

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Karakteristik kantong darah komponen *Packed Red Cell*

Karakteristik kantong darah komponen *Packed Red Cell* (PRC) yang digunakan dalam penelitian ini ditampilkan pada Tabel 5 sebagai berikut.

Tabel 5
Karakteristik Kantong Darah Komponen PRC

Golongan Darah	Jumlah (Kantong)	Persentase (%)	Tanggal	
			Aftap/Donor	Kedaluwarsa
O+	16	80	16 Maret 2025	20 April 2025
B+	3	15		
AB+	1	5		
Total	20	100		

Berdasarkan karakteristik kantong darah pada Tabel 5, dari total 20 kantong darah komponen PRC digunakan dalam penelitian ini, seluruhnya memiliki Rhesus positif dengan golongan darah O adalah yang paling banyak ditemukan dibandingkan golongan darah lainnya, yaitu sebanyak 16 kantong (80%). Semua kantong darah memiliki masa simpan selama 35 hari setelah dilakukan aftap. Kode kantong dapat dilihat pada Lampiran 3.

2. Hasil pengukuran nilai hematokrit pada komponen *Packed Red Cell*

Hasil pengukuran nilai hematokrit pada komponen *Packed Red Cell* (PRC) berdasarkan lama waktu simpannya, ditampilkan pada Tabel 6 sebagai berikut.

Tabel 6
Nilai Hematokrit Komponen PRC Berdasarkan Lama Waktu Simpan

Hari	Jumlah	Minimum	Maksimum	Rerata	M*	TM**
1	20	54,00	72,00	65,90	13	7
7	20	56,00	73,00	67,10	17	3
14	20	60,00	73,00	68,10	18	2
21	20	54,00	74,00	65,75	14	6
28	20	55,00	71,00	62,80	6	14

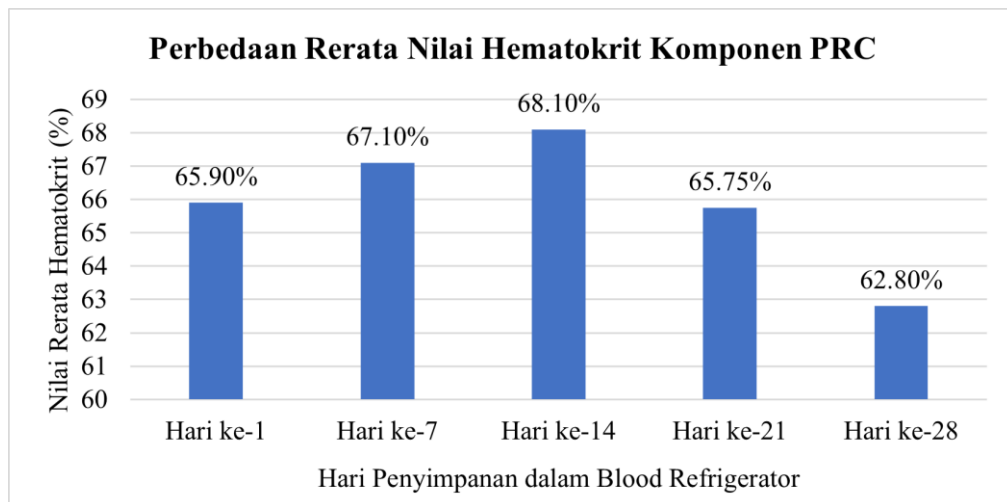
Keterangan:

* Jumlah PRC yang nilai hematokritnya memenuhi spesifikasi

** Jumlah PRC yang nilai hematokritnya tidak memenuhi spesifikasi

Berdasarkan Tabel 6 di atas, didapatkan rerata nilai hematokrit yang bervariasi setiap minggunya, dengan sebagian besar nilai hematokrit tidak memenuhi spesifikasi ketika diperiksa di hari ke-28.

Perbedaan rerata pada nilai hematokrit dapat dilihat lebih jelas pada Gambar 8 di bawah ini.



Gambar 8. Grafik Perbedaan Rerata Nilai Hematokrit Komponen PRC

Hasil pemeriksaan pada Gambar 8 menunjukkan rerata nilai hematokrit yang cenderung meningkat dari hari ke-1 menuju hari ke-7 dan 14, namun menurun kembali setelah 14 hari penyimpanan di *blood refrigerator*.

