

Available online at : <http://ojs.rajawali.ac.id/index.php/JKR>

Jurnal Kesehatan Rajawali

| ISSN (Print) 2085-7764 | ISSN (Online) 2776-558X |



Artikel

Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kadar Hemoglobin pada Komponen *Packed Red Cell* yang Ditambahkan Antikoagulan CPDA(1)

Trinida Nurhamida^{1*}, Farhan Baehaki²¹Instalasi Laboratorium, RSUD Sumedang^{1,2}Program Studi DIV Teknologi Laboratorium Medik, Fakultas Kesehatan, Institut Kesehatan Rajawali

ARTICLE INFORMATION

Received: 05 Februari 2024

Revised: 08 Juni 2024

Accepted: 09 Juni 2024

Available online: 09 Juni 2024

KEYWORDS

Packed Red Cell (PRC), lama penyimpanan, hemoglobin, CPDA(1)

CORRESPONDENCE

E-mail: trinidanurhamida@gmail.com

A B S T R A C T

Packed Red Cell (PRC) umumnya digunakan untuk proses transfusi darah. Kualitas PRC sangat berkaitan dengan waktu penyimpanannya. Untuk menjaga kualitas PRC, biasanya ditambahkan suatu antikoagulan, seperti CPDA(1) yang dapat menjaga kualitas PRC hingga 35 hari. Meskipun demikian, dalam rentang waktu tersebut perlu dilakukan pengecekan komponen di dalam PRC. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama penyimpanan terhadap kadar hemoglobin pada PRC yang ditambahkan antikoagulan CPDA(1). Penelitian ini termasuk penelitian observasional dengan menggunakan rancangan cross sectional. Sampel yang digunakan adalah 20 labu darah PRC di Bank Darah RSUD Majalengka yang ditambahkan antikoagulan CPDA(1). Kadar hemoglobin diukur setiap tujuh hari hingga 35 hari menggunakan Hematology Analyzer Sysmex XN-450. Data dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui karakteristik data dan dianalisis secara statistik menggunakan Uji One Way Anova untuk mengetahui pengaruh lama penyimpanan terhadap kadar hemoglobin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kadar hemoglobin pada PRC di minggu ke nol hingga minggu kelima berturut-turut yaitu 21,85 g/dL, 22,35 g/dL, 22,84 g/dL, 23,55 g/dL, 24,27 g/dL, dan 24,99 g/dL. Hasil analisis statistik juga menunjukkan adanya pengaruh signifikan dengan adanya peningkatan kadar hemoglobin yang nyata dari minggu ke-0 hingga minggu ke-5. Maka, dapat disimpulkan bahwa lama penyimpanan menjadi salah satu faktor yang harus dipertimbangkan untuk menjaga kualitas PRC.

Abstrak

Packed Red Cell (PRC) is generally used for the blood transfusion process. The quality of PRC is closely related to its storage time. To maintain the quality of PRC, an anticoagulant is usually added, such as CPDA(1), which can maintain the quality of PRC for up to 35 days. However, within this time period it is necessary to check the components in the PRC. This study aims to determine the effect of storage time on hemoglobin levels in PRC added with the anticoagulant CPDA(1). This research is an observational study using a cross sectional design. The samples used were 20 flasks of PRC blood at the Majalengka Regional Hospital Blood Bank to which the anticoagulant CPDA(1) was added. Hemoglobin levels were measured every seven days for up to 35 days using a Sysmex XN-450 Hematology Analyzer. The data were analyzed descriptively to determine the characteristics of the data and analyzed statistically using the One Way Anova Test to determine the effect of storage time on hemoglobin levels. The results of the study showed that the average hemoglobin levels in PRC from week zero to week five were respectively 21.85 g/dL, 22.35 g/dL, 22.84 g/dL, 23.55 g/dL, 24.27 g/dL, and 24.99 g/dL. The results of statistical analysis also showed a significant effect with a significant increase in hemoglobin levels from week 0 to week 5. So, it can be concluded that storage time is one of the factors that must be considered to maintain the quality of PRC.

PENDAHULUAN

Transfusi darah merupakan suatu upaya medis dalam memperbaiki kondisi anemia dengan cara memindahkan darah donor kepada resipien atau penerima (1–3). Secara universal transfusi darah dibutuhkan untuk menangani pasien dengan kadar hemoglobin yang rendah, pasien yang memiliki kelainan genetik pada darah, pasien dengan cedera berat, pasien yang perlu

dibedah/operasi dan pasien dengan penyakit lainnya (4–6). Berdasarkan tujuan tersebut, terdapat beberapa jenis komponen darah yang diberikan saat transfusi. Komponen darah tersebut terdiri dari darah utuh (*whole blood*) untuk menaikkan jumlah sel darah merah beserta plasmanya, trombosit untuk menaikkan jumlah trombosit, sel darah merah (*packed red cell*) untuk meningkatkan kadar hemoglobin, dan plasma beku segar (*fresh frozen plasma*) digunakan untuk pasien dengan gangguan pembekuan darah (1,7,8). Oleh karena itu, pemberian jenis komponen darah harus disesuaikan dengan kebutuhan klinis pasien. Komponen yang

banyak dibutuhkan dan digunakan untuk transfusi yaitu *Packed Red Cell* (3,9).

