

Perbedaan Kejadian Hemolisis antara Lama Penyimpanan Komponen Darah *Packed Red Cell* (PRC) dengan *Whole Blood* (WB) di UTD PMI Surabaya

Lentera Afrida Kusumawardani^{1*}, Reinaldi Angga Ardhana²
^{1,2} Universitas Dr. Soetomo, Indonesia

Alamat: Jl. Semolowaru No.84, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur

Korespondensi penulis: lentera@unitomo.ac.id

Abstract. - *Packed Red Cell (PRC)* is a commonly used blood component for transfusion, obtained through centrifugation or sedimentation of *Whole Blood (WB)*, with most of the plasma removed. During *in vitro* storage, changes such as reduced red blood cell viability and hemolysis can occur. At UTD PMI Surabaya, hemolysis in PRC and WB was detected on the 20th day of storage, with 10% of blood production approaching hemolysis. This study aims to determine the differences in hemolysis events based on storage duration between PRC and WB. The research used a total sampling method with 60 combined samples of PRC and WB and was conducted at UTD PMI Surabaya. Statistical analysis using a paired samples *t*-test showed a significant value of $p = 0.000$ ($p < 0.05$), indicating a significant difference in hemolysis events between PRC and WB. The study concludes that there is a significant difference in hemolysis events based on storage duration between PRC and WB at UTD PMI Surabaya.

Keywords: Hemolysis, WB, PRC, storage, transfusion.

Abstrak - *Packed Red Cell (PRC)* adalah salah satu komponen darah yang sering digunakan dalam transfusi, diperoleh melalui sentrifugasi atau pengendapan dari *Whole Blood (WB)*, dengan sebagian besar plasma dibuang. Selama penyimpanan *in vitro*, perubahan seperti penurunan daya hidup sel darah merah dan hemolisis dapat terjadi. Di UTD PMI Kota Surabaya, hemolisis pada PRC dan WB mulai terdeteksi pada hari ke-20 masa penyimpanan, dengan 10% dari produksi darah mendekati hemolisis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan kejadian hemolisis berdasarkan lama penyimpanan antara PRC dan WB. Penelitian dilakukan menggunakan metode total sampling dengan jumlah sampel sebanyak 60 gabungan PRC dan WB, yang dilaksanakan di UTD PMI Kota Surabaya. Analisis statistik menggunakan uji *t*-berpasangan (*Paired Samples Test*) menunjukkan nilai signifikan sebesar $p = 0,000$ ($p < 0,05$), yang mengindikasikan adanya perbedaan signifikan dalam kejadian hemolisis antara PRC dan WB. Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa terdapat perbedaan kejadian hemolisis berdasarkan lama penyimpanan pada PRC dan WB di UTD PMI Kota Surabaya.

Kata kunci: Hemolisis, WB, PRC, penyimpanan, transfusi

1. LATAR BELAKANG

Transfusi darah merupakan prosedur medis penting dalam dunia kesehatan, terutama untuk menangani pasien yang mengalami kekurangan darah akibat perdarahan, shock, anemia, atau kondisi medis lainnya. Komponen darah yang sering digunakan dalam transfusi adalah *Packed Red Cell (PRC)*, yang dihasilkan dari proses sentrifugasi *Whole Blood (WB)* sehingga sebagian besar plasmanya terpisah. PRC memiliki kadar hematokrit tinggi (70-80%) dan umumnya digunakan untuk pasien anemia tanpa penurunan volume darah, seperti pada kasus anemia hemolitik, leukemia, talasemia, dan gagal ginjal kronis.

Dalam pengelolaan darah, metode rantai dingin digunakan untuk mempertahankan kualitas darah, di mana PRC disimpan pada suhu 2-6°C dengan masa simpan hingga 35 hari sesuai regulasi. Namun, penyimpanan darah dalam waktu lama dapat memengaruhi kualitas eritrosit, yang dikenal sebagai *storage lesion*. Selama penyimpanan, eritrosit mengalami degradasi metabolik yang meningkatkan risiko hemolisis dan komplikasi klinis, termasuk sepsis, gagal ginjal, dan peningkatan mortalitas pada pasien ICU, terutama jika PRC disimpan lebih dari 14 hari.

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa masa simpan darah sangat berpengaruh terhadap kualitas eritrosit. Saragih (2019) menyebutkan bahwa WB yang disimpan lebih dari dua minggu memiliki risiko hemolisis lebih tinggi dibandingkan PRC. Sharifiet et al. (2019) menekankan pentingnya penggunaan antioksidan untuk mengurangi kerusakan oksidatif pada eritrosit selama penyimpanan, sementara Setyati (2010) menemukan bahwa darah segar memiliki kualitas eritrosit lebih baik dibandingkan darah yang disimpan lebih dari enam hari, meskipun darah segar sulit diperoleh dengan cepat.

