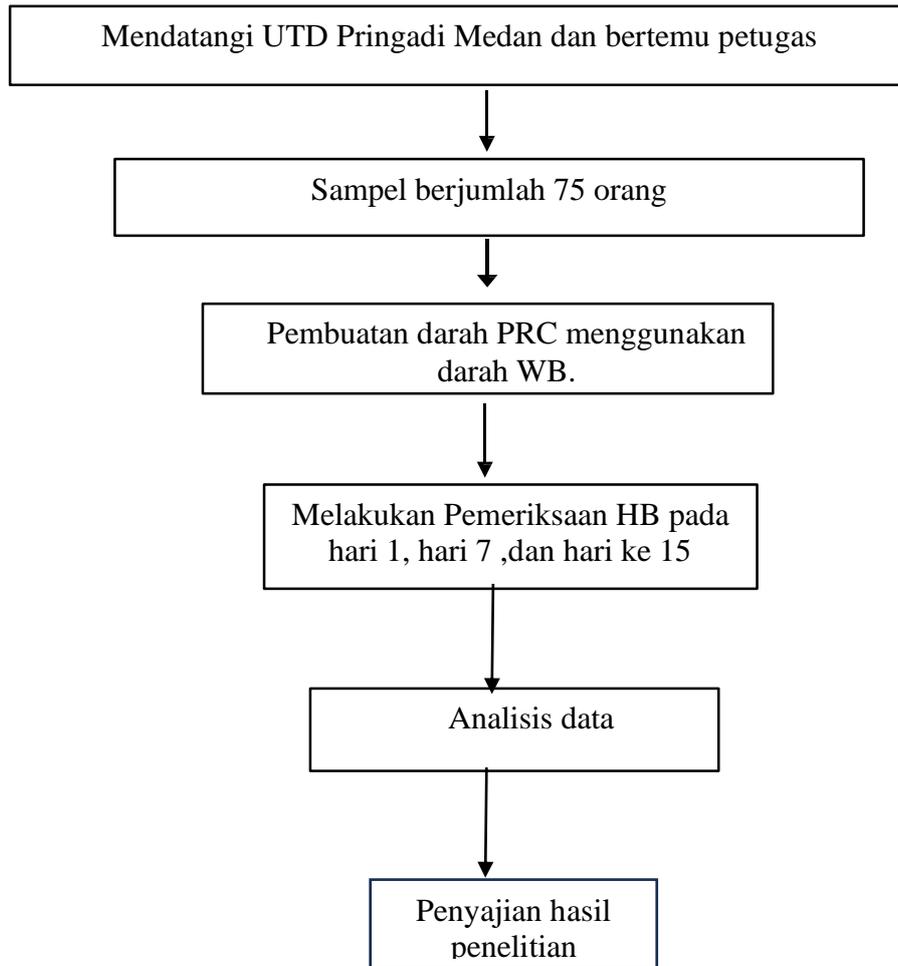
Menganalisa data yang diproses dalam program statistik.

3.7.2 Analisis data

Setelah data terkumpul, gunakan alat statistik untuk memeriksanya:

1. Analisis Univariat digunakan untuk melihat distribusi frekuensi dari setiap variabel yang diteliti
2. Analisis bivariat digunakan agar mengetahui hubungan antara variable bebas dan variable terikat. Uji statistik yang digunakan adalah uji T-test berpasangan annova

3.8 Alur Penelitian



Gambar 3.1 Alur Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April tahun 2024 dengan jumlah sampel 75 darah yang dilakukan di UTD Pringadi Medan. Penelitian ini mendapat persetujuan etik. Jenis penelitian ini yaitu study Prospektif yang merupakan jenis penelitian yang bersifat melihat kedepan (forward looking) yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan kadar hemoglobin terhadap masa simpan PRC pada hari 1, ke 7, dan ke 15. Penelitian ini dilakukan pada bulan April 2024 dengan sampel berjumlah 75 kantong darah di UTD Pringadi Medan.

4.1.1 Distribusi Sampel Berdasarkan Hasil Kadar Hemoglobin Hari 1, Hari Ke 7 Dan, Hari ke-15

Pemeriksaan kadar hemoglobin menggunakan alat POCT hameque Hb 301 dengan fotometer. Pengukuran dilakukan pada hari ke-1, hari ke-7, dan hari ke-15. Hasil pemeriksaan kadar hemoglobin pada penelitian ini

Tabel 4.1 Distribusi Sampel Berdasarkan Rata-Rata kadar Hemoglobin awal

Kelompok	Mean(\pm SD)	Median	Mode
HB awal	15,2 \pm 1,17	15,20	16,50

Berdasarkan hasil rata-rata hemoglobin awal pada Tabel 4.1 didapatkan rata-rata yaitu **15,2 g/dL** dengan median **15,20 g/dL** dan mode yaitu **16,50 g/dL**.

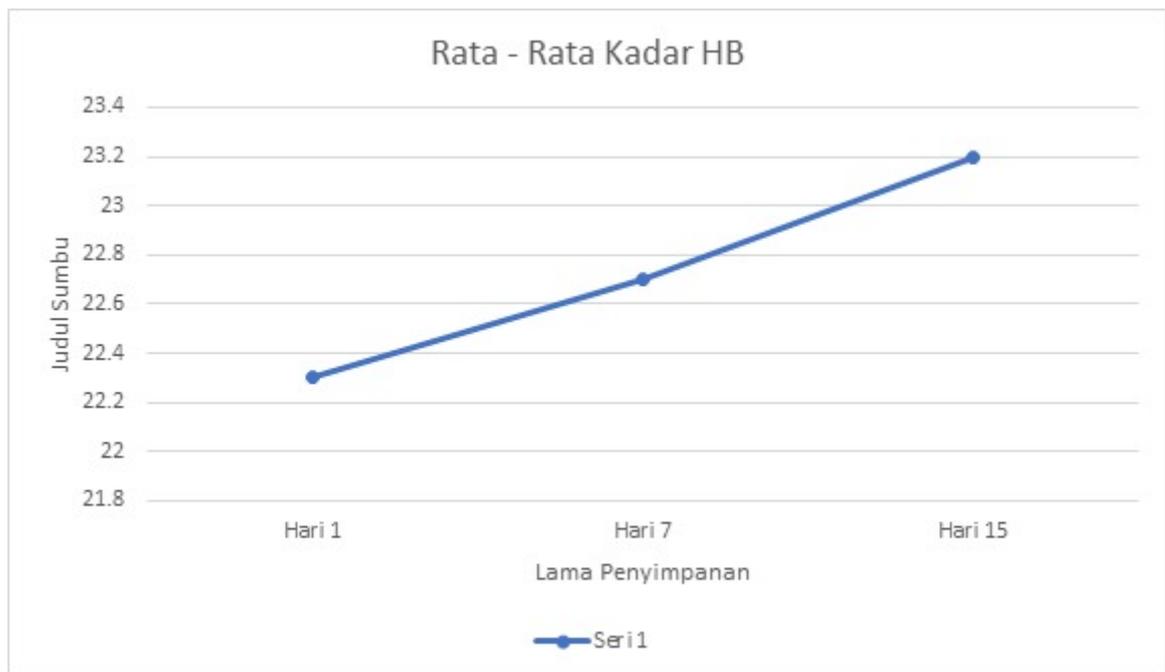
Tabel 4.2 Distribusi Sampel Berdasarkan Rata-Rata Uji Deskriptif Pemeriksaan Hari ke-1, Hari ke-7, Dan Hari ke-15

Kelompok	Mean(\pm SD)	Median	Mode
Hari 1	22,3 \pm 9,1	22,4	21,7
Hari 7	22,7 \pm 8,5	22,7	23,7
hari 15	23,2 \pm 7,9	23,2	24,1

Berdasarkan data hasil pemeriksaan Hemoglobin Tabel 4.2 didapatkan hasil rata-rata, Median, Mode pada penyimpanan darah donor PRC hari pertama ,hari ke tujuh dan hari ke lima belas terjadi peningkatan kadar hemoglobin pada darah donor PRC.

