

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Lokasi penelitian

Unit Donor Darah (UDD) PMI Tabanan merupakan fasilitas pelayanan darah yang memberikan kesempatan kepada masyarakat untuk menyumbangkan darahnya. Individu yang memberikan darah disebut sebagai pendonor, dan proses ini dikenal sebagai pelayanan donor darah. Tujuan utama dari pelayanan ini adalah untuk menjaga ketersediaan stok darah di UDD PMI, sehingga darah selalu tersedia bagi masyarakat yang membutuhkannya. UDD PMI Tabanan berlokasi di Jalan Pantai Kedungu No. 19, Desa Nyitdah, Kecamatan Kediri, Kabupaten Tabanan, Provinsi Bali, Indonesia.

2. Karakteristik subjek penelitian

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah selang dari kantong darah *packed red cell* yang diambil dari Unit Donor Darah PMI Tabanan yang sudah disimpan selama 1, 7, 14, 21, 28 hari di *blood refrigerator*. Adapun kriteria sampel pada penelitian ini yaitu menggunakan sampel darah yang sudah lulus uji IMLT (Infeksi Menular Lewat Transfusi Darah) yang meliputi pemeriksaan HIV, sifilis, HbsAg dan anti HCV, sehingga aman untuk dilakukan pemeriksaan. Walaupun sampel yang diambil hanya bagian dari selang kantong tetapi sudah mewakili secara keseluruhan melalui homogenisasi dan penyerutan. Pada penelitian ini total sampel yang digunakan sebanyak 20 sampel dengan setiap titik pemeriksaan hanya menggunakan empat selang kantong berbeda. Adapun hasil pemeriksaan kadar hemoglobin sebagai berikut:

Tabel 8
Hasil Rata – Rata Pemeriksaan Hemoglobin yang Disimpan Selama 1, 7, 14, 21, 28 Hari

Hari	N	Mean	Std. Deviation
Hari ke – 1	4	19,6	1,4056
Hari ke - 7	4	22,5	0,6164
Hari ke - 14	4	23,6	0,4425
Hari ke - 21	4	22,5	0,6238
Hari ke - 28	4	20,3	1,2111

Berdasarkan tabel 6 di atas didapatkan hasil rerata hemoglobin pada hari ke- 1 yaitu 19,6 gr/dl, pada hari ke – 7 hari sebesar 22, 5 gr/dl, hari ke- 14 sebesar 23,6 gr/dl, hari ke- 21 sebesar 22,5 gr/dl, dan hari ke- 28 sebesar 20,3 gr/dl.

3. Hasil analisis data

a. Uji normalitas data

Tabel 9
Hasil Uji Normalitas Data *Shapiro-Wilk*

Lama Penyimpanan	Nilai Signifikansi
Hari 1	0,085
Hari 7	0,795
Hari 14	0,332
Hari 21	0,630
Hari 28	0,578

Pengujian normalitas dilakukan menggunakan uji Shapiro-Wilk karena jumlah data kurang dari 50. Hasil uji menunjukkan nilai signifikansi $p > 0,05$, yang berarti seluruh data memiliki distribusi normal.

b. Uji homogenitas dan Uji *One – Way* Anova

Tabel 10
Hasil Uji Homogenitas Varians dan Uji *One-Way* Anova

Variabel	Nilai Rata – Rata	Nilai Sig. Uji Homogenitas <i>Levene</i>	Nilai Sig. Uji <i>One-Way</i> Anova
Hari 1	19,6	0,101	0,000
Hari 7	22,5		
Hari 14	23,6		
Hari 21	22,5		
Hari 28	20,3		

Berdasarkan data di atas terlihat nilai signifikansi yaitu 0,101. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data berasal dari data homogen atau dari varian yang sama. Hasil dari uji *One-Way Anova* yaitu berdasarkan data di atas terlihat nilai signifikansi yaitu 0,000. Karena $0,000 < 0,05$ maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan. Untuk melihat perbedaan antar hari penyimpanan maka akan dilakukan uji lanjutan turkey.

c. Uji *post hoc Tukey HSD*

Data hasil uji *One-Way ANOVA* menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan, sehingga dilakukan analisis lanjutan dengan uji *post hoc Tukey* untuk mengidentifikasi perbedaan antar kelompok penyimpanan. Hasil analisis uji *post hoc Tukey* disajikan pada tabel berikut :