Packed Red Cell (PRC) yaitu komponen darah yang didapat dari komponen darah utuh atau *whole blood* (WB) dengan cara disentrifugasi putaran tinggi, sehingga eritrosit mengendap dan terpisah dari plasmanya (9,10). Maka sebagian besar PRC berisi eritrosit. Eritrosit merupakan komponen darah berbentuk cakram padat, tidak berinti dengan ukuran 7-8 μm , tidak bergerak, warna kuning kemerahan, bertekstur kenyal sehingga dapat menyesuaikan bentuk apabila melewati pembuluh darah (10,11). Selain itu, trombosit, leukosit dan plasma masih terdapat pada komponen PRC dengan jumlah yang lebih sedikit (12). Transfusi PRC ini bertujuan untuk menjaga kemampuan darah untuk mengangkut oksigen ke jaringan (9). Dengan demikian, transfusi PRC berfungsi untuk meningkatkan kadar hemoglobin sehingga diperlukan kualitas eritrosit yang baik agar dapat bekerja optimal dalam mencapai tujuan tersebut.

Komponen di dalam PRC pada dasarnya masih terus melakukan aktivitas metabolisme sehingga pada rentang waktu tertentu menjadi rusak dan tidak dapat digunakan untuk transfusi. Penyimpanan dengan prosedur yang benar ialah salah satu upaya dalam menjaga kualitas eritrosit, karena fungsi dan viabilitas eritrosit dapat terjaga (9,13). Maka dalam rangka menjaga kualitas eritrosit, PRC harus disimpan di dalam lemari pendingin dengan suhu berkisar antara 2-6°C (12,14). Beberapa penelitian telah mengkonfirmasi hal ini. Penelitian yang dilakukan oleh Saidjao dkk menunjukkan adanya pengaruh lama penyimpanan kantong darah hingga hari ke-15 (15). Penelitian Saragih juga menunjukkan bahwa pada penyimpanan dari ke-1, ke-3, ke-5, dan ke-7 menunjukkan adanya peningkatan hemoglobin meskipun tidak signifikan (16). Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian yang dilakukan oleh Hanifah yang menunjukkan tidak adanya peningkatan hemoglobin yang signifikan pada PRC (9). Dari penelitian ini tampaknya penyimpanan hingga hari ke-7 masih menunjukkan adanya penjagaan kualitas yang baik. Penelitian lain yang dilakukan oleh Sugireng dan Margaretha dengan rentang waktu penyimpanan yang lebih lama hingga minggu ke-4. Penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan kadar hemoglobin yang signifikan pada darah simpan PRC (17).

Dari dari kajian pada hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, umumnya pada rentang 7 hari, kualitas PRC masih dapat terjaga. Namun, yang lebih lama menunjukkan peningkatan kadar hemoglobin yang signifikan. Untuk itu, selain penyimpanan darah yang sesuai, upaya lain untuk menjaga kualitas PRC dalam waktu yang lama adalah menambahkan antikoagulan. Beberapa jenis antikoagulan yang biasanya digunakan adalah *Citrate Phospat Dextrose* (CPD) dengan masa kadaluarsa hingga 21 hari atau *Citrate Phospat Dextrose Adenine One* (CPDA-1) dengan masa kadaluarsa hingga 35 hari (14,17,18). Dalam penelitian ini, kami melihat perlu ada kajian mendalam terkait penggunaan antikoagulan CPDA-1. Bagaimanapun dengan masa kadaluarsa yang sangat lama, perlu ada tinjauan kemampuannya dalam menjaga kualitas PRC. Pada dasarnya, komponen penyusun antikoagulan CPDA(1) yaitu *citrate* berfungsi untuk menangkap kalsium sehingga mencegah terjadi penggumpalan, *dextrose* berguna sebagai sumber energi bagi eritrosit, fosfat anorganik berfungsi sebagai larutan penyangga untuk mempertahankan kadar 2,3-*diphosphoglycerate* (2-3DPG) dan merangsang produksi ATP, sedangkan adenin eksogen digunakan eritrosit untuk membentuk ATP (19). Namun, meskipun demikian, tinjauan terkait berapa lama waktu efektif dalam menekan terjadinya kerusakan sel perlu dilakukan.

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 (17,20). 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 (16,17). Banyaknya eritrosit yang lisis,

menyebabkan hemoglobin keluar dari sel eritrosit sehingga kadar hemoglobin pada PRC akan meningkat (21). Maka dari itu, mengacu pada Permenkes RI Nomor 91 Tahun 2015 mengenai Standar Pelayanan Transfusi Darah, bahwa kadar hemoglobin pada darah simpan harus dilakukan pengecekan, tidak hanya pada saat proses donor (Peraturan Menteri Kesehatan RI No 91, 2015). Hal ini bertujuan untuk memantau kualitas PRC selama masa penyimpanan, sehingga keberhasilan transfusi PRC dalam meningkatkan kadar hemoglobin dapat tercapai.

Merujuk pada uraian permasalahan tersebut, maka penelitian ini dilakukan untuk memperoleh data perubahan kadar hemoglobin pada komponen PRC yang ditambahkan antikoagulan CPDA(1) dari mulai hari pertama peyimpanan hingga akhir masa kadaluarsanya.