Nlai rata-rata pada hari pertama **22,3 g/dL** didapatkan Median **22,4 g/dL** pada Mode didapatkan **21,7 g/dL**. Pada hari ke tujuh didapatkan rata-rata kadar hemoglobin **22,7 g/dL** pada Median didapatkan **22,7 g/dL** dan pada Mode didapatkan **23,7 g/dL**. Dan pada hari ke 15 yaitu didapatkan rata-rata **23,2 g/dL** pada Median didapatkan **23,2 g/dL** dan pada Mode didapatkan **24,1 g/dL**. Berdasarkan kadar Hemoglobin tabel diatas rata-rata yang paling tinggi terdapat pada hari ke-15 dengan kadar rata-rata (23,2 g/dL) dan yang terendah terdapat pada hari ke-1 yaitu (22,3 g/dL).

Gambar 4.1 Grafik Perubahan Hemoglobin Pada darah PRC Hari ke-1, Hari ke-7, Dan Hari ke-15.



Berdasarkan Data pada Tabel 4.2 Untuk melihat rata-rata perbedaan kadar hemoglobin di dalam darah tersebut. Data pada Tabel 4.2 diplotkan kedalam bentuk grafik seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.1. hasilnya menunjukkan pada hari ke-1 kadar Hemoglobin berada disekitar 22,2 g/dL, Pada hari ke-7 menunjukkan kadar Hemoglobin naik menjadi sekitar 22,8 g/dL, Pada hari ke-15 menunjukkan kadar Hemoglobin mencapai sekitar 23,3 g/dL, Grafik ini menunjukkan bahwa rata-rata kadar Hebmoglobin meningkat seiring dengan bertambahnya lama penyimpanan dari hari ke 1-15.

4.1.2 Hasil Uji Analitik

Dilakukan uji normalitas, homogenitas dan selanjutnya uji Annova. Maka yang pertama dilakukan yaitu uji normalitas dengan Kolmogorov- Smirnov dikarenakan sampel berjumlah >50 orang. Maka selanjutnya sebelum dilakukan uji Annova dilakukan uji homogenitas terlebih dahulu dengan perhitungan Bonferroni. Jika data dinyatakan berdistribusi homogen maka dilakukan uji Annova untuk melihat apakah terdapat perbedaan yang signifikan/bermakna antara variabel satu dengan yang lain nya

4.1.3 Uji Normalitas

Kelompok	Mean(\pm SD)	P
Hari 1	22,3 \pm 9,1	0,17
Hari 7	22,7 \pm 8,5	0,67
hari 15	23,2 \pm 7,9	0,20

Suatu data memiliki Sig > 0,05 dapat disimpulkan bahwa data tersebut berdistribusi normal. Data diatas didapatkan Sig 0,17 pada hari ke-1, 0,67 pada hari ke-7, dan 0,20 pada hari ke-15. Sehingga dapat dinyatakan setiap data berdistribusi normal. Maka selanjutnya dilakukan uji homogenitas sebelum melakukan uji Parametrik Annova.

4.1.4 Uji Homogenitas

Kelompok	Mean(\pm SD)	P
Hari 1	22,3 \pm 9,1	
Hari 7	22,7 \pm 8,5	0,594
hari 15	23,2 \pm 7,9	

Jika suatu data dapat dinyatakan homogen apabila memiliki Sig >0.05. berdasarkan keseluruhan data hari 1,7, dan 15 didapatkan Sig 0,594 dapat disimpulkan bahwa varian data tersebut homogen. Selanjutnya bisa dilakukan uji parametrik yaitu uji Annova

4.1.5 Uji Parametrik annova

Kelompok	Mean(\pm SD)	P
Hari 1	22,3 \pm 9,1	
Hari 7	22,7 \pm 8,5	0,00
hari 15	23,2 \pm 7,9	

Data dianalisis menggunakan uji Anova untuk melihat signifikansi dari 3 waktu pemeriksaan yaitu hari 1, hari ke 7, dan hari ke-15. Jika suatu data memiliki Sig <0,05 dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan. Berdasarkan data pada tabel yang sudah dilakukan uji Anova diatas terdapat Sig 0,00 yang dimana terdapat perbedaan yang signifikan/bermakna terhadap penyimpanan hari 1, hari 7, dan hari ke 15. Sehingga dapat disimpulkan terdapat perbedaan yang nyata antara kadar Hemoglobin hari 1, 7, 15

4.2 Pembahasan

Pada penelitian ini melibatkan sebanyak 75 sampel dalam penyimpanan PRC 15 hari, Penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan pada hemoglobin yang bermakna pada penelitian diatas Sig menunjukkan ($<0,05$) selama penyimpanan lima belas hari. Peningkatan hemoglobin kemungkinan pada penelitian saya disebabkan karna adanya peningkatan hemoglobin bebas dan $F2\alpha$ -isoprostan di dalam darah, karna pada penelitian ini sejalan dengan penelitian Pasalmen Saragih pada tahun 2019 menunjukkan bahwa terdapat peningkatan pada hemoglobin selama proses penyimpanan yang disebabkan oleh faktor peningkatan hemoglobin bebas dan $F2\alpha$ -isoprostan terjadi selama penyimpanan. Penelitian Pasalmen Saragih pada tahun 2019 didapatkan Kadar hb pada hari-1 yaitu $14,9\pm 1,9$ pada hari ke-3 yaitu $15,5\pm 1,9$ pada hari ke-5 yaitu $15,2\pm 1,7$ dan pada hari ke-7 yaitu $15,7\pm 1,9$.⁴ Hasil yang sama dengan penelitian yang dilakukan *karon et al* pada tahun 2012 di Amerika Serikat membuktikan bahwa peningkatan kadar hemoglobin bebas dan $F2\alpha$ -isoprostan bebas terjadi selama penyimpanan PRC. $F2\alpha$ -isoprostan adalah biomarker dari peroksidasi lipid yang mengindikasikan adanya stres oksidatif pada eritrosit selama penyimpanan. Peningkatan ini diperkirakan akan menjadi faktor yang menyebabkan hasil yang buruk pada penerima transfuse PRC.¹⁷

Hemoglobin bebas (juga dikenal sebagai "free hemoglobin") merujuk pada hemoglobin yang terlepas dari sel darah merah (eritrosit). Ketika hemoglobin bebas meningkat dalam plasma, hal ini bisa mempengaruhi pengukuran kadar hemoglobin total dalam darah. Selama penyimpanan PRC, terjadi peningkatan hemoglobin bebas dalam plasma. Hemoglobin bebas dilepaskan dari eritrosit yang mengalami hemolisis selama penyimpanan. Hemolisis adalah proses di mana eritrosit mengalami kerusakan membran dan hemoglobin bebas dilepaskan ke dalam plasma. Jika terjadi hemolisis, hemoglobin bebas yang dilepaskan dapat meningkatkan kadar hemoglobin dalam sampel darah atau PRC yang disimpan.⁴

Peningkatan hemoglobin bebas dapat berpotensi mengganggu fungsi vaskular dan berkontribusi pada peradangan. Penelitian saya kemungkinan menyoroiti bahwa selama penyimpanan PRC, terjadi Peningkatan Risiko Oksidasi Hemoglobin. Hemoglobin yang terlepas dari eritrosit menjadi lebih rentan terhadap oksidasi karena tidak dilindungi oleh struktur membran eritrosit. Oksidasi hemoglobin dapat menghasilkan produk seperti metemoglobin, yang memiliki kapasitas mengikat oksigen yang lebih rendah daripada hemoglobin normal. Hal ini dapat mempengaruhi kemampuan PRC untuk menyediakan oksigen yang efektif setelah transfuse.¹⁸

Peningkatan F2 α -isoprostan Ini merupakan salah satu jenis isoprostane yang terbentuk sebagai respons terhadap stres oksidatif. Tingkat F2 α -isoprostan yang tinggi dapat mencerminkan tingkat stres oksidatif yang tinggi dalam tubuh atau dalam komponen biologis seperti darah yang disimpan. Hemoglobin yang meningkat dapat menjadi tanda adanya stres oksidatif yang merupakan proses dari peroksidasi lipid. Pelepasan kadar F2 α -isoprostan yang meningkat seiring dengan lamanya penyimpanan PRC (Packed Red Cells) merupakan hasil dari proses peroksidasi lipid yang terjadi pada eritrosit. Proses ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yang terjadi selama masa penyimpanan yaitu karena hemolisis dan kerusakan membran eritrosit. Pada hemolisis Peroksidasi lipid yang signifikan dapat menyebabkan hemolisis, yaitu pemecahan sel darah merah. Sel-sel darah merah yang mengalami hemolisis melepaskan hemoglobin bebas ke dalam suspensi darah. Hemoglobin yang dilepaskan ini dapat terdeteksi dalam produk PRC dan menyebabkan peningkatan kadar hemoglobin yang terlarut. Kerusakan membran eritrosit Proses peroksidasi lipid dapat menyebabkan kerusakan pada membran eritrosit. Membran yang rusak menjadi lebih permeabel, memungkinkan hemoglobin yang terikat dalam eritrosit untuk bocor ke dalam suspensi PRC. Ini mengakibatkan peningkatan kadar hemoglobin dalam suspensi penyimpanan. Karena itu, pelepasan F2 α -isoprostan yang meningkat seiring dengan lamanya penyimpanan PRC merupakan indikator dari tingkat peroksidasi lipid yang terjadi pada eritrosit. Karena itu, Dalam praktiknya kontrol yang ketat terhadap kondisi penyimpanan PRC seperti oksigen, suhu, pH, dan waktu penyimpanan sangat penting untuk meminimalkan peroksidasi lipid dan pelepasan F2-isoprostan, yang pada gilirannya dapat mengurangi risiko kerusakan eritrosit dan pelepasan hemoglobin bebas. Dengan memahami mekanisme ini, pengelolaan yang tepat terhadap penyimpanan PRC dapat meningkatkan keberhasilan dan keamanan transfusi darah.¹⁷