Tabel 11
Hasil Uji *Post Hoc* Tukey HSD Kelompok Lama Penyimpanan

(I) Lama Penyimpanan	(J) Lama Penyimpanan	Nilai signifikansi
Hari 1	7 Hari	0,005*
	14 Hari	0,000*
	21 Hari	0,004*
	28 Hari	0,844
Hari 7	14 Hari	0,425
	21 Hari	1,000
	28 Hari	0,033*
Hari 14	21 Hari	0,445
	28 Hari	0,001*
Hari 21	28 Hari	0,030*

Berdasarkan hasil analisis, perbedaan antara kelompok penyimpanan hari ke-1 dengan 7, 14, 21 hari dan kelompok hari ke- 28 dengan 7, 14, 21 hari menunjukkan nilai ($p < 0.05$), yang berarti terdapat perbedaan yang bermakna antar kelompok. Sedangkan, pada kelompok hari ke- 1 dengan 28 hari, kelompok 7 hari dengan 14, 21 hari dan 14 hari dengan 21 hari diperoleh nilai ($p > 0.05$), yang berarti tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Kondisi ini menunjukkan bahwa dalam rentang waktu tersebut laju perubahan yang terjadi tidak begitu besar.

B. Pembahasan

1. Kadar hemoglobin *packed red cell* (PRC) yang disimpan selama 1, 7, 14, 21, 28 hari di *blood refrigerator* UDD PMI Tabanan

Hasil penelitian yang dilakukan di Unit Donor Darah PMI Tabanan dengan tujuan memeriksa kadar hemoglobin pada komponen PRC yang disimpan dalam *blood refrigerator* dengan suhu 2–6°C, menggunakan antikoagulan CPDA-1. Sampel terdiri dari 20 kantong PRC, dengan pengukuran kadar hemoglobin menggunakan alat hemoglobinometer digital (*CompoLab TS*) pada hari ke-1, 7, 14, 21, dan 28. Hasil rata-rata kadar hemoglobin yang diperoleh berturut-turut adalah 19,6 g/dL (hari ke-1), 22,5 g/dL (hari ke-7), 23,9 g/dL (hari ke-14), 22,5 g/dL (hari ke-21), dan 19,7 g/dL (hari ke-28).

Berdasarkan data tersebut, terlihat adanya pola peningkatan kadar hemoglobin pada hari ke-1 hingga hari ke-14 namun diikuti oleh penurunan pada hari ke-21 dan 28 hari. Peningkatan kadar Hb pada fase awal penyimpanan diduga disebabkan oleh proses hemolisis ringan, di mana sebagian eritrosit mulai mengalami kerusakan dan melepaskan hemoglobin ke dalam plasma. Namun karena hemolisis masih tergolong minimal, jumlah total hemoglobin terukur tetap meningkat. 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 (Kusumawardani & Ardhana, 2025).

Hal ini sejalan dengan penelitian (PUTRI W.M, 2024) 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'' menunjukkan bahwa terjadi peningkatan pada hemoglobin yang bermakna ($p<0,05$) selama penyimpanan lima belas hari.

Antikoagulan CPDA-1 digunakan karena mengandung komponen penting untuk mendukung kelangsungan hidup sel darah. Sitrat di dalamnya berfungsi mencegah pembekuan dengan mengikat kalsium, sementara fosfat membantu menjaga kestabilan pH dalam proses glikolisis agar produksi ATP tetap optimal, dengan pH ideal di atas 7,0. Fosfat juga berperan dalam mempertahankan kadar *2,3-diphosphoglycerate* (2,3-DPG), yang sangat penting dalam proses pengangkutan oksigen ke jaringan—semakin tinggi kadar 2,3-DPG, semakin efektif distribusi oksigen. Selain itu, dekstroza dan adenin berfungsi sebagai sumber energi sel untuk menghasilkan ATP (Nurhamida & Baehaki, 2024). Walaupun PRC telah diberi tambahan CPDA-1, perubahan komponen dalam sel darah merah selama penyimpanan tetap tidak dapat sepenuhnya dicegah. Lesi penyimpanan merupakan perubahan yang terjadi pada eritrosit akibat penyimpanan dan pemberian antikoagulan ini bertujuan untuk memperlambat atau mengurangi tingkat kerusakan tersebut (Amalia & Sari, 2019).