Di Unit Transfusi Darah (UTD) PMI Kota Surabaya, kejadian hemolisis mulai terdeteksi pada hari ke-20 masa penyimpanan. Data menunjukkan sekitar 10% darah yang diproduksi mendekati batas hemolisis. Oleh karena itu, pengawasan mutu terhadap komponen darah, seperti uji hemolisis, jumlah leukosit, dan pH, menjadi sangat penting. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk memahami perbedaan tingkat hemolisis pada komponen darah PRC dan WB berdasarkan lama penyimpanan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas layanan transfusi darah, khususnya di UTD PMI Surabaya.

2. KAJIAN TEORITIS

Teori Dasar Transfusi Darah

Transfusi darah adalah proses pemberian darah dari donor kepada penerima dengan tujuan menggantikan darah yang hilang, mengatasi perdarahan, atau mempertahankan fungsi tubuh terhadap infeksi. Menurut WHO (2019), transfusi darah yang aman dapat meningkatkan kualitas hidup pasien, namun memerlukan pengelolaan yang baik dalam penyimpanan dan distribusi.

Teori dasar menyebutkan bahwa transfusi darah digunakan dalam berbagai kondisi klinis, seperti anemia berat, trauma, dan penyakit kronis, dengan mempertimbangkan jenis komponen darah yang digunakan, misalnya WB atau PRC. WB adalah darah utuh yang belum

dipisahkan komponennya, sedangkan PRC merupakan konsentrat sel darah merah yang telah dipisahkan dari plasma, trombosit, dan leukosit.

Teori Tentang Komponen Darah

1. **Whole Blood (WB):** WB mengandung semua komponen darah, termasuk eritrosit, trombosit, leukosit, dan plasma. WB biasanya digunakan pada kondisi kehilangan darah akut. Dalam penelitian ini, WB memiliki karakteristik masa simpan dan sifat biokimia yang dapat memengaruhi risiko hemolisis.
2. **Packed Red Cell (PRC):** PRC merupakan komponen yang lebih terfokus pada sel darah merah, didapatkan melalui proses sentrifugasi WB. PRC digunakan untuk pasien dengan kebutuhan oksigenasi tanpa peningkatan volume darah, seperti anemia berat atau penyakit kronis. Masa simpan PRC pada suhu 2-6°C biasanya hingga 35 hari, tetapi risiko hemolisis meningkat seiring waktu penyimpanan.

Hemolisis: Mekanisme dan Faktor Penyebab

Hemolisis adalah pecahnya eritrosit yang menyebabkan pelepasan hemoglobin ke plasma. Penyebab hemolisis dalam konteks penyimpanan darah meliputi:

- a) **Faktor Biokimia:** Penurunan ATP, akumulasi ion kalium, dan stres oksidatif selama penyimpanan.
- b) **Faktor Fisik:** Penggunaan antikoagulan seperti CPDA-1 dapat memengaruhi stabilitas membran sel eritrosit.
- c) **Kontaminasi Bakteri:** Kontaminasi mikroba dapat mempercepat proses hemolisis.

Menurut Sharifiet et al. (2019), antioksidan dapat membantu mengurangi kerusakan oksidatif yang memengaruhi membran eritrosit. Standar internasional seperti FDA menetapkan bahwa tingkat hemolisis tidak boleh melebihi 1% pada masa penyimpanan yang direkomendasikan.

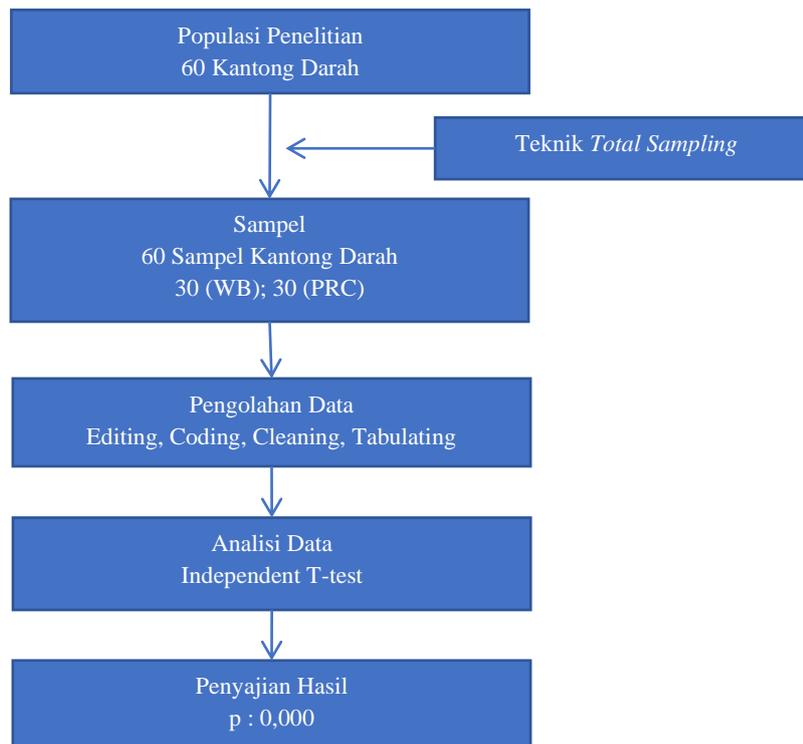
Masa Simpan dan Pengaruhnya pada Hemolisis