Hasil uji analitik dari penelitian ini memperoleh nilai p 0,00 ($p < 0,05$) pada Relevansi Statistik Nilai p-value sebesar 0,00 menandakan bahwa hasil uji menunjukkan perbedaan nyata antara kelompok-kelompok yang diuji, sesuai dengan hipotesis yang diuji. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa hipotesis Ha dapat diterima, yaitu terdapat perbedaan yang signifikan terhadap kadar hemoglobin Hari ke-1, Hari ke-7, dan Hari ke-15.

Storage lesion ditandai dengan pecahnya membran eritrosit yang di ikuti dengan pelepasan hemoglobin bebas kedalam plasma yang disebut dengan hemolysis. Jika terjadi hemolisis, hemoglobin bebas yang dilepaskan dapat meningkatkan kadar hemoglobin dalam sampel darah atau PRC yang disimpan.² Peningkatan hemoglobin (Hb) dalam PRC akibat hemolisis dapat menjadi perhatian karena dapat mempengaruhi kualitas produk darah yang disimpan dan dapat mengarah pada komplikasi potensial jika digunakan dalam transfusi. Oleh

karena itu, pengawasan ketat terhadap proses penyimpanan PRC sangat penting untuk meminimalkan risiko hemolisis dan menjaga integritas sel darah merah.¹⁸

Peningkatan indeks hemoglobin pada PRC yang disimpan selama 15 hari atau lebih dapat menjadi indikator bahwa eritrosit telah mengalami perubahan struktural dan fungsional yang signifikan. Meskipun demikian, penting untuk dicatat bahwa meskipun indeks hemoglobin dapat meningkat, tetapi kualitas eritrosit untuk transfusi mungkin telah berkurang karena penurunan 2,3-DPG dan fungsi eritrosit yang terpengaruh. Meskipun PRC ditambahkan antikoagulan CPDA (1) untuk mengawetkan darah namun tetap terjadi perubahan pada komponen darah, terutama eritrosit yang berubah bentuk menjadi abnormal seiring lamanya waktu penyimpanan. Selain itu, pada masa penyimpanan terjadi penurunan kadar Adenosin Tri Phospat (ATP) yang berfungsi sebagai sumber energi bagi eritrosit. Sehingga efeknya akan membuat eritrosit banyak yang lisis karena kekurangan energi. Banyaknya eritrosit yang lisis, menyebabkan hemoglobin keluar dari sel eritrosit sehingga kadar hemoglobin pada PRC akan meningkat.²⁰

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Kadar rata-rata hemoglobin yang diperoleh berdasarkan hari menunjukkan kadar hemoglobin paling tinggi pada hari ke-15 ($23,2 \pm 7,9$ g/dL) dan terendah pada hari ke-1 ($22,3 \pm 9,1$ g/dL) terdapat perbedaan yang bermakna/signifikan pada kadar Hemoglobin.
2. Terdapat korelasi sehingga dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan signifikan antara kadar Hemoglobin hari ke-1, hari ke-7, dan hari ke-15. Dengan kata lain, rata-rata dari setidaknya satu kelompok berbeda secara signifikan dari rata-rata kelompok lainnya.
3. Berdasarkan hasil penelitian Uji Anova terdapat Sig 0,00 yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar Hemoglobin terhadap lama penyimpanan PRC Hari ke-1, Hari ke-7, dan Hari ke-15 di UTD Pirngadi medan.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disaran sebagai berikut :

1. Diharapkan pada peneliti berikutnya dapat membandingkan kadar hemoglobin terhadap lama penyimpanan PRC dengan memeriksa $F2\alpha$ -isoprostan dan hemolisis terjadi pada hari ke berapa

DAFTAR PUSTAKA

1. Yoshida T, Prudent M, D'alessandro A. Red blood cell storage lesion: causes and potential clinical consequences. *Blood Transfus.* 2019 Jan;17(1):27-52.
2. Perbedaan Kadar Hemoglobin Pada Komponen PRC Simpan Dengan Interval Penyimpanan 7 Hari Di Bank Darah RSUD Budhi Asih"
3. Bosman GJ, Lasonder E, Luten M, Roer dinkholder-Stoelwinder B, Novotny VM, Bos H, et al. The proteome of red cell membranes and vesicles during storage in blood bank conditions. *Transfusion.* 2008; 48:827–35.
4. Saragih P, Adhayanti I, Lubis Z, Hariman H. Pengaruh waktu simpan Packed Red Cells (PRC) terhadap perubahan kadar hemoglobin, hematokrit, dan glukosa plasma di RSUP H. Adam Malik, Medan, Indonesia. *Intisari Sains Medis.* 2019;10(2):501–5.
5. Klein, H. G. and Anstee, D. J. (2015) *Mollison's Blood Transfusion in Clinical Medicine.* John Wiley and Sons.

Kementrian Kesehatan Republik Indonesia. (2018). *Imunohematologi Dan Bank Darah.*
6. Suciati. Pengaruh Lama Penyimpanan Darah Donor Terhadap Hasil Pemeriksaan Trombosit Eritrosit dan Leukosit Pada Unit Transfusi Darah. *Media Anal Kesehat.* 2010;
7. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2011 Tentang Pelayanan Darah. 2011. 6-17 p.
8. Nesya Amania Mohune, - and Dyah Artini, - (2022) Pengaruh Lama Penyimpanan Packed Red Cell Terhadap Kadar Hemoglobin di UDD PMI Kota Yogyakarta Tahun 2022. Diploma thesis, Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta.
9. Sharma S, Shama P, Tyler LN. Transfusion of blood and blood products: indications and complications. *Am Fam Physician.* 2011 Mar 15;83(6):719-24.
10. Dixit AM, Subba Rao S V., Article O, Choudhary K, Singh M, Choudhary OP, et al. Pengaruh Penyimpanan Darah Terhadap Kadar Hemoglobin pada whole blood darah donor sebelum dan sesudah disimpan satu minggu. 2018;11(1):1–5.
11. Muller et al., 2015. Transfusion of Packed Red Cells Indications, Triggers and Adverse Events.
12. Deyhim MR, Navabi Z, Jalili MA, Maghsoudloo M, Khoshnaghsh F. Alternation in erythrocyte enzyme antioxidant activity during blood storage. *Iran J Blood Cancer.* 2014;6(2):69–74.
13. Rudina. Vascular Effect of the Red Blood Cell Storage Lesion *Transfusion Medicine,*