METODE

Penelitian yang dilakukan termasuk penelitian observasional menggunakan rancangan *cross sectional*. Pada proses penelitian, peneliti tidak melakukan perlakuan tertentu terhadap variabel, peneliti hanya melakukan pengamatan pada objek penelitian kemudian mempelajari korelasi antara variabel bebas dan variabel terikatnya (22,23).

Waktu dan tempat

Penelitian ini dilakukan di Bank Darah RSUD Majalengka. Waktu penelitian dilakukan pada tanggal 24 Desember 2023 sampai tanggal 28 Januari 2024. Penelitian ini dilakukan selama 35 hari dari mulai darah donor diambil hingga masa kadaluarsa labu darah.

Sampel

Sampel pada penelitian ini adalah darah yang berasal dari 20 labu darah PRC di Bank Darah RSUD Majalengka yang ditambahkan antikoagulan CPDA-1. Sampel diambil dengan memakai teknik *random sampling*, yaitu suatu cara mendapatkan sampel dari populasi yang homogen dengan cara bebas/acak (24).

Pengumpulan data

Proses pengumpulan data dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu 1) tahap persiapan; 2) tahap pemeriksaan kontrol; dan 3) tahap pemeriksaan kadar Hb. Secara lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan pengumpulan data penelitian

Tahap persiapan

Tahap ini dilakukan untuk merancang dan merencanakan proses penelitian selanjutnya. Tahapan ini berkaitan dengan persiapan administratif dan persiapan sampel darah. Pada tahap persiapan sampel, pertama-tama selang dari kantong darah PRC diputuskan dengan menggunakan *tube sealer*. Masing-masing selang darah dari satu labu tersebut dibagi menjadi 6 bagian, untuk selanjutnya setiap bagian di lakukan pengukuran hemoglobin pada waktu yang telah ditentukan (25).

Tahap pemeriksaan kontrol

Pemeriksaan kontrol dilakukan menggunakan Hematology Analyzer Sysmex XN-450. Merujuk pada SOP di rumah sakit (26), tahap awal dilakukan dengan memastikan alat dalam keadaan *ready*. Selanjutnya dilakukan penginputan nilai target dan limit

kontrol. Bahan kontrol diambil dari kulkas dan didiamkan pada suhu ruang dengan posisi tegak. Kemudian dilakukan proses homogenisasi hingga benar-benar homogen. Hasil homogenisasi diletakkan pada rak sampel dan dilakukan *running* kontrol. Tahap akhir dilakukan dengan memeriksa hasil kontrol dan memastikan hasilnya masuk dalam *range* target.

Tahap pengukuran kadar Hb

Pengukuran kadar hemoglobin dilakukan dengan menggunakan Hematology Analyzer Sysmex XN-450. Pengukuran hemoglobin dilakukan secara berkala setiap interval 7 hari, dimulai hari pertama penyimpanan hingga hari ke-35. Proses pengukuran merujuk pada SOP di rumah sakit. Pertama-tama sampel darah pada selang digunting untuk mengeluarkan sampel darah, lalu dimasukkan ke dalam *tube test*. Selanjutnya sampel pada *tube test* dihomogenkan, kemudian diukur pada alat *Hematology Analyzer Sysmex XN 1000* dengan tahapan: 1) memastikan alat dalam keadaan *ready*; 2) melakukan order pada menu *Worklist*, tekan *Register* lalu masukkan identitas sampel; 3) mengeluarkan rak dengan menekan tombol biru; 4) klik menu *sample analysis* dan masukkan identitas sampel sesuai dengan *Worklist*; 5) meletakkan *tube test* berisi sampel pada *cup sampler*, lalu menekan tombol biru dan tunggu hingga alat selesai mengukur; dan 6) mencatat hasil pemeriksaan Hb pada *display*.

Analisis data

Data yang diperoleh pada penelitian ini selanjutnya dianalisis secara deskriptif untuk mengkaji karakteristik data seperti nilai rerata dan kecenderungan perubahan kadar Hb (27). Selain itu, analisis lanjutan dilakukan dengan menggunakan uji statistik. Uji statistik pertama yang dilakukan adalah Uji Normalitas untuk melihat distribusi data. Jika hasil uji menunjukkan nilai $\text{sig.} > 0,05$, maka dapat dikatakan data berdistribusi normal (28). Selanjutnya dilakukan uji homogenitas dengan menggunakan Levene Test. Jika hasil uji menunjukkan nilai $\text{Sig.} > 0,05$, maka dapat dikatakan bahwa data bersifat homogen (28). Hasil kedua uji ini akan menentukan arah uji selanjutnya. Jika data berdistribusi normal dan homogen, maka uji selanjutnya dilakukan dengan Uji One Way ANOVA (29). Namun, jika tidak berdistribusi normal atau tidak homogen, maka uji lanjutan dilakukan dengan Kruskal Wallis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