Penyimpanan darah pada suhu 2-6°C dirancang untuk memperlambat metabolisme eritrosit, tetapi perubahan biokimia seperti penurunan 2,3-difosfoglisarat (2,3-DPG) dan ATP tidak dapat sepenuhnya dicegah. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa WB memiliki tingkat hemolisis lebih tinggi dibandingkan PRC, terutama karena keberadaan leukosit yang tidak terfiltrasi dalam WB. Namun, perbedaan ini juga dipengaruhi oleh waktu penyimpanan.

Menurut Permenkes No. 91 tahun 2015, PRC yang diproses dengan cara aseptik dan disimpan dengan suhu optimal memiliki risiko hemolisis lebih rendah dibandingkan WB. Proses pengolahan seperti sentrifugasi juga berkontribusi pada kualitas PRC.

3. METODE PENELITIAN

Kerangka Operasional



Gambar 1 Kerangka Operasional Penelitian

Pada **Gambar 3.1** menunjukkan grafik kerangka operasional penelitian yang menggambarkan desain penelitian deskriptif korelasi non-eksperimental dengan pendekatan cross-sectional. Desain ini digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara variabel bebas, yaitu perbedaan lama penyimpanan komponen darah Packed Red Cell (PRC) dan Whole Blood (WB), dengan variabel terikat, yaitu kejadian hemolisis, pada satu waktu tertentu (Notoatmodjo, 2012). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keterkaitan antara durasi penyimpanan komponen darah dengan tingkat kerusakan eritrosit yang diindikasikan oleh hemolisis.

Populasi dan Sampel

1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh produk darah Packed Red Cell (PRC) dan Whole Blood (WB) yang diuji kualitas (Quality Control/QC) di Unit Transfusi Darah (UTD) PMI Kota Surabaya. Jumlah populasi adalah 60, terdiri dari 30 sampel PRC dan 30 sampel WB.

2. Sampel

Sampel dalam penelitian ini adalah total dari populasi (total sampling) sehingga seluruh produk darah (60 sampel) digunakan sebagai sampel penelitian.

3. Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah **Total Sampling**, di mana seluruh populasi digunakan sebagai sampel untuk menjamin representasi data.

Pengolahan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui observasi dan pencatatan hasil pengujian kualitas produk darah (*Quality Control*), yang meliputi pemeriksaan hemolisis pada komponen darah Packed Red Cell (PRC) dan Whole Blood (WB), menggunakan perangkat laboratorium standar di UTD PMI Kota Surabaya. Proses pengujian dilakukan sesuai dengan protokol laboratorium dan metode acuan standar yang direkomendasikan oleh WHO (2010). Data yang diperoleh diolah melalui tahapan sistematis, meliputi editing untuk memeriksa kelengkapan dan kejelasan data, coding untuk memberikan kode guna mempermudah analisis, data entry dengan memasukkan data ke dalam perangkat lunak statistik seperti SPSS, cleaning untuk memastikan data yang dimasukkan akurat dan konsisten, serta tabulating untuk menyusun data ke dalam tabel sesuai kebutuhan analisis (Notoatmodjo, 2010).