- Hematology. 2011;5(1):475–8.
14. Artha D, Dwipayana IKA. Gambaran hasil peningkatan kadar hemoglobin pada pasien anemia yang ditransfusi dengan packed red cell dan whole blood di rsud kabupaten polewali mandar 1. *J Media Laboran*. 2020;10(2):24.
 15. A Buchari ·2018. Kadar Hemoglobin Pada Pasien Anemia. 2018;5–28.
 16. Asih ES, Pramudianti D, Gunawan LS. Perbandingan Hasil Pemeriksaan Hemoglobin Metode Azidemet Hemo globin dan Cyanide-Free. *Biomedika*. 2019;11(1):1–9.
 17. Karon BS, Van Buskirk CM, Jaben EA, Hoyer JD, Thomas DD. Temporal sequence of major biochemical events during Blood Bank storage of packed red blood cells. *Blood Transfus*. 2012;10(4):453–61.
 18. Tinmouth A, Fergusson D, Yee IC, Hebert PC. Clinical consequences of red cell storage in the critically ill. *Transfusion* 2006; 46: 2014-27.
 19. Saidjao Y, Fridayenti, Hartini. Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap kadar Hemoglobin Pada Kantong Darah Donor Di Bank Darah Rumah Sakit Santa Maria Pekanbaru. *Jurnal sains dan teknologi laboratorium medik*. 2019;4(2):32–8.
 20. Kaniyas T, Acker JP. Biopreservation of red blood cells--the struggle with hemoglobin oxidation. *FEBS J*. 2010;277:343–56
 21. Sanchis-Gomar F, Cortell-Ballester J, Pareja-Galeano H. et al. Hemoglobin Point-of-Care Testing: the HemoCue System. *J Lab Autom*. 2013 Jun;18(3):198-205. doi:10.1177/2211068212457560

LAMPIRAN

Lampiran 1.Data Kadar Hemoglobin Hari Ke-1,Hari ke-7, dan Hari Ke

**INSTALASI UNIT TRANFUSI DARAH
RUMAH SAKIT UMUM DARAH DR. PRINGADI
KOTA MEDAN
INSTALASI Telp. (061) 4536022 – 4158701 Ext. 844**

**LAPORAN HASIL PENGUJIAN HB
DI UTD RSUD DR.PIRNGADI KOTA MEDAN**

Nama : Melisa putri wulandari
Jenis Kelamin/Umur : Perempuan
Alamat : Mah.Fak.Kedokteran UMSU
Sampel : PRC

Tgl.Penerimaan : 28 April 2024
Tgl.Pengujian : 28 April 2024

NO	NO KANTONG DARAH	Hb awal	HB Hari ke-1	HB Hari ke-7	HB Hari ke 15	Golongan darah
1	321	16,5	23,6	23,9	24,2	A
2	374	17,0	24,1	24,5	24,7	O
3	352	14,8	22,5	22,9	23,3	O
4	307	16,3	23,4	24,0	24,7	AB
5	331	15,5	21,7	22,5	22,9	A
6	375	15,2	23,1	23,7	24,0	B
7	256	16,7	23,5	23,8	24,1	O
8	340	14,6	22,1	22,7	23,2	B
9	323	15,0	23,4	23,9	24,4	A
10	343	16,9	23,7	24,1	24,5	O
11	349	12,9	22,2	22,5	23,0	A
12	362	16,5	23,4	23,9	24,1	AB
13	336	13,3	22,3	22,7	23,1	B
14	329	14,6	21,4	22,1	22,5	O
15	376	14,5	22,3	22,7	22,9	B
16	330	16,5	23,7	24,0	24,2	O
17	351	17,2	22,5	22,9	23,5	B
18	345	15,2	21,8	22,1	22,6	A
19	333	16,7	23,2	23,7	24,2	O
20	311	15,5	20,1	20,9	21,7	O
21	347	13,9	22,3	22,8	23,4	B
22	346	15,4	21,5	22,4	22,7	A
23	372	14,6	21,0	21,6	22,1	A
24	326	16,1	21,4	21,8	22,5	AB
25	338	15,4	20,5	21,3	21,9	O
26	308	14,0	22,4	22,9	23,5	A
27	325	15,6	21,5	21,7	22,2	O
28	344	13,8	23,0	23,3	23,6	A
29	317	16,4	23,4	23,7	23,10	O
30	233	13,5	21,9	22,4	22,7	B
31	137	16,9	22,7	22,9	23,5	O
32	157	15,7	23,1	23,6	23,9	A
33	144	14,4	21,5	21,7	22,4	O
34	171	14,0	22,0	22,5	22,9	B

**RUMAH SAKIT UMUM DARAH DR. PRINGADI
KOTA MEDAN**
INSTALASI Telp. (061) 4536022 – 4158701 Ext. 844

35	166	16,7	20,5	21,3	21,8	O
36	160	17,0	22,7	23,4	23,6	B
37	169	15,2	21,9	22,5	23,0	O
38	159	13,5	23,2	23,6	24,2	A
39	122	14,8	22,3	22,8	23,3	O
40	149	16,0	23,4	24,0	24,5	B
41	206	15,6	21,4	22,2	22,7	O
42	223	16,3	20,7	21,5	22,4	B
43	252	12,8	21,0	21,4	22,2	A
44	173	14,9	22,6	22,9	23,6	O
45	129	16,5	23,3	23,7	24,1	A
46	273	13,1	21,7	22,4	22,8	O
47	268	15,7	22,8	23,6	24,0	O
48	147	14,2	22,0	22,3	22,7	A
49	141	12,7	21,3	21,8	22,3	O
50	243	17,0	23,5	23,7	24,1	B
51	264	15,1	22,6	22,9	23,5	O
52	131	15,6	23,0	23,7	24,1	B
53	245	14,9	20,5	21,2	21,5	A
54	172	15,7	21,7	21,9	22,4	O
55	125	14,7	22,3	22,6	23,1	A
56	123	15,4	23,1	23,3	23,7	O
57	148	12,5	22,2	22,5	23,2	B
58	218	16,3	23,0	23,2	23,6	O
59	185	14,7	22,4	22,7	22,9	A
60	124	16,1	20,7	20,9	21,4	B
61	138	15,0	21,7	22,2	22,7	O
62	225	16,4	23,1	23,4	23,9	A
63	173	15,2	21,7	22,2	22,8	B
64	168	14,9	22,4	22,8	22,3	A
65	232	13,7	21,0	21,5	22,7	B
66	240	15,5	22,4	22,9	23,5	O
67	255	15,8	21,8	22,4	22,9	B
68	111	16,3	23,2	23,7	24,1	A
69	192	13,7	22,5	22,5	22,9	B
70	178	16,5	23,5	23,7	24,2	O
71	268	14,4	21,7	22,4	23,0	B
72	130	15,1	22,3	22,6	23,3	O
73	117	13,9	23,1	23,5	24,1	A
74	132	15,0	22,4	22,7	23,2	O
75	109	13,2	22,8	23,5	23,8	O

**INSTALASI UNIT TRANFUSI DARAH
RUMAH SAKIT UMUM DARAH DR. PRINGADI
KOTA MEDAN**
INSTALASI Telp. (061) 4536022 – 4158701 Ext. 844

KA.Instalasi UTD
RSUD Dr.Pirngadi Kota Medan



Dr.Emi Memori Pakpahan,M.Ked (Clin path),Sp.Pk

Lampiran 2. Hasil Uji SPSS

Deskriptif

Descriptives								
HB								
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
HARI KE 1	75	22.3147	.91381	.10552	22.1044	22.5249	20.10	24.10
HARI KE 7	75	22.7747	.85726	.09899	22.5774	22.9719	20.90	24.50
HARI KE 15	75	23.2307	.79338	.09161	23.0481	23.4132	21.40	24.70
Total	225	22.7733	.93116	.06208	22.6510	22.8957	20.10	24.70

Frequencies

Statistics					
		HB_Awal	HARI_1	HARI_7	HARI_15
N	Valid	75	75	75	75
	Missing	150	150	150	150
Mean		15.2067	22.3147	22.7747	23.2307
Std. Error of Mean		.13615	.10552	.09899	.09161
Median		15.2000	22.4000	22.7000	23.2000
Mode		16.50	21.70 ^a	23.70	24.10
Std. Deviation		1.17914	.91381	.85726	.79338
Variance		1.390	.835	.735	.629
Range		4.70	4.00	3.60	3.30
Minimum		12.50	20.10	20.90	21.40
Maximum		17.20	24.10	24.50	24.70
Sum		1140.50	1673.60	1708.10	1742.30

a. Multiple modes exist. The smallest value is shown

Normalitas

Tests of Normality							
	WAKTU	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
HB	HARI KE 1	.093	75	.170	.973	75	.104
	HARI KE 7	.099	75	.067	.969	75	.059
	HARI KE 15	.090	75	.200 [*]	.977	75	.200
*. This is a lower bound of the true significance.							
a. Lilliefors Significance Correction							

Homogenitas

Test of Homogeneity of Variances			
HB			
Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.521	2	222	.594

Uji One-Way Annova

ANOVA					
HB					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	31.465	2	15.732	21.459	.000
Within Groups	162.755	222	.733		
Total	194.220	224			