3. Hasil analisis data

a. Uji normalitas data

Hasil uji normalitas data dalam penelitian ini ditampilkan pada Tabel 7 sebagai berikut.

Tabel 7
Hasil Uji Normalitas Data

	Hari	Statistic	df	Shapiro-Wilk (<i>p-value</i>)
Nilai Hematokrit pada Komponen PRC	1	0,929	20	0,149
	7	0,923	20	0,115
	14	0,946	20	0,314
	21	0,935	20	0,190
	28	0,931	20	0,161

Berdasarkan hasil uji normalitas pada Tabel 7, didapatkan nilai signifikansi lebih besar dari 0,05 ($p\text{-value} > 0,05$) pada semua kelompok hari penyimpanan, sehingga dapat diartikan bahwa data berdistribusi normal secara statistik.

b. Uji *Sphericity*

Hasil uji *sphericity* atau uji kesamaan varians antar kondisi dalam pengukuran berulang pada penelitian ini ditampilkan pada Tabel 8 sebagai berikut.

Tabel 8
Hasil Uji *Sphericity*

<i>Mauchly's Test of Sphericity</i>	
Nilai Hematokrit pada Komponen PRC	Sig. (<i>p-value</i>)
Berdasarkan Lama Waktu Simpan	0,110

Signifikansi yang didapatkan berdasarkan Tabel 8 adalah 0,110 ($p\text{-value} > 0,05$), sehingga dapat diartikan bahwa selisih nilai antar lama waktu simpan komponen PRC memiliki varians yang sama.

c. Uji ANOVA *repeated measures*

Hasil uji ANOVA *repeated measures* dalam penelitian ini ditampilkan pada Tabel 9 sebagai berikut.

Tabel 9
Hasil Uji ANOVA *Repeated Measures*

ANOVA <i>Repeated Measures</i>	
Nilai Hematokrit pada Komponen PRC	Sig. (<i>p-value</i>)
Berdasarkan Lama Waktu Simpan	0,000

Hasil uji ANOVA *repeated measures* pada Tabel 9 menunjukkan signifikansi sebesar 0,000 ($p\text{-value} < 0,05$), yang berarti terdapat perbedaan yang sangat signifikan pada nilai hematokrit komponen PRC yang diperiksa saat penyimpanan hari ke-1, 7, 14, 21, dan 28.

d. Uji *pairwise comparison (post-hoc)*

Uji *pairwise comparison* dalam penelitian ini menggunakan metode Bonferroni dilakukan sebagai metode koreksi untuk menjaga validitas hasil. Hasil ujiinya ditampilkan pada Tabel 10 sebagai berikut.

Tabel 10
Uji *Pairwise Comparison (Post-Hoc)*

Lama Waktu Simpan (I)	Lama Waktu Simpan (J)	Sig. (<i>P-Value</i>)
Hari 1	Hari 7	0,328
	Hari 14	0,032*
	Hari 21	1,000
	Hari 28	0,024*
Hari 7	Hari 1	0,328
	Hari 14	0,444
	Hari 21	0,451
	Hari 28	0,001*

Lama Waktu Simpan (I)	Lama Waktu Simpan (J)	Sig. (P-Value)
Hari 14	Hari 1	0,032*
	Hari 7	0,444
	Hari 21	0,033*
	Hari 28	0,000*
Hari 21	Hari 1	1,000
	Hari 7	0,451
	Hari 14	0,033*
	Hari 28	0,049*
Hari 28	Hari 1	0,024*
	Hari 7	0,001*
	Hari 14	0,000*
	Hari 21	0,049*

Hasil yang didapatkan dari uji *pairwise comparison* pada Tabel 10 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan pada nilai hematokrit di hari ke-28 penyimpanan apabila dibandingkan dengan hari-hari sebelumnya.