Analisis Data

Analisis data meliputi analisis univariat untuk melihat distribusi frekuensi dan persentase tingkat hemolisis pada Packed Red Cell (PRC) dan Whole Blood (WB), serta analisis bivariat untuk menguji hubungan lama penyimpanan dengan tingkat hemolisis menggunakan uji t-berpasangan (*paired-sample t-test*). Hipotesis nol (H_0) menyatakan tidak ada perbedaan rata-rata hemolisis antara PRC dan WB, sedangkan hipotesis alternatif (H_a) menyatakan sebaliknya, dengan tingkat signifikansi (α) 0,05. Data yang tidak memenuhi

normalitas akan dianalisis menggunakan uji non-parametrik. Instrumen penelitian telah diuji validitas dan reliabilitasnya dengan metode standar laboratorium dan dinyatakan memenuhi syarat.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data melibatkan pemeriksaan laboratorium terhadap sampel darah untuk mendeteksi hemolisis. Penelitian ini menggunakan alat centrifuge dengan kecepatan yang disesuaikan ($1500 \times G$ pada $4^{\circ}C$ selama 30 menit atau $4850 \times G$ pada $4^{\circ}C$ selama 3 menit) untuk memisahkan komponen darah. Data kemudian dianalisis menggunakan perangkat lunak SPSS untuk menguji signifikansi statistik, termasuk uji T berpasangan (paired samples test).

Hasil Penelitian

Penelitian ini menggunakan 60 sampel untuk diketahui kejadian hemolisis antara Whole Blood sebanyak 30 sampel dengan Packed Red Cell sebanyak 30 sampel. Dari data yang diperoleh kemudian peneliti mengelompokkan data tersebut menjadi beberapa kategori diantaranya nomor kantong donasi, jenis kantong, golongan darah, hasil pemeriksaan Hemolisis antara komponen Whole Blood (WB) dan Packed Red Cell (PRC) sampai kesimpulan hasil.

Tabel 1 menunjukkan jumlah kantong Single sebanyak 30 (50%), kantong Double sebanyak 11 (18,33%), kantong Triple sebanyak 19 (31,67) dan Quadruple 0 (0%). Dari data tersebut, diketahui jenis kantong yang paling banyak digunakan yaitu kantong Single sebanyak 30 kantong yaitu 50% dari total sampel sebanyak 60 sampel kantong ingle digunakan sebagai kantong untuk darah Whole Blood (WB), sedangkan kantong Double dan Triple untuk komponen PRC.

Tabel 1 Karakteristik Sampel Berdasarkan jenis Kantong

Jenis Kantong	Jumlah Sampel	Persentase
Single	30	50%
Double	11	18,33%
Triple	19	31,67%
Quadruple	0	0%

Berdasarkan pengelompokan sampel berdasarkan golongan darah di UTD PMI Kota Surabaya yang berjumlah 60 sampel, terdiri dari 30 WB dan 30 PRC, diperoleh hasil pada **Tabel 4.2** menunjukkan distribusi golongan darah relatif merata dengan golongan darah A dan B masing-masing mendominasi 30% dari total sampel.

Tabel 2 Distribusi Sampel Berdasarkan Golongan Darah

Golongan Darah	Jumlah WB	Jumlah PRC	Total	Persentase
A	10	8	18	30%
B	8	10	18	30%
AB	5	7	12	20%
O	7	5	12	20%

Hasil Pemeriksaan Kejadian Hemolisis

Pada **Tabel 3** hasil pemeriksaan hemolisis pada 30 sampel Whole Blood (WB) menunjukkan bahwa tidak ada sampel yang mengalami hemolisis (100%). Hal ini terjadi karena WB masih mengandung plasma yang berfungsi sebagai nutrisi bagi eritrosit, sehingga membantu menjaga stabilitas membran sel darah merah. Temuan ini konsisten dengan penelitian Andriyani et al. (2019), yang menyatakan bahwa kualitas eritrosit pada WB tetap terjaga selama masa simpan 35 hari, dengan penurunan eritrosit hanya sebesar 5%. Sementara itu, pada 30 sampel Packed Red Cell (PRC), sebanyak 25 sampel (83,33%) tidak mengalami hemolisis, sementara 5 sampel (16,67%) mengalami hemolisis. Hemolisis pada PRC disebabkan oleh pengurangan plasma selama proses pemisahan, yang mengurangi pasokan protein dan nutrisi untuk eritrosit. Selain itu, penurunan kualitas antikoagulan CPDA-1 selama penyimpanan, suhu, dan durasi penyimpanan juga menjadi faktor yang mempercepat kerusakan eritrosit.