Post Hoc Test

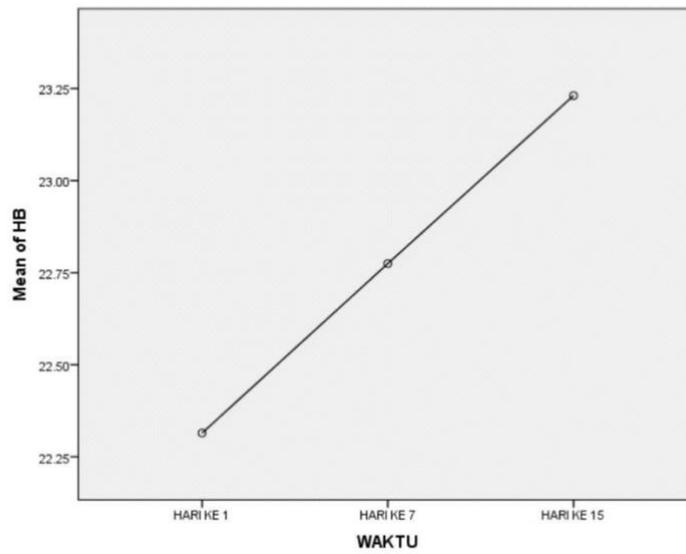
Post Hoc Tests

Multiple Comparisons							
Dependent Variable: HB							
	(I) WAKTU	(J) WAKTU	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Bonferroni	HARI KE 1	HARI KE 7	-.46000 [*]	.13982	.003	-.7973	-.1227
		HARI KE 15	-.91600 [*]	.13982	.000	-1.2533	-.5787
	HARI KE 7	HARI KE 1	.46000 [*]	.13982	.003	.1227	.7973
		HARI KE 15	-.45600 [*]	.13982	.004	-.7933	-.1187
	HARI KE 15	HARI KE 1	.91600 [*]	.13982	.000	.5787	1.2533
		HARI KE 7	.45600 [*]	.13982	.004	.1187	.7933

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Mean Plots

Means Plots



Uji Validitas

TRUE_TIPE_DARAH					
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	A	21	9.3	28.0	28.0
	B	20	8.9	26.7	54.7
	AB	3	1.3	4.0	58.7
	O	31	13.8	41.3	100.0
	Total	75	33.3	100.0	
Missing	System	150	66.7		
Total		225	100.0		

Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian



Lampiran 4. Surat EC



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN
HEALTH RESEARCH ETHICS COMMITTEE
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FACULTY OF MEDICINE UNIVERSITY OF MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

KETERANGAN LOLOS KAJI ETIK
DESCRIPTION OF ETHICAL APPROVAL
"ETHICAL APPROVAL"
No : 1167/KEPK/FKUMSU/2024

Protokol penelitian yang diusulkan oleh :
The Research protocol proposed by

Peneliti Utama : **Melisa Putri Wulandari**
Principal in investigator

Nama Institusi : **Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara**
Name of the Institution Faculty of Medicine University of Muhammadiyah of Sumatera Utara

Dengan Judul
Title

"PERBEDAAN KADAR HEMOGLOBIN TERHADAP MASA SIMPAN PACKED RED CELL (PRC) PADA HARI 1,HARI KE 7 DAN HARI KE 15 DI UTD PRINGADI MEDAN"

"DIFFERENCES IN HEMOGLOBIN LEVELS REGARDING THE STORAGE PERIOD OF PACKED RED CELLS (PRC) ON DAY 1, 7 AND 15TH AT UTD PRINGADI MEDAN"

Dinyatakan layak etik sesuai 7 (tujuh) Standar WHO 2011, yaitu 1) Nilai Sosial, 2) Nilai Ilmiah
 3) Pemerataan Beban dan Manfaat, 4) Resiko, 5) Bujukan / Eksploitasi, 6) Kerahasiaan dan Privacy, dan
 7) Persetujuan Setelah Penjelasan, yang merujuk pada Pedoman CIOMS 2016. Hal ini seperti yang ditunjukkan oleh terpenuhinya indikator setiap standar.

Declared to be ethically appropriate in accordance to 7 (seven) WHO 2011 Standards, 1) Social Values, 2) Scientific Values, 3) Equitable Assessment and Benefits, 4) Risks, 5) Persuasion / Exploitation, 6) Confidentiality and Privacy, and 7) Informed Consent, referring to the 2016 CIOMS Guidelines. This is as indicated by the fulfillment of the indicator of each standard

Pernyataan Laik Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 27 Maret 2024 sampai dengan tanggal 27 Maret 2025
The declaration of ethics applies during the periode Maret 27, 2024 until Maret 27, 2025



Medan: 27 Maret 2024
 Ketua
 Dr. dr. Nurfadly, MKT

Lampiran 5. Surat Izin Penelitian



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS KEDOKTERAN

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 1913/SK/BAN-PT/Ak.KP/PT/XI/2022
 Jl. Gedung Arca No. 53 Medan, 20217 Telp. (061) - 7350163, 7333162, Fax. (061) - 7363488
<https://fk.umsu.ac.id> fk@umsu.ac.id [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#) [umsumedan](#)

UMSU
 Unggul | Cerdas | Terpercaya
 Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

Nomor : 466/II.3.AU/UMSU-08/F/2024
 Lamp. : -
 Hal : Mohon Izin Penelitian

Medan, 26 Ramadhan 1445 H
 05 April 2024 M

Kepada : Yth. **Direktur RSUD Dr. Pirngadi Medan**
 di
 Tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan hormat, dalam rangka penyusunan Skripsi mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (FK UMSU) Medan, maka kami mohon bantuan Bapak/Ibu untuk memberikan informasi, data dan fasilitas seperlunya kepada mahasiswa kami yang akan mengadakan penelitian sebagai berikut :

N a m a : Melisa Putri Wulandari
NPM : 2008260038
Semester : VIII (Delapan)
Fakultas : Kedokteran
Jurusan : Pendidikan Dokter
Judul : Perbedaan Kadar Hemoglobin Terhadap Masa Simpan Packed Red Cell (PRC)
 Pada Hari 1, Hari Ke 7 Dan Hari Ke 15 Di UTD Pringadi Medan

Demikianlah hal ini kami sampaikan, atas kerjasama yang baik kami ucapkan terima kasih. Semoga amal kebaikan kita diridhai oleh Allah SWT. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb



005297312826

Diterima tgl.	: 16 APR 2024
Agenda No.	: 2024 (Tul. IV) 2024
Diteruskan ke bbg.	: D/W
Dibalas tgl.	:
Agenda No.	:

Dekan,

dr. Siti Masliana Siregar, Sp.THT-KL(K)
 NIDN : 0106098201

- Tembusan :
1. Wakil Rektor I UMSU
 2. Ketua Skripsi FK UMSU
 3. Pertinggal



Lampiran 6. Surat Izin Selesai Penelitian



PEMERINTAH KOTA MEDAN
RUMAH SAKIT UMUM DAERAH Dr. PIRNGADI KOTA MEDAN
 (AKREDITASI PARIPURNA NO. KARS-SERT/974/X/2019 TGL. 2 OKTOBER 2019)
 Jalan Prof.H.M. Yamin, SH No. 47 Medan, Kode Pos 20234
 Tel : (061) 4158701 – Fax. (061) 4521223
 E-mail : rsupirngadi@gmail.com Website : www.rsudpirngadi.pemkomedan.go.id



Nomor : 000.9.2/0256
 Sifat : -
 Lampiran : -
 Perihal : Selesai Penelitian
An. Melisa Putri Wulandari

16 Mei 2024
 Kepada:
 Yth. Dekan Fakultas Kedokteran
 Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
 di-
 Tempat

Dengan hormat,
 Membalas surat saudara no : 466/II.3.AU/UMSU-08/F/2024 tanggal : 05 April 2024 perihal : Mohon Izin Penelitian, dengan ini kami sampaikan bahwa:

NAMA : MELISA PUTRI WULANDARI
NIM : 2008260038
Institusi : S-1 FK UMSU

Telah selesai melaksanakan Penelitian di Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Pirngadi Kota Medan dengan judul :

Perbedaan Kadar Hemoglobin Terhadap Masa Simpan Packed Red Cell (PRC) Pada Hari 1, Hari ke 7 Dan Hari Ke 15 Di UTD RSUD Dr. Pirngadi Kota Medan.

Untuk kelangsungan kegiatan Penelitian, kiranya saudara dapat memberikan kepada kami 1 (satu) eksp. Skripsi jilid lux dan 1 (satu) buah dalam bentuk CD.