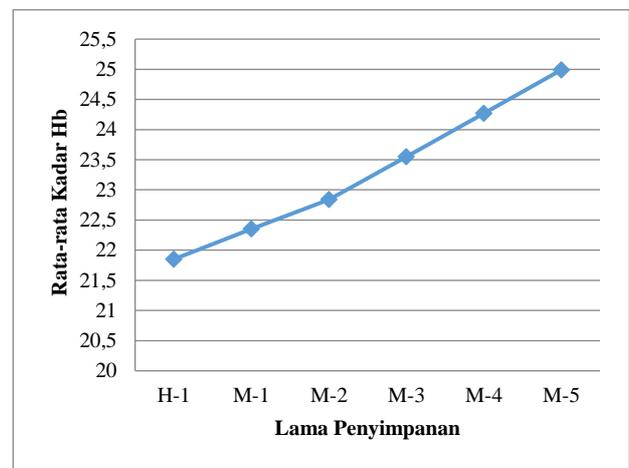
Hasil analisis deskriptif

Hasil pengukuran kadar Hb dari hari ke-0 hingga hari ke-35 memberikan data yang sangat bervariasi. Adapun hasil pengukuran kadar Hb secara keseluruhan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1. Data pada Tabel 1 menunjukkan nilai rata-rata kadar hemoglobin berturut-turut dari dari ke-0 hingga ke-35 adalah 21,85 g/dL, 22,35 g/dL, 22,84 g/dL, 23,55 g/dL, 24,27 g/dL, dan 24,99 g/dL. Tampak terjadi kenaikan kadar hemoglobin pada komponen PRC yang ditambahkan antikoagulan CPDA(1) dalam 6 varian waktu simpan tersebut. Hal ini terjadi karena pada darah yang disimpan di luar tubuh (di dalam kantong darah), kondisinya berbeda dengan kondisi di dalam tubuh. Terjadi perubahan terkait aktivitas metabolisme pada darah tersebut. Sekitar 1% hingga 5% eritrosit di dalam darah akan rusak pada saat proses darah donor diambil. Kerusakan eritrosit berlanjut selama masa penyimpanan ini (30). Selama penyimpanan, sel darah merah mengalami kerusakan progresif yang dapat menyebabkan kemampuan sel darah merah untuk bertahan hidup dan berfungsi secara efektif dapat menurun (31).

Tabel 1. Hasil pemeriksaan kadar Hb darah PRC yang ditambahkan CPDA-1 dari hari ke-0 hingga hari ke-35

No	Sampel	Kadar Hemoglobin (g/dl)					
		H-0	H-7	H-14	H-21	H-28	H-35
1	Sampel 1	22,8	23,4	23,7	24,5	25,2	26
2	Sampel 2	21,4	21,9	22,5	23,2	24,1	24,7
3	Sampel 3	22,5	23	23,4	24,1	24,7	25,4
4	Sampel 4	19,7	20,3	20,7	21,5	22,2	22,8
5	Sampel 5	21,9	22,5	22,8	23,6	24,5	25,3
6	Sampel 6	22,5	22,9	23,4	24,1	24,8	25,6
7	Sampel 7	22,3	22,7	23,3	24,1	24,7	25,3
8	Sampel 8	21,7	22,3	22,8	23,6	24,3	25,1
9	Sampel 9	21,5	22,1	22,5	23,2	24	24,8
10	Sampel 10	23	23,4	23,9	24,7	25,3	26
11	Sampel 11	20,9	21,5	22,2	22,9	23,7	24,4
12	Sampel 12	22,6	23,1	23,5	24,2	24,8	25,5
13	Sampel 13	21,6	22,2	22,7	23,3	24	24,7
14	Sampel 14	23	23,5	23,9	24,5	25,3	26,1
15	Sampel 15	22,2	22,6	23,3	24,1	24,8	25,4
16	Sampel 16	19,8	20,3	21	21,7	22,4	23,2
17	Sampel 17	22,7	23,3	23,8	24,3	24,9	25,6
18	Sampel 18	23,4	23,8	24,2	24,9	25,7	26,4
19	Sampel 19	20,5	21	21,3	22	22,6	23,3
20	Sampel 20	20,9	21,2	21,8	22,5	23,3	24,1
	Rata Rata	21,85	22,35	22,84	23,55	24,27	24,99

Untuk melihat kecenderungan peningkatan kadar hemoglobin di dalam darah tersebut, data pada Tabel 1 diplotkan ke dalam bentuk grafik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Garis yang dihasilkan hampir berbentuk lurus dan linear. Hal ini mengindikasikan adanya perbandingan yang linear antara lama penyimpanan dengan peningkatan kadar hemoglobin. Grafik tersebut juga menunjukkan adanya peningkatan kadar hemoglobin yang relatif konstan selama masa penyimpanan.