Naim (2024) menambahkan bahwa setelah darah disimpan selama 3 minggu, sekitar 20% eritrosit akan mati segera setelah ditransfusikan. Selain itu, efek penyimpanan darah yang terlalu lama akan mengakibatkan pergeseran kurva disosiasi oksigen ke arah kiri menyebabkan hemoglobin lebih kuat mengikat oksigen, sehingga mengurangi ketersediaan oksigen untuk jaringan. Kurva disosiasi oksigen adalah grafik yang menunjukkan hubungan antara

tekanan parsial oksigen (PO_2) dengan saturasi oksigen hemoglobin dalam darah. Kurva ini menunjukkan bagaimana hemoglobin melepaskan oksigen ke jaringan. Hal ini secara fisiologis menurunkan efektivitas transfusi. Oleh karena itu, meskipun kadar hemoglobin pada hari ke-28 masih dalam batas transfusional, kualitas darah menurun dan efektivitas klinisnya berkurang. Secara keseluruhan, penyimpanan darah dalam waktu lama dapat menyebabkan penurunan kualitas komponen darah. Maka dari itu, penggunaan darah PRC sebaiknya dilakukan dalam jangka waktu optimal, yaitu sebelum melewati hari ke-21 penyimpanan, untuk menjamin efektivitas dan keamanan transfusi bagi pasien (Irmawatini & Nurhaedah, 2019).

2. Perbedaan kadar hemoglobin *packed red cell* (PRC) yang disimpan selama 1, 7, 14, 21, 28 hari di *blood refrigerator* UDD PMI Tabanan

Berdasarkan uji normalitas menggunakan *shapiro – wilk* digunakan untuk data kurang dari 50. Hasil dari uji normalitas ini menunjukkan bahwa nilai signifikansi hari ke-1 yaitu 0,085, hari ke-7 yaitu 0,795, hari ke-14 yaitu 0,332, hari ke-21 yaitu 0,630 dan hari ke -28 yaitu 0,578 ($p > 0,05$). Sehingga dapat disimpulkan bahwa seluruh data berdistribusi normal. Lalu dilanjutkan dengan uji homogenitas varians didapatkan hasil yaitu nilai signifikansi yaitu 0,101. Sehingga dapat disimpulkan bahwa data merupakan berasal dari data homogen atau dari varian yang sama.

Untuk melihat perbedaan kadar hemoglobin, dilakukan dengan menggunakan uji *One – Way Anova* didapatkan hasil nilai signifikansi yaitu 0,000. Karena $0,000 < 0,05$ maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada kadar hemoglobin pada komponen *packed red cell* (PRC)

berdasarkan lama penyimpanan. Untuk melihat perbedaan antar hari penyimpanan maka akan dilakukan uji lanjutan *Tukey HSD*. Pada saat diuji *tukey* terlihat bahwa pada rata-rata hemoglobin hari 1 ke hari 7 memiliki nilai signifikansi 0,005 ($p < 0,05$) atau terdapat perbedaan yang bermakna. Pada rata-rata hemoglobin hari 7 ke hari 14 memiliki nilai tidak signifikansi 0,425 ($p > 0,05$) atau tidak terdapat perbedaan yang bermakna. Pada rata-rata hemoglobin hari 14 ke hari 21 memiliki nilai tidak signifikansi 0,445 ($p > 0,05$) atau tidak terdapat perbedaan yang bermakna. Pada rata-rata hemoglobin hari 21 ke hari 28 memiliki nilai signifikansi 0,030 ($p < 0,05$) atau terdapat perbedaan yang bermakna.

Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama darah disimpan, semakin banyak eritrosit yang mengalami kerusakan, sehingga jumlah eritrosit yang tetap bertahan semakin berkurang. Penyimpanan darah dalam jangka waktu lama dapat menyebabkan pergeseran kurva disosiasi oksigen ke arah kiri, yang mengakibatkan hemoglobin lebih kuat mengikat oksigen dan menghambat pelepasan oksigen ke jaringan. Eritrosit yang mengalami lisis disebabkan oleh kerusakan sel, sehingga hemoglobin dilepaskan ke dalam plasma. Hemoglobin bebas ini dapat terdeteksi dalam pemeriksaan laboratorium, sehingga darah yang disimpan cenderung menunjukkan peningkatan kadar hemoglobin (Hanifa et al., 2022).

Pada awal masa penyimpanan dengan hari ke- 21, telah terjadi perubahan yang signifikan. Hal ini menandakan bahwa penyimpanan jangka panjang menyebabkan perubahan yang cukup besar dibandingkan waktu penyimpanan sebelumnya. Sebaliknya, pada tengah masa penyimpanan (hari ke- 7 dan ke-

14) tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Kondisi ini menunjukkan bahwa dalam rentang waktu tersebut laju perubahan yang terjadi tidak begitu besar.