Demikian disampaikan atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.



Ditandatangani secara elektronik oleh :
 Direktur
 RSUD Dr Pirngadi,

dr. Suhartono, Sp.PD., Subsp.HOM (K), FINASIM
 Pembina Utama Muda (IVc)
 NIP 197004262005021002



- Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik, menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BSNP
 - UU TTI No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 Ayat 1 "Tajirruas Elektronik dan/atau Elektronik dan/atau hasil cetakannya merupakan alat bukti hukum yang sah."

Lampiran 8. Artikel Publikasi

PERBEDAAN KADAR HEMOGLOBIN TERHADAP MASA SIMPAN PACKED RED CELL (PRC) PADA HARI 1,HARI KE 7 DAN HARI KE 15 DI UTD PRINGADI MEDAN

Melisa Putri Wulandari, Fani Ade Irma

Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

e-mail : melisaputriwulandari3@gmail.com

ABSTRAK

Latar Belakang: PRC adalah komponen darah yang dipisahkan dari darah utuh, yang terdiri dari sel darah merah dengan sebagian besar plasma, leukosit, dan trombosit dihilangkan. Hemoglobin adalah protein utama dalam sel darah merah yang bertanggung jawab untuk mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh dan membawa karbon dioksida kembali ke paru-paru untuk dikeluarkan. Selama penyimpanan, membran sel darah merah menjadi lebih rapuh akibat stres oksidatif dan perubahan metabolik. Kerusakan membran dapat menyebabkan hemolisis, yaitu pecahnya sel darah merah yang melepaskan hemoglobin bebas ke dalam larutan penyimpanan. Penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui perbedaan kadar HB dengan masa simpan packed red cell (PRC) terhadap kadar hemoglobin hari 1, hari ke 7 dan hari ke 15 di UTD Pringadi Medan. **Metode:** Jenis penelitian adalah studi *Prospektif*, Penelitian ini dilakukan di berbagai waktu untuk dibandingkan. Total sampel pada penelitian ini yaitu 75 orang. Analisis data diolah menggunakan SPSS. Pertama dilakukan uji normalitas, uji normalitas yang digunakan yaitu *Kolmogorov-Smirnov*. Setelah uji normalitas dilakukan uji homogenitas. Jika data berdistribusi homogen/normal maka dilakukan uji *One-Way ANOVA* untuk membandingkan. **Hasil:** Terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar Hemoglobin hari ke-1, hari ke-7, dan hari ke-15. **Kesimpulan:** Lama penyimpanan prc dapat mempengaruhi kadar hemoglobin.

Kata kunci : Lama penyimpanan, Packed Red Cell , Kadar hemoglobin.

**DIFFERENCES IN HEMOGLOBIN LEVELS ON PACKED RED CELL (PRC)
SHELF LIFE ON DAY 1, 7 AND 15 AT UTD PRINGADI MEDAN**

Melisa Putri Wulandari, Fani Ade Irma

Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

e-mail : melisaputriwulandari3@gmail.com

ABSTRACT

Background: PRC is a blood component separated from whole blood, which consists of red blood cells with most plasma, leukocytes, and platelets removed. Hemoglobin is the main protein in red blood cells that is responsible for transporting oxygen from the lungs to the rest of the body and carrying carbon dioxide back to the lungs for excretion. During storage, the red blood cell membrane becomes more fragile due to oxidative stress and metabolic changes. Membrane damage can lead to hemolysis, which is the rupture of red blood cells that release free hemoglobin into the storage solution. This study aims to determine the difference in HB levels with the shelf life of packed red cells (PRC) on hemoglobin levels on day 1, day 7 and day 15 at UTD Pringadi Medan. **Methods:** The type of research is *a Prospective study*, the study is conducted at various times for comparison. The total sample in this study is 75 people. Data analysis was processed using SPSS. First, a normality test was carried out, the normality test used was *Kolmogorov-Smirnov*. After the normality test, a homogeneity test was carried out. If the data is homogeneous/normally distributed, a *One-Way ANOVA test* is carried out to compare. **Results:** There was a significant difference between Hemoglobin levels on day 1, day 7, and day 15. **Conclusion:** The length of storage of prc may affect hemoglobin levels.

Keywords: Storage time, Packed Red Cell, Hemoglobin levels.

PENDAHULUAN

PRC adalah komponen darah yang dipisahkan dari darah utuh, yang terdiri dari sel darah merah dengan sebagian besar plasma, leukosit, dan trombosit dihilangkan. Penyimpanan PRC harus dilakukan dengan hati-hati untuk memastikan efektivitas dan keamanan bagi penerima transfusi. Terdapat beberapa aspek penting tentang penyimpanan PRC. PRC biasanya disimpan pada suhu 1-6°C. PRC yang disimpan dengan CPDA-1 memiliki umur simpan hingga 35 hari pada suhu 1-6°C. Selama periode ini, CPDA-1 membantu menjaga viabilitas dan fungsi sel darah merah, meskipun beberapa perubahan penyimpanan tetap terjadi. Selama penyimpanan, sel darah merah mengalami perubahan biokimia dan fisik yang dikenal sebagai "penyimpanan lesi." Perubahan ini dapat meliputi Adenosin trifosfat (ATP) adalah sumber energi utama bagi sel darah merah. Selama penyimpanan, kadar ATP menurun, yang dapat mempengaruhi kemampuan sel darah merah untuk mempertahankan integritas membran dan fungsi seluler. Perubahan Mekanis akibat Hemolisis, Hemolisis menghasilkan pelepasan hemoglobin bebas ke dalam larutan

penyimpanan, yang dapat berpotensi menyebabkan reaksi transfusi jika digunakan pada pasien.⁽¹⁾

Hemoglobin adalah protein utama dalam sel darah merah yang bertanggung jawab untuk mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh dan membawa karbon dioksida kembali ke paru-paru untuk dikeluarkan. Kadar hemoglobin dalam PRC merupakan indikator penting dari kualitas dan efektivitas darah yang ditransfusikan. Perubahan Selama Penyimpanan terjadi Kerusakan Membran Sel Selama penyimpanan, membran sel darah merah menjadi lebih rapuh akibat stres oksidatif dan perubahan metabolik. Kerusakan membran dapat menyebabkan hemolisis, yaitu pecahnya sel darah merah yang melepaskan hemoglobin bebas ke dalam larutan penyimpanan. Keadaan Eritrosit yang Hemolisis dan Pengaruhnya terhadap Kadar Hemoglobin dalam Penyimpanan PRC.⁽²⁾

Hemolisis adalah proses di mana sel darah merah (eritrosit) pecah dan melepaskan hemoglobin ke dalam larutan di sekitarnya. Hemolisis dapat terjadi selama penyimpanan Packed Red Cells (PRC) dan memiliki dampak signifikan terhadap kadar hemoglobin. bagaimana hemolisis mempengaruhi kadar

hemoglobin dalam PRC yang disimpan. Terjadi penurunan pH Metabolisme anaerobik menghasilkan asam laktat, menurunkan pH dalam kantung PRC. Penurunan pH dapat mempengaruhi stabilitas hemoglobin dan mempercepat kerusakan sel darah merah. Pengukuran Kadar Hemoglobin Hemoglobin Total, Kadar hemoglobin total dalam PRC biasanya diukur segera setelah pengumpulan dan secara berkala selama penyimpanan untuk memantau perubahan. Hemoglobin Bebas dihasilkan dari hemolisis dapat diukur untuk menilai kerusakan sel darah merah selama penyimpanan. Pengaruh Hemolisis terhadap Kadar Hemoglobin terjadi Peningkatan Hemoglobin Bebas Saat eritrosit hemolisis, hemoglobin dilepaskan dari dalam sel ke larutan penyimpanan, meningkatkan konsentrasi hemoglobin bebas. Hemoglobin bebas tidak berfungsi sama seperti hemoglobin dalam eritrosit untuk mengangkut oksigen. Perubahan Pengukuran Kadar Hemoglobin, Pengukuran kadar hemoglobin dalam PRC biasanya mencakup hemoglobin total, tetapi hemolisis menyebabkan perubahan distribusi antara hemoglobin dalam eritrosit dan hemoglobin bebas. Hemoglobin bebas yang dihasilkan dari hemolisis dapat

menyebabkan reaksi transfusi yang merugikan, seperti hiperpotasemia, hemoglobinuria, dan kerusakan ginjal, gangguan vaskular.⁽³⁾