Gambar 1. Grafik perubahan kadar Hb pada darah PRC yang ditambahkan antikoagulan CPDA(1) dengan lama penyimpanan 0 hingga 35 hari

Hasil analisis pengaruh waktu penyimpanan terhadap kadar Hb dalam PRC

Data yang disajikan pada Tabel 1 dan Gambar 1 menunjukkan adanya peningkatan kadar hemoglobin seiring semakin lamanya penyimpanan darah PRC tersebut. Namun, belum dapat ditarik suatu kesimpulan terkait pengaruh yang nyata dari waktu penyimpanan terhadap perubahan kadar Hb, terutama pada rentang waktu kadaluarsa (35 hari). Maka dari itu, analisis lanjutan menggunakan analisis statistika dilakukan. Tahap pertama, analisis yang dilakukan adalah melakukan uji normalitas data. Uji ini dilakukan untuk melihat sebaran data sehingga dapat menentukan jenis analisis lanjutan yang diperlukan. Adapun hasil uji normalitas pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
H-0	0,942	20	0,256
H-7	0,932	20	0,172
H-14	0,925	20	0,122
H-21	0,918	20	0,089
H-28	0,914	20	0,078
H-35	0,920	20	0,101

Data pada Tabel 2 menunjukkan nilai signifikansi seluruhnya berada di atas 0,05. Artinya, seluruh data mengindikasikan adanya distribusi yang normal (28). Selain Uji Normalitas, Uji Homogenitas diperlukan untuk melihat tingkat variabilitas data yang diperoleh. Hasil Uji Homogenitas dapat dilihat pada Tabel 3. Uji Levene Test menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,998, artinya data yang diperoleh memiliki karakteristik yang homogen berkaitan dengan variabilitas data.

Tabel 3. Hasil Uji Homogenitas

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
0,052	5	114	0,998

Dari hasil kedua uji pendahuluan, yaitu Uji Normalitas dan Uji Homogenitas, persyaratan analisis statistik parametrik terpenuhi. Maka dari itu, analisis lanjutan yang digunakan adalah One Way ANOVA. Hasil uji One Way ANOVA dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji One Way ANOVA

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	141,371	5	28,274	27,33	0,000
Within Groups	117,906	114	1,034		
Total	259,277	119			

Data pada Tabel 4 menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 (Sig. <0,05). Nilai ini mengindikasikan bahwa terdapat perbedaan signifikan kadar hemoglobin pada seluruh kelompok data uji (H0 hingga H35). Perbedaan signifikan ini telah memperlihatkan adanya pengaruh yang nyata dari waktu penyimpanan darah PRC terhadap kadar hemoglobin, meskipun telah ditambahkan oleh antikoagulan CPDA(1). Hal ini karena pada saat darah PRC disimpan, terjadi perubahan biokimiawi yang disebabkan oleh adanya metabolisme sel, sehingga memengaruhi viabilitas dan fungsi eritrosit dalam membawa oksigen dari paru-paru menuju jaringan (16,32). Perubahan tersebut diketahui sebagai lesi penyimpanan atau *storage lesion* (33). Lesi penyimpanan ini mengacu pada perubahan sel darah merah selama penyimpanan, tidak hanya memengaruhi sifat sel darah merah tetapi juga produk sel darah merah. Efek dari lesi penyimpanan yaitu adanya penurunan ATP. ATP sebagai sumber energi penting untuk keseluruhan fungsi darah merah. Seiring bertambahnya lama penyimpanan darah, sumber energi dalam eritrosit akan berkurang sehingga mengurangi integritas struktur membran (34). Membran eritrosit akan kehilangan lipid membran, sehingga terjadi perubahan bentuk dari cakram menjadi sferis karena membran tersebut mengalami kekakuan akibat kehilangan lipid (16,35). Semakin lama masa simpan, semakin banyak eritrosit yang kaku dan membengkak hingga saling bertabrakan dan menyebabkan terjadinya hemolisis yaitu keluarnya hemoglobin serta komponen intraseluler lainnya dari eritrosit menuju plasma (36). Selain itu, selama penyimpanan darah pada suhu 2-6°C, terjadi perubahan metabolik mencakup penurunan glikolisis dan ATP. Glikolisis menghasilkan produksi asam laktat yang akan menyebabkan penurunan pH yang mengganggu pembentukan ATP, sedangkan untuk proses glikolisis optimal kondisi pH harus di atas 7,0 sehingga ATP dapat terbentuk (34).

Selain menurunnya kadar ATP, efek lain dari lesi penyimpanan

yaitu pergerakan Na⁺ dan K⁺ akan terganggu. Kalium meninggalkan sel sementara Natrium masuk ke dalam sel. K⁺ akan mengalami kebocoran melalui membran eritrosit dengan cepat sehingga konsentrasi ekstraseluler akan meningkat dan menyebabkan lisis (34). Selain itu, semakin lama PRC disimpan kadar 2,3-difosfoglisarat (2,3-DPG) pada eritrosit akan menurun yang menyebabkan adanya kenaikan daya gabung hemoglobin terhadap oksigen yang disebut afinitas hemoglobin. Dampak eritrosit yang mengalami penurunan 2,3-DPG akan menghambat transport oksigen ke jaringan (37). Dampak lain PRC yang telah disimpan selama 3 minggu 20% kandungan eritrosit di dalamnya akan mati setelah ditransfusikan sehingga transfusi PRC tidak dapat meningkatkan kadar Hb pada pasien secara optimal (38). Apabila kadar hemoglobin semakin tinggi pada PRC, akan menyebabkan kepekatan dan kekentalan pada darah, hal tersebut membuat jantung pasien yang ditransfusi bekerja lebih berat dalam memompa darah (39). Selain itu, dampak terjadinya kerusakan eritrosit menyebabkan berkurangnya jumlah eritrosit dalam labu darah PRC sehingga kadar hemoglobin pada pasien yang ditransfusi tidak terjadi kenaikan sesuai yang diharapkan (20).