Pada hari ke-21 hingga ke-28 masa penyimpanan, terjadi penurunan kadar hemoglobin yang mencerminkan tingkat kerusakan eritrosit yang semakin parah. Hal ini disebabkan oleh berkurangnya faktor pembekuan, khususnya faktor V dan VIII, serta menurunnya kemampuan eritrosit dalam mengangkut oksigen akibat meningkatnya afinitas hemoglobin terhadap oksigen, yang membuat oksigen sulit dilepaskan ke jaringan. Penurunan ini berkaitan dengan menurunnya kadar 2,3-DPG, serta meningkatnya kadar kalium, amonia, dan asam laktat (Setyati, 2010). Menurut Naim (2014), selama masa penyimpanan, komponen darah mengalami perubahan, terutama eritrosit yang bentuknya semakin berubah seiring waktu. Penyimpanan darah dalam waktu lama menyebabkan banyak eritrosit mati segera setelah transfusi, akibat menurunnya kadar ATP yang dibutuhkan untuk metabolisme, karena ATP dihasilkan dari proses glikolisis. Akumulasi asam laktat, sebagai produk glikolisis, menyebabkan lingkungan menjadi asam (pH menurun). Karena eritrosit hampir tidak memiliki mitokondria, mereka sangat bergantung pada glikolisis untuk energi.

Packed red cell yang disimpan pada suhu $4\pm 2^{\circ}\text{C}$ mengalami perlambatan metabolisme, yang berdampak pada penurunan produksi ATP dan terganggunya berbagai fungsi eritrosit yang membutuhkan energi. Lama penyimpanan juga memengaruhi keseimbangan elektrolit, di mana terjadi gangguan pada pergerakan natrium dan kalium. Kalium cenderung keluar dari sel dan natrium masuk ke dalam sel. Kebocoran kalium dari membran eritrosit

menyebabkan peningkatan konsentrasi kalium di luar sel dan memicu hemolisis. Fenomena ini disebut storage lesion, yakni serangkaian perubahan biokimia, biomekanis, dan imunologis pada eritrosit selama penyimpanan yang memengaruhi daya tahan sel serta kemampuan hemoglobin dalam mengangkut oksigen (Saragih et al., 2019). Viabilitas atau stabilitas eritrosit menurun seiring lamanya penyimpanan, karena kandungan zat penting seperti dekstrosa yang berfungsi sebagai sumber energi berkurang selama masa simpan, sehingga memicu kerusakan eritrosit (Naid et al., 2012). Eritrosit juga mengalami peningkatan kekakuan membran, viskositas, serta risiko hemolisis yang lebih besar, yang akhirnya mengurangi jumlah hemoglobin efektif dalam darah (Yunifa, 2022).

Penelitian oleh (Puspitaningrum et al., 2024) juga menunjukkan penurunan jumlah eritrosit pada hari ke-21 dan 28 penyimpanan darah dengan antikoagulan CPDA-1. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian ini, yang menunjukkan penurunan kadar hemoglobin pada waktu penyimpanan yang sama. Hal ini diduga karena sama - sama mengalami perubahan biofisika maupun biokimia yang mempengaruhi kelangsungan hidup dan fungsi sel kerusakan eritrosit selama penyimpanan, yang menyebabkan berkurangnya hemoglobin yang tersimpan di dalam sel.

Perbedaan hasil dalam penelitian ini juga disebabkan oleh faktor teknis dalam penelitian yaitu proses homogenisasi atau penyerutan darah yang kurang optimal sebelum dilakukan pemeriksaan kadar hemoglobin. Darah yang belum tercampur secara merata akibat kurangnya homogenisasi dapat menyebabkan nilai kadar hemoglobin yang tidak akurat, kurangnya volume darah yang

dimasukkan ke cuvet. Volume darah yang masuk ke cuvet Hb meter *Compolab* kurang dari seharusnya, akan mengakibatkan hasil pengukuran kadar hemoglobin bisa jadi tidak akurat atau cenderung lebih rendah atau bahkan error. Selain itu pengisian cuvet harus terisi penuh sampai tidak ada ruang udara di dalamnya. Kadang proses pengambilan darah terlalu cepat atau cuvet tidak menempel sempurna pada tetesan darah, sehingga hanya terisi sebagian (Rosyidah, 2020).