Tabel 3 Hasil Kejadian Hemolisis

Hasil Komponen	WB		PRC	
	Frekuensi	%	Frekuensi	%
Hemolisis	0	0	5	16,67
Tidak Hemolisis	30	100	25	83,33
Total	30	100	30	83,33
T-Test				0,000

Uji Statistik Kejadian Hemolisis

Hasil uji t-berpasangan (*paired samples test*) menunjukkan nilai signifikansi (p) sebesar 0,000, yang lebih kecil dari 0,05. Dengan demikian, hipotesis nol (H₀) ditolak dan hipotesis alternatif (H_a) diterima, yang berarti terdapat perbedaan signifikan antara kejadian hemolisis pada Whole Blood (WB) dan Packed Red Cell (PRC) berdasarkan lama penyimpanan. Temuan ini mengindikasikan bahwa PRC lebih rentan mengalami hemolisis dibandingkan WB.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 30 sampel Whole Blood (WB), tidak ditemukan kejadian hemolisis (0%), dengan semua sampel (100%) tetap dalam kondisi stabil hingga masa akhir penyimpanan. Sebaliknya, pada 30 sampel Packed Red Cell (PRC), 5 sampel (16,67%) mengalami hemolisis, sementara 25 sampel lainnya (83,33%) tidak menunjukkan hemolisis. Temuan ini menunjukkan bahwa hemolisis cenderung terjadi pada sebagian PRC selama masa akhir penyimpanan. Selain itu, hasil uji t-berpasangan (*paired samples test*) dengan SPSS menunjukkan nilai signifikansi sebesar $p = 0,000$, yang lebih kecil dari 0,05. Oleh karena itu, hipotesis nol (H₀) ditolak dan hipotesis alternatif (H_a) diterima, yang mengindikasikan adanya perbedaan signifikan dalam kejadian hemolisis antara WB dan PRC berdasarkan lama penyimpanan di UTD PMI Kota Surabaya.

DAFTAR REFERENSI

- Amiruddin. (2015). Permenkes 91 tahun 2015 standar pelayanan darah. Diakses dari https://www.AKademia.edu/22672312/Permenkes_91_tahun_2015_Standar_Pelayanan_Transfusi_Darah
- Asryani, T., dkk. (2018). Perbandingan kadar kalium packed red cell berdasarkan lama penzimpanan di bank darah RSUP Dr. M. Diamil Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*.
- Aviananta, R. (2020). Rerbedaan jumlah eritrosit antara darah sexar dan darah simpan di UTD RSAM Bandar Lampung. Program Studi Kedokteran Universitas Malahayati.

- Edi. (2019). Gambaran kadar hemoglobin sebelum dan sesudah transfusi darah pada pasien anemia di RSUP Dr. M. Djamil Padang. Fuadda, R. Perbedaan reaksi pemberian transfusi darah whole blood (WB) dan packed red cell (PRC) pada pasien sectio cesare.
- Halim, L., dkk. (2019). Efek lama penyimpanan whole blood AB+ terhadap kadar albumin serum di bank darah RSUD Ulin Banjarmasin. Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Lambung Mangkurat.
- Heriyanto, B. (2017). Sistem manajemen basis data: Informatika. Bandung.
- Martha, N. (2018). Pengaruh penyimpanan darah terhadap kadar hemoglobin pada komponen whole blood darah donor sebelum dan sesudah disimpan selama satu minggu di PMI Kota Medan. Politeknik Kesehatan Kemenkes RI Medan Jurusan Analisis Kesehatan.
- Muslikah. (2020). Hubungan lama penyimpanan komponen darah packed red cell terhadap terjadinya hemolisis di unit transfusi darah PMI Kota Surabaya. Program Studi Teknologi Bank Darah, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Dr. Soetomo, Surabaya.
- Notoatmojo, S. (2012). Metodologi penelitian kesehatan. Jakarta: Rhineka Cipta.
- Purwanti, N. A., dkk. (2017). Gambaran jumlah trombosit pada pasien pre dan post transfusi 6 trombocyte concentrate dan 1 tromboapheresis. Program Studi Analisis Kesehatan Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Saidjao, Y., dkk. (2019). Pengaruh lama penyimpanan terhadap kadar hemoglobin pada kantong darah donor di bank darah Rumah Sakit Santa Maria Pekanbaru. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 4(2), 32–38.
- Saraswati, A. (2015). *Infertility*. 4(5), 5–9.
- Sargih, P. (2019). Pensaruk waktu simpan PRC terhadap perubahan hemoglobin, hematokrit, dan plasma glukosa di RSUP H. Adam Malik.
- Setyati, J., & Soemantri, A. (2010). Transfusi darah yang rasional. 1, 24–27, 115–131. *Pelita Insani Semarang*.
- Sugiyono. (2010). *Metode penelitian pendidikan: Pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Tarwoto, W. (2008). *Keperawatan medikal bedah gangguan sistem hematologi*. Jakarta Timur: Trans Info Media.
- Zuherni, V. (2019). Gambaran kadar hemoglobin darah segar dengan darah simpan 14 hari pada darah donor di unit donor darah PMI Kota Padang.