Namun dampak buruk penyimpanan eritrosit yang terlalu lama ini, dapat diminimalisir dengan melakukan penyimpanan PRC sesuai prosedur yang benar. PRC harus disimpan pada suhu penyimpanan 2-6°C dalam lemari pendingin *blood bank*, untuk mempertahankan masa hidup eritrosit secara optimum serta menggunakan antikoagulan yang sesuai (40). Penyimpanan pada suhu yang sesuai bertujuan agar komponen dekstroza dalam sel darah merah tidak segera habis dan suhu yang optimal juga dapat menghambat tumbuhnya bakteri kontaminan saat darah disimpan (35). Antikoagulan yang ditambahkan pada PRC juga sangat memengaruhi daya hidup dari sel eritrosit yang akan berpengaruh pada kadar hemoglobin, sebab dengan memakai antikoagulan yang sesuai, masa hidup sel eritrosit menjadi lebih lama (30,41).

Meskipun secara keseluruhan hasil uji One Way ANOVA menunjukkan pengaruh yang signifikan, namun belum diketahui kapan peningkatan kadar hemoglobin yang paling signifikan terjadi. Untuk itu, uji Post Hoc dilakukan dengan menggunakan uji *Binferroni*. Hasil Uji Post Hoc dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Post-Hoc

Group Difference	Mean Difference	Sig.	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
H-0 & H-7	-0,50500	1,000	-1,4693	0,4593
H-7 & H-14	-0,48500	1,000	-1,4493	0,4793
H-14 & H-21	-0,71500	0,423	-1,6793	0,2493
H-21 & H-28	-0,71500	0,423	-1,6793	0,2493
H-28 & H-35	-0,72000	0,407	-1,6843	0,2443

Berdasarkan Tabel 5, tidak terdapat perbedaan kadar hemoglobin yang signifikan pada setiap minggunya. Hal ini tampak pada nilai signifikansi di atas 0,05 pada rentang penyimpanan tujuh hari. Data tersebut menunjukkan bahwa setiap minggu tidak terjadi peningkatan kadar hemoglobin yang tinggi. Meskipun demikian, tampak ada sedikit peningkatan kadar hemoglobin yang sedikit lebih besar dari yang lainnya diantara waktu hari ke-14 hingga hari ke-21 dan hari ke-21 hingga hari ke-28. Data ini menunjukkan efektivitas yang baik dari antikoagulan CPDA(1) dalam menekan penguraian eritrosit pada PRC hingga hari ke 35 pada suhu 2-6 °C. Antikoagulan CPDA-1 menyediakan komponen yang diperlukan untuk sel-sel darah antara lain *citrate* untuk mencegah penggumpalan dengan cara mengikat kalsium, fosfat sebagai buffer untuk mempertahankan pH, kondisi pH harus di atas 7,0 untuk glikolisis optimal sehingga ATP dapat terbentuk. Fosfat juga berfungsi untuk mempertahankan kadar 2,3 *diphosphoglycerate* (2,3 DPG) yang penting untuk menjaga pengiriman oksigen ke jaringan, semakin tinggi konsentrasi 2,3 DPG, semakin baik oksigenasinya. *Dextrose* dan *adenine* sebagai sumber energi metabolisme untuk membentuk ATP (19,40). Namun, meskipun

PRC ditambahkan antikoagulan CPDA(1), perubahan pada komponen PRC tidak dapat dihindari selama masa penyimpanan. Perubahan yang terjadi pada sel darah merah selama periode penyimpanan disebut sebagai “lesi penyimpanan”. Penambahan antikoagulan ini hanya untuk meminimalisir kerusakan yang akan terjadi (31).

Dalam kaitannya dengan pengolahan darah, kualitas dapat diartikan sebagai serangkaian proses untuk menyiapkan komponen yang akan meningkatkan status hematologi pasien. Komponen darah dapat dikumpulkan dan disiapkan dengan benar, namun jika larutan antikoagulan dan pengawet sudah sesuai tetapi kondisi penyimpanan tidak dikelola dengan baik misal suhu simpan tidak sesuai, maka komponen yang ditransfusikan tidak akan mencapai sasaran kualitas tersebut (42). Selain itu, perbandingan antikoagulan dengan darah harus sesuai, antikoagulan CPDA-1 yang digunakan dalam transfusi sebanyak 14 mL untuk 100 mL darah. Apabila perbandingannya tidak sesuai maka akan memengaruhi fungsi dari antikoagulan itu sendiri (43).

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan kadar hemoglobin yang signifikan pada PRC selama 35 hari, meskipun telah ditambahkan oleh antikoagulan CPDA(1). Hal ini disebabkan karena selama penyimpanan sel darah akan mengalami perubahan progresif. Sel darah merah akan mengalami perubahan biofisika maupun biokimia yang mempengaruhi kelangsungan hidup dan fungsi sel. Namun, peningkatan kadar hemoglobin di setiap minggunya tidak meningkat secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa antikoagulan CPDA(1) memiliki tingkat efektivitas yang baik dalam menekan kerusakan eritrosit di dalam PRC. Pada dasarnya, penambahan antikoagulan CPDA(1) tidak dapat menghentikan perubahan yang terjadi namun dapat meminimalisir kerusakan dalam periode waktu tertentu. Maka pada masa penyimpanan, perlu mempertimbangkan faktor-faktor tertentu seperti penambahan antikoagulan CPDA(1) harus sesuai dengan perbandingan darah dalam labu. Selain itu, suhu simpan PRC yang ditambahkan antikoagulan CPDA(1) harus dijaga yaitu 2-6°C, agar dapat mengurangi dampak buruk dari penyimpanan PRC yang terlalu lama.