Penelitian Pesalmen Saragih et al (2019) Pengaruh waktu simpan Packed Red Cells (PRC) terhadap perubahan kadar hemoglobin di RSUP H. Adam Malik, Medan, Indonesia menunjukkan bahwa pada hasil penelitian adanya perubahan kadar hemoglobin terhadap lama waktu simpan PRC dimana menunjukkan hasil yang bermakna. Disebabkan oleh faktor peningkatan kadar Hb bebas dan F2 α -isoprostan terjadi selama penyimpanan PRC. Kadar hemoglobin total dalam PRC mungkin tampak meningkat karena adanya hemoglobin bebas, meskipun jumlah eritrosit utuh sebenarnya menurun.⁽⁴⁾

Oleh karna itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kadar hemoglobin pada PRC terhadap 3 kelompok berbeda yaitu kadar hemoglobin hari ke-1, hari ke-7, dan hari ke 15 di UTD Pringadi Medan. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan kita pemahaman yang lebih lanjut antara hubungan kadar hemoglobin terhadap lama penyimpanan PRC.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini mendapat persetujuan etik. Jenis penelitian ini yaitu study Prospektif yang merupakan jenis penelitian yang bersifat melihat kedepan (forward looking) yang bertujuan untuk mengetahui perbedaan kadar hemoglobin terhadap masa simpan PRC pada hari 1, ke 7, dan ke 15. Penelitian ini dilakukan pada bulan April 2024 dengan sampel berjumlah 75 kantong darah di UTD Pringadi Medan.

Dilakukan uji normalitas, homogenitas dan selanjutnya uji Anova. Maka yang pertama dilakukan yaitu uji normalitas dengan Kolmogorov- Smirnov dikarenakan sampel berjumlah >50 orang. Maka selanjutnya sebelum dilakukan uji Anova dilakukan uji homogenitas terlebih dahulu dengan perhitungan Bonferroni. Jika data dinyatakan berdistribusi homogen maka dilakukan uji Anova untuk melihat apakah terdapat perbedaan yang signifikan/bermakna antara variabel satu dengan yang lain nya

HASIL PEMELITIAN

Tabel 4.1 Distribusi Sampel Berdasarkan Rata-Rata kadar Hemoglobin awal

Kelompok	Mean(\pmSD)	Median	Mode
HB awal	15,2 \pm 1,17	15,2	16,50

Berdasarkan hasil rata-rata hemoglobin awal pada Tabel 4.1 didapatkan rata-rata yaitu 15,2 g/dL dengan median 15,20 g/dL dan mode yaitu 16,50 g/dL.

Tabel 4.2 Distribusi Sampel Berdasarkan Rata-Rata Uji Deskriptif Pemeriksaan Hari ke-1, Hari ke-7, Dan Hari ke-15

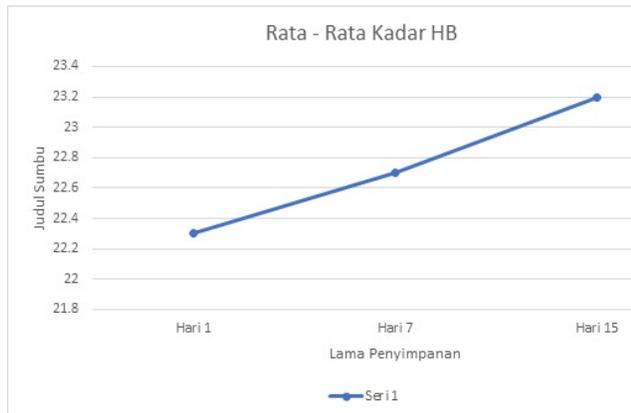
Kelompok	Mean(\pmSD)	Median	Mode
Hari 1	22,3 \pm 9,1	22,4	21,7
Hari 7	22,7 \pm 8,5	22,7	23,7
Hari 15	23,2 \pm 7,9	23,2	24,1

Berdasarkan data hasil pemeriksaan Hemoglobin Tabel 4.2 didapatkan hasil rata-rata, Median, Mode pada penyimpanan darah donor PRC hari pertama, hari ke tujuh dan hari ke lima belas terjadi peningkatan kadar hemoglobin pada darah donor PRC.

Nilai rata-rata pada hari pertama 22,3 g/dL didapatkan Median 22,4 g/dL

pada Mode didapatkan 21,7 g/dL. Pada hari ke tujuh didapatkan rata-rata kadar hemoglobin 22,7 g/dL pada Median didapatkan 22,7 g/dL dan pada Mode didapatkan 23,7 g/dL. Dan pada hari ke 15 yaitu didapatkan rata-rata 23,2 g/dL pada Median didapatkan 23,2 g/dL dan pada Mode didapatkan 24,1 g/dL. Berdasarkan kadar Hemoglobin tabel diatas rata-rata yang paling tinggi terdapat pada hari ke-15 dengan kadar rata-rata (23,2 g/dL) dan yang terendah terdapat pada hari ke-1 yaitu (22,3 g/dL).

Gambar 4.1 Grafik Perubahan Hemoglobin Pada darah PRC Hari ke-1, Hari ke-7, Dan Hari ke-15.



Berdasarkan Data pada Tabel 4.2 Untuk melihat rata-rata perbedaan kadar hemoglobin di dalam darah tersebut. Data pada Tabel 4.2

diplotkan kedalam bentuk grafik seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.1. hasilnya menunjukkan pada hari ke-1 kadar Hemoglobin berada disekitar 22,2 g/dL, Pada hari ke-7 menunjukkan kadar Hemoglobin naik menjadi sekitar 22,8 g/dL, Pada hari ke-15 menunjukkan kadar Hemoglobin mencapai sekitar 23,3 g/dL, Grafik ini menunjukkan bahwa rata-rata kadar Hemoglobin meningkat seiring dengan bertambahnya lama penyimpanan dari hari ke 1-15.

4.3 Uji Parametrik annova

Kelompok	Mean(\pm SD)	P
Hari1	22,3 \pm 9,1	
Hari7	22,7 \pm 98,5	0,00
Hari15	23,2 \pm 7,9	

Data dianalisis menggunakan uji Anova untuk melihat signifikansi dari 3 waktu pemeriksaan yaitu hari 1, hari ke 7, dan hari ke-15. Jika suatu data memiliki Sig <0,05 dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan. Berdasarkan data pada tabel yang sudah dilakukan uji Anova diatas terdapat Sig 0,00 yang dimana terdapat perbedaan yang signifikan/bermakna terhadap penyimpanan hari 1, hari 7, dan hari ke 15. Sehingga dapat

disimpulkan terdapat perbedaan yang nyata antara kadar Hemoglobin hari 1,7,15.

PEMBAHASAN

Pada penelitian ini melibatkan sebanyak 75 sampel dalam penyimpanan PRC 15 hari, Penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan pada hemoglobin yang bermakna pada penelitian diatas Sig menunjukkan ($<0,05$) selama penyimpanan lima belas hari. Peningkatan hemoglobin kemungkinan pada penelitian saya disebabkan karna adanya peningkatan hemoglobin bebas dan $F2\alpha$ -isoprostan di dalam darah, karna pada penelitian ini sejalan dengan penelitian Pasalmen Saragih pada tahun 2019 menunjukkan bahwa terdapat peningkatan pada hemoglobin selama proses penyimpanan yang disebabkan oleh faktor peningkatan hemoglobin bebas dan $F2\alpha$ -isoprostan terjadi selama penyimpanan. Penelitian Pasalmen Saragih pada tahun 2019 didapatkan Kadar hb pada hari-1 yaitu $14,9\pm 1,9$ pada hari ke-3 yaitu $15,5\pm 1,9$ pada hari ke-5 yaitu $15,2\pm 1,7$ dan pada hari ke-7 yaitu $15,7\pm 1,9$.⁴ Hasil yang sama dengan penelitian yang dilakukan *karon et al* pada tahun 2012 di Amerika Serikat membuktikan bahwa peningkatan kadar hemoglobin bebas

dan $F2\alpha$ -isoprostan bebas terjadi selama penyimpanan PRC. $F2\alpha$ -isoprostan adalah biomarker dari peroksidasi lipid yang mengindikasikan adanya stres oksidatif pada eritrosit selama penyimpanan. Peningkatan ini diperkirakan akan menjadi faktor yang menyebabkan hasil yang buruk pada penerima transfuse PRC.⁵