B. Pembahasan

1. Karakteristik kantong darah komponen *Packed Red Cell*

Merujuk pada Tabel 5, sebanyak 80% kantong darah komponen *Packed Red Cell* (PRC) yang digunakan dalam penelitian ini memiliki golongan darah O. Hasil ini sesuai dengan data oleh Media Indonesia (dalam Orno dan Hikmawati, 2024) yang menyatakan bahwa sejumlah 17,6 juta atau sekitar 48% penduduk Indonesia tercatat memiliki golongan darah O. Golongan darah diwarisi dari kedua orang tua dan dikendalikan oleh tiga alel, yaitu I^A , I^B , dan i . Alel I^A dan I^B bersifat kodominan yang berarti keduanya bisa muncul secara bersamaan dalam fenotipe, sedangkan alel i bersifat resesif, sehingga hanya akan tampak jika diwarisi dua salinan (ii), seperti pada golongan darah O (Kaushal, 2018). Alel i jauh lebih umum ditemukan dalam populasi dibandingkan I^A dan I^B , itulah sebabnya golongan darah O menjadi yang paling sering dijumpai meskipun merupakan fenotipe resesif (Boundless, 2024).

Sistem golongan darah ABO memiliki struktur dasar berupa antigen H, yaitu gabungan molekul fukosa dan galaktosa, yang terdapat pada permukaan sel darah merah golongan O dan juga di jaringan tubuh lainnya. Sel darah merah golongan O punya keistimewaan karena antigen H di permukaannya tidak dianggap asing oleh antibodi anti-A maupun anti-B. Tubuh tidak membentuk antibodi khusus terhadap antigen H, kemungkinan karena antigen A dan B terbentuk dari antigen H, sehingga tubuh mengenalinya sebagai bagian dari diri sendiri. Maka dari itu, dalam situasi darurat, sel darah merah golongan O bisa diberikan ke semua golongan darah lain, terutama golongan darah O dengan Rhesus negatif, dan dikenal sebagai donor universal (Rahfeld dan Withers, 2020).

Hasil pada Tabel 5 juga menunjukkan bahwa seluruh kantong darah (100%) yang digunakan dalam penelitian ini memiliki Rhesus positif. Temuan ini sejalan dengan data populasi di Indonesia, yang menunjukkan bahwa hampir 99% penduduknya memiliki Rhesus positif (Rezki dkk., 2021). Sistem Rhesus memiliki beberapa antigen alternatif, yaitu D atau d, C atau c, serta E atau e. Setiap individu mewarisi satu set antigen tersebut dari masing-masing orang tua, contohnya kombinasi seperti DDCcEE. Antigen D memiliki pengaruh paling besar secara klinis dan dianggap paling penting dalam konteks medis di antara ketiga antigen tersebut (Harianja, 2022). Sistem Rhesus adalah sistem golongan darah utama selain ABO yang sangat penting dalam bidang transfusi darah karena dalam beberapa kasus, ketidaksesuaian Rhesus antara pendonor dan pasien dapat menyebabkan reaksi transfusi hemolitik (*Hemolytic Transfusion Reaction/HTR*) (Dewi dkk., 2019).

Pada penelitian ini, semua kantong darah komponen PRC diproduksi dengan kantong berjenis *double blood bag* yang terdiri dari satu kantong utama dan satu

satelit, menghasilkan dua jenis komponen darah, yaitu PRC dan *liquid plasma* (Maharani dan Noviar, 2018). Kantong utama dalam jenis kantong darah ini telah berisi antikoagulan CPDA-1 yang mampu mempertahankan komponen PRC selama 35 hari penyimpanan di *blood refrigerator* (WHO, 2021).

2. Hasil pengukuran nilai hematokrit pada komponen *Packed Red Cell*

Hasil pemeriksaan nilai hematokrit pada Tabel 6 menunjukkan adanya variasi nilai hematokrit pada komponen PRC selama masa penyimpanannya. Pada hari ke-1, rerata nilai hematokrit tercatat sebesar 65,90%, kemudian mulai mengalami peningkatan pada hari ke-7 (67,10%) dan 14 (68,10%). Terjadinya peningkatan nilai hematokrit dari hari ke-1 menuju hari ke-7 dan 14 kemungkinan terjadi karena adanya perubahan morfologi dari sel eritrosit. Selama masa penyimpanan dalam kantong darah, sel-sel eritrosit masih tetap mengalami metabolisme, sehingga kadar ATP dalam darah mengalami penurunan yang menyebabkan rusaknya lipid membran dan membran menjadi kaku. Hal ini memicu perubahan morfologi sel eritrosit yang awalnya berbentuk bikonkaf menjadi bentuk sferis tanpa sentral polar (Saragih dkk., 2019; Wahyu, Nurulita dan Muhidin, 2019; Syuhada, Izzuddin dan Agustin, 2021; Subekti dkk., 2024). Peningkatan hematokrit biasanya berkorelasi dengan viskositas atau kekentalan darah, sementara bentuk sferis dari sel eritrosit memiliki membran yang kurang elastis dan fluiditasnya rendah, sehingga berpengaruh pada meningkatnya nilai hematokrit pada komponen PRC (Wahyu, Nurulita dan Muhidin, 2019).