ACKNOWLEDGEMENT

Terima kasih peneliti ucapkan pada pihak-pihak yang sudah memberikan bantuan dan motivasi, khususnya ucapan terima kasih diberikan kepada RSUD Majalengka yang telah mengizinkan serta memfasilitasi proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Wahidiyat PA, Adnani NB. Transfusi Rasional pada Anak. *Sari Pediatri*. 2017;18(4):325.
- Saputro AA, Lestari CR. Pengaruh Waktu Penyimpanan Darah Terhadap Kadar Hemoglobin Pada Komponen Whole Blood Darah Donor. *Jurnal Analis Laboratorium Medik*. 2021;6(2):50–6.
- Alamsyah A, Widyaningrum D, KSL E. Hubungan Masa Simpan Packed Red Cell Dengan Kejadian Febrile Non Haemolytic Transfusion Reaction (FNHTRs). *Media Medika Muda*. 2018;3(April):1–6.
- Budi OS. Pertanggungjawaban Hukum Terkait Darah Tercemar Penyakit Yang Menimbulkan Kerugian Bagi Pasien. *Jurist-Diction*. 2019;2(2):581.
- Sirait RH. Bahan Kuliah: Transfusi Darah. Universitas Kristen Indonesia. 2018;1–17.
- Ariandani F, Nugrahalia M, Rahmiati R. Perbandingan Kadar Hemoglobin Pasca Transfusi Menggunakan Darah Segar dan Darah Simpan Pada Penderita Anemia Aplastik. *Jurnal Ilmiah Biologi UMA (JIBIOMA)*. 2021;3(1):18–27.
- Viveronika EA, Sukeksi A, Ariyadi T. Pengaruh Whole Blood and Packed Red Celss terhadap Kadar Hemoglobin. *RepositoryUnimusAcId*. 2022;5–28.
- Apriani M. Pengaruh Transfusi Trombosit Leukodepleksi Terhadap Respon Transfusi Trombosit dan Antibodi anti-human leukocytes antigen (HLA) pada Pasien Trombositopenia. 2018;(2011):1–7.
- Hanifa AY, Putri DE, Widada N. Perbedaan Kadar Hemoglobin Pada Komponen Prc Simpan Dengan Interval Penyimpanan 7 Hari Di Bank Darah Rsud Budhi Asih. *Binawan Student Journal*. 2022;4(3):31–6.
- Ghenong KNN. Gambaran Morfologi Eritrosit Darah Donor Berdasarkan Jenis Kelamin Laki-Laki Dan Perempuan Pada Darah Packed Red Cells Dengan Masa Simpan 30 Hari. 2020;106(2000):1–31.
- Larasuci. Pengaruh Perbedaan Waktu Pemeriksaan Terhadap Kadar Glukosa Darah. *Jurnal Analis Kesehatan*. 2018;53(9):1–20.
- Asryani T, Yaswir R, Rofinda ZD. Perbandingan Kadar Kalium Packed Red Cell Berdasarkan Lama Penyimpanan Di Bank Darah RSUP Dr. M. Djamil Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*. 2018;7(3):10–4.
- Ashan HR, Nasrul E, Rofinda ZD. Perbedaan Kadar Natrium pada Packed Red Cell Berdasarkan Lama Penyimpanan di Bank Darah RSUP Dr. M. Djamil Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*. 2020;9(1):54–8.
- Rahmah WN, Chairunnissa A. PENGARUH LAMA PENYIMPANAN KANTONG DARAH TERHADAP KADAR HEMOGLOBIN PADA KOMPONEN WHOLE BLOOD DI UNIT DONOR DARAH PMI KOTA PALANGKA RAYA The Effect Storage Of Blood Bags on Hemoglobin Levels In The Unit Donor Darah PMI Palangka Raya. *Borneo Jurnal Of Medical Laboratory Technology*. 2021;4(1):242–8.
- 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.
- Saragih P, Adhyantri 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.
- Sugireng, Margaretha F. Pengaruh Lama Penyimpanan Darah Donor Terhadap kadar Hematologi (Hemoglobin Dan Eritrosit). 2021;5(1):1–11.
- World Health Organization. *Manual on the management , maintenance and use of blood cold chain*. 2005. 1–106 p.
- Yufen DS. Pengaruh Waktu Simpan Terhadap Perubahan Kadar Hematokrit Whole Blood Di UDD PMI Kota Surabaya. *Politeknik Kesehatan Kemenkes Malang*; 2023.
- Situmorang PR, Tampubolon R, Vera R, Tarigan B. Analisis Morfologi Eritrosit Packed Red Cell (PRC) Berdasarkan Waktu Penyimpanan Di UDD PMI Medan. 2023;6(2):417–31.
- Oktarianita, Angraini W, Febriawati H, Auliani A. Analisis Sitem Pelayanan Bank Darah Rumah Sakit di Rumah Sakir Daerah Dr. M. Yunus Bengkulu Tahun 2018. *Jurnal Ilmiah AVICENNA*. 2018;13(3):29–39.
- Syapitri H, Amila, Aritonang J. *Buku Ajar Metodologi Penelitian Kesehatan*. Hawa A, editor. Ahlimedia Press; 2021.
- Masturoh I, Anggita N. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2018. 7823–7830 p.
- Sinaga. *Buku Ajar Statistik Dasar*. Aliwar, editor. Jakarta: UKI PRESS; 2014.
- Saidjao Y, Mukni Yuliana H, Selvindari F, Kesehatan A, Kesehatan John Paul A. PERBANDINGAN KADAR HEMOGLOBIN PADA KANTONG DARAH DONOR HARI PERTAMA DAN SETELAH PENYIMPANAN HARI KELIMA BELAS DI BANK DARAH. 2022.
- RS Paru Jember S. SOP Penggunaan Sysmex 1000. Jember: RS Paru Jember; 2020. 1–3 p.
- Susilowati IH. *Modul Matakuliah Statistik Deskriptif*. Jakarta; 2019.
- Esti T, Iruil H. *Statistik Parametrik untuk Penelitian Kesehatan*. Program Studi Arsitektur UIN SUNAN AMPEL; 2017.
- Muhson A. *Pedoman Praktikum Analisis Statistik*. Universitas Negeri Yogyakarta. 2016;53(9):5–76.
- Arviananta R, Syuhada S, Aditya A. Perbedaan Jumlah Eritrosit Antara Darah Segar dan Darah Simpan. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*. 2020;9(2):686–94.
- Amalia N, Sari PK. GAMBARAN PENGARUH LAMA PENYIMPANAN KANTONG DARAH TERHADAP JUMLAH TROMBOSIT PADA KANTONG DARAH (PRC) DENGAN ANTIKOAGULAN CPDA-1 di RSUD BHHB KANDANGAN whole