Hemoglobin bebas (juga dikenal sebagai "free hemoglobin") merujuk pada hemoglobin yang terlepas dari sel darah merah (eritrosit). Ketika hemoglobin bebas meningkat dalam plasma, hal ini bisa mempengaruhi pengukuran kadar hemoglobin total dalam darah. Selama penyimpanan PRC, terjadi peningkatan hemoglobin bebas dalam plasma. Hemoglobin bebas dilepaskan dari eritrosit yang mengalami hemolisis selama penyimpanan. Hemolisis adalah proses di mana eritrosit mengalami kerusakan membran dan hemoglobin bebas dilepaskan ke dalam plasma. Jika terjadi hemolisis, hemoglobin bebas yang dilepaskan dapat meningkatkan kadar hemoglobin dalam sampel darah atau PRC yang disimpan.⁴

Peningkatan hemoglobin bebas dapat berpotensi mengganggu fungsi vaskular dan

berkontribusi pada peradangan. Penelitian saya kemungkinan menyoroti bahwa selama penyimpanan PRC, terjadi Peningkatan Risiko Oksidasi Hemoglobin. Hemoglobin yang terlepas dari eritrosit menjadi lebih rentan terhadap oksidasi karena tidak dilindungi oleh struktur membran eritrosit. Oksidasi hemoglobin dapat menghasilkan produk seperti metemoglobin, yang memiliki kapasitas mengikat oksigen yang lebih rendah daripada hemoglobin normal. Hal ini dapat mempengaruhi kemampuan PRC untuk menyediakan oksigen yang efektif setelah transfuse.⁶

Peningkatan $F2\alpha$ -isoprostan Ini merupakan salah satu jenis isoprostane yang terbentuk sebagai respons terhadap stres oksidatif. Tingkat $F2\alpha$ -isoprostan yang tinggi dapat mencerminkan tingkat stres oksidatif yang tinggi dalam tubuh atau dalam komponen biologis seperti darah yang disimpan. Hemoglobin yang meningkat dapat menjadi tanda adanya stres oksidatif yang merupakan proses dari peroksidasi lipid. Pelepasan kadar $F2\alpha$ -isoprostan yang meningkat seiring dengan lamanya penyimpanan PRC (Packed Red Cells) merupakan hasil dari proses peroksidasi lipid

yang terjadi pada eritrosit. Proses ini dipengaruhi oleh beberapa faktor yang terjadi selama masa penyimpanan yaitu karna hemolisis dan kerusakan membran eritrosit. Pada hemolisis Peroksidasi lipid yang signifikan dapat menyebabkan hemolisis, yaitu pemecahan sel darah merah. Sel-sel darah merah yang mengalami hemolisis melepaskan hemoglobin bebas ke dalam suspensi darah. Hemoglobin yang dilepaskan ini dapat terdeteksi dalam produk PRC dan menyebabkan peningkatan kadar hemoglobin yang terlarut. Kerusakan membran eritrosit Proses peroksidasi lipid dapat menyebabkan kerusakan pada membran eritrosit. Membran yang rusak menjadi lebih permeabel, memungkinkan hemoglobin yang terikat dalam eritrosit untuk bocor ke dalam suspensi PRC. Ini mengakibatkan peningkatan kadar hemoglobin dalam suspensi penyimpanan. Karena itu, pelepasan $F2\alpha$ -isoprostan yang meningkat seiring dengan lamanya penyimpanan PRC merupakan indikator dari tingkat peroksidasi lipid yang terjadi pada eritrosit. Karena itu, Dalam praktiknya kontrol yang ketat terhadap kondisi penyimpanan PRC seperti oksigen, suhu, pH, dan waktu penyimpanan sangat penting untuk

meminimalkan peroksidasi lipid dan pelepasan F2-isoprostan, yang pada gilirannya dapat mengurangi risiko kerusakan eritrosit dan pelepasan hemoglobin bebas. Dengan memahami mekanisme ini, pengelolaan yang tepat terhadap penyimpanan PRC dapat meningkatkan keberhasilan dan keamanan transfusi darah.⁵

Hasil uji analitik dari penelitian ini memperoleh nilai $p < 0,00$ ($p < 0,05$) pada Relevansi Statistik Nilai p -value sebesar 0,00 menandakan bahwa hasil uji menunjukkan perbedaan nyata antara kelompok-kelompok yang diuji, sesuai dengan hipotesis yang diuji. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa hipotesis H_a dapat diterima, yaitu terdapat perbedaan yang signifikan terhadap kadar hemoglobin Hari ke-1, Hari ke-7, dan Hari ke-15.

Storage lesion ditandai dengan pecahnya membran eritrosit yang di ikuti dengan pelepasan hemoglobin bebas kedalam plasma yang disebut dengan hemolysis. Jika terjadi hemolisis, hemoglobin bebas yang dilepaskan dapat meningkatkan kadar hemoglobin dalam sampel darah atau PRC yang disimpan.² Peningkatan hemoglobin (Hb) dalam PRC akibat hemolisis dapat

menjadi perhatian karena dapat mempengaruhi kualitas produk darah yang disimpan dan dapat mengarah pada komplikasi potensial jika digunakan dalam transfusi. Oleh karena itu, pengawasan ketat terhadap proses penyimpanan PRC sangat penting untuk meminimalkan risiko hemolisis dan menjaga integritas sel darah merah.⁶

Peningkatan indeks hemoglobin pada PRC yang disimpan selama 15 hari atau lebih dapat menjadi indikator bahwa eritrosit telah mengalami perubahan struktural dan fungsional yang signifikan. Meskipun demikian, penting untuk dicatat bahwa meskipun indeks hemoglobin dapat meningkat, tetapi kualitas eritrosit untuk transfusi mungkin telah berkurang karena penurunan 2,3-DPG dan fungsi eritrosit yang terpengaruh. Meskipun PRC ditambahkan antikoagulan CPDA (1) untuk mengawetkan darah namun tetap terjadi perubahan pada komponen darah, terutama eritrosit yang berubah bentuk menjadi abnormal seiring lamanya waktu penyimpanan. Selain itu, pada masa penyimpanan terjadi penurunan kadar Adenosin Tri Phospat (ATP) yang berfungsi sebagai sumber energi bagi eritrosit. Sehingga efeknya akan membuat eritrosit banyak yang

lisis karena kekurangan energi. Banyaknya eritrosit yang lisis, menyebabkan hemoglobin keluar dari sel eritrosit sehingga kadar hemoglobin pada PRC akan meningkat.⁷

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian Uji Anova terdapat Sig 0,00 yang berarti terdapat perbedaan yang signifikan antara kadar Hemoglobin terhadap lama penyimpanan PRC Hari ke-1, Hari ke-7, Dan Hari ke-15 di UTD Pirngadi medan.

SARAN

Diharapkan pada peneliti berikutnya dapat membandingkan kadar hemoglobin terhadap lama penyimpanan PRC dengan memeriksa F2 α -isoprostan dan hemolisis terjadi pada hari ke berapa.

DAFTAR PUSTAKA

1. Yoshida T, Prudent M, D'alessandro A. Red blood cell storage lesion: causes and potential clinical consequences. *Blood Transfus.* 2019 Jan;17(1):27-52.

2. Perbedaan Kadar Hemoglobin Pada Komponen PRC Simpan Dengan Interval Penyimpanan 7 Hari Di Bank Darah RSUD Budhi Asih"

3. Bosman GJ, Lasonder E, Luten M, Roerdinkholder-Stoelwinder B, Novotny VM, Bos H, et al. The proteome of red cell

membranes and vesicles during storage in blood bank conditions. *Transfusion.* 2008; 48:827–35

4. Saragih P, Adhayanti I, Lubis Z, Hariman H. Pengaruh waktu simpan Packed Red Cells (PRC) terhadap perubahan kadar hemoglobin, hematokrit, dan glukosa plasma di RSUP H. Adam Malik, Medan, Indonesia. *Intisari Sains Medis.* 2019;10(2):501–5.

5. Karon BS, Van Buskirk CM, Jaben EA, Hoyer JD, Thomas DD. Temporal sequence of major biochemical events during Blood Bank storage of packed red blood cells. *Blood Transfus.* 2012;10(4):453–61

6. Timmouth A, Fergusson D, Yee IC, Hebert PC. Clinical consequences of red cell storage in the critically ill. *Transfusion* 2006; 46: 2014-27

7. Kanas T, Acker JP. Biopreservation of red blood cells--the struggle with hemoglobin oxidation. *FEBS J.* 2010;277:343–56