Nilai hematokrit kemudian menurun pada hari ke-21 dengan rerata sebesar 65,75% dan penurunan nyata terlihat pada pemeriksaan hari ke-28, yaitu dengan rerata sebesar 62,80%. Penurunan nilai hematokrit yang terjadi pada pemeriksaan

hari ke-21 dan 28, menurut Syuhada, Izzuddin, dan Agustin (2021), diakibatkan oleh durasi penyimpanan komponen PRC. Apabila penyimpanan dalam *blood refrigerator* berlangsung lama, maka akan muncul beberapa perubahan pada komponen darah dan terjadi proses penghancuran sel eritrosit yang berpengaruh pada menurunnya nilai hematokrit. Munculnya perubahan biokimiawi pada sel eritrosit disebut dengan *storage lesion* atau jejas penyimpanan, di mana selain mengakibatkan turunnya kadar ATP, juga dapat mengganggu pergerakan ion natrium dan kalium dalam darah. Kalium akan bergerak keluar dari dalam sel eritrosit dan natrium akan masuk ke dalam sel, menyebabkan membran mengalami kebocoran dengan cepat dan konsentrasi ekstraseluler meningkat, sehingga sel eritrosit akan lisis (Nurhamida dan Baehaki, 2024).

Adanya penurunan rerata nilai hematokrit juga kemungkinan terjadi karena selang komponen PRC yang diletakkan terlalu lama di luar *blood refrigerator* setiap melakukan pemeriksaan hematokrit. Penyimpanan komponen PRC dalam *blood refrigerator* pada suhu 2°C hingga 6°C bertujuan untuk mengurangi hemolisis, memperlambat metabolisme sel eritrosit dan glukosa, serta meningkatkan kelangsungan hidup sel eritrosit (Tumpuk, Kamilla dan Triana, 2022). Menurut penelitian yang dilakukan Afriansyah, semakin tinggi suhu penyimpanannya, maka sel eritrosit akan mengalami kerusakan hingga lisis, di mana pada penelitian ini afriansyah, diuraikan bahwa jumlah sel eritrosit pada suhu ruang (20–25°C) ditemukan lebih rendah daripada suhu kulkas (4–8°C) (Afriansyah dkk., 2021).

Tabel 6 juga menunjukkan adanya tujuh komponen PRC (35%) pada hari ke-1 yang tidak memenuhi spesifikasi untuk parameter hematokrit yang tertulis pada Permenkes No. 91 Tahun 2015. Hal ini dapat terjadi karena proses penyerutan dan

homogenisasi yang kurang baik, sehingga plasma darah masih banyak terperangkap pada ujung selang kantong darah, menimbulkan penurunan pada nilai hematokritnya. Pada hari ke-7 dan 14, sebagian besar sampel memperlihatkan hasil pemeriksaan yang telah memenuhi spesifikasi, yaitu 17 komponen PRC (85%) di hari ke-7 dan 18 komponen PRC (90%) di hari ke-14, menunjukkan bahwa dalam dua minggu pertama penyimpanan, kualitas PRC relatif stabil dan masih layak untuk ditransfusikan. Pada hari ke-21, nilai hematokrit mengalami penurunan, sehingga sebanyak lima komponen PRC (30%) tidak memenuhi spesifikasi. Nilai hematokrit pada hari ke-28 kembali mengalami penurunan drastis yang ditunjukkan dengan adanya 14 komponen PRC (70%) yang tidak memenuhi spesifikasi.

3. Perbedaan nilai hematokrit komponen *Packed Red Cell*

Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa seluruh data nilai hematokrit PRC berdistribusi normal, serta hasil uji *Mauchly's