- blood darah donor sebelum dan sesudah disimpan selama tiga hari di Unit Donor Darah PMI Kota Banj. 2019;06(02).
- [32] Aini AN, Sepvianti W, Kusumaningrum SBC. Gambaran Kadar Hemoglobin Pada Sediaan Darah Lengkap di PMI Kabupaten Sleman Provinsi D.I Yogyakarta. Conference on Research & Community Services. 2019;485–90.
- [33] Ananda RA. Perbedaan Nilai Hematokrit Komponen PRC dengan Lama Masa Simpan di UDD PMI Kota Kediri. Politeknik Kesehatan Kemenkes Malang; 2023. 1–23 p.
- [34] Tarigan DY. Pengaruh Lama Penyimpanan Dan Konsentrasi Natrium Sitrat Dalam Larutan Preservatif Pada Packed Red Cell Terhadap Fragilitas Osmotik. Karya Tulis Ilmiah. 2020;
- [35] Arviananta R, Syuhada S, Aditya A. Perbedaan Jumlah Eritrosit Antara Darah Segar dan Darah Simpan. Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada. 2020;9(2):686–94.
- [36] Khasanah, Nur U, Supriyanta, Bambang, Nuryani S. kadar hemolisis pada serum mempengaruhi hasil pemeriksaan aktivitas enzim Gamma Glutamil Transferase. Journal of Chemical Information and Modeling. 2019;53(9):1689–99.
- [37] Syuhada S, Aditya A, Candrawijaya I. Perbedaan Hematokrit Darah Segar dan Darah Simpan (30 Hari) DI UTD RSAM Bandar Lampung. Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada. 2020;12(2):646–53.
- [38] Nelma N, Adiratna NM. Pengaruh Penyimpanan Darah Terhadap Kadar Hemoglobin Pada Komponen Whole Blood Darah Donor Sebelum Dan Sesudah Disimpan Selama Satu Minggu Di Pmi Kota Medan. Journal of Indonesian Medical Laboratory and Science (JoIMedLabS). 2023;4(1):70–7.
- [39] Salsabila N. Gambaran Kadar Hemoglobin Pada Packed Red Cell yang Dipisahkan Secara Sedimentasi dan Sentrifugasi Di UDD PMI Kota Cirebon. 2023;
- [40] Imronah. Perbedaan Kadar Hematokrit pada Packed Red Cell (PRC) berdasarkan Lama Simpan 10 dan 21 hari di Bank Darah Rumah Sakit Telogorejo Semarang. Universitas Muhammadiyah Semarang; 2020.
- [41] Hanifah A y. Perbedaan Kadar Hemoglobin Pada Komponen. 2022;
- [42] Hardwick J. Blood storage and transportation. ISBT Science Series. 2020;15(S1):232–54.
- [43] Liana D. PENGARUH VARIASI KONSENTRASI CPDA-1 DAN WAKTU PENYIMPANAN TERHADAP PEMERIKSAAN JUMLAH ERITROSIT, LEUKOSIT DAN TROMBOSIT. Poltekkes Bandung; 2020. 1–23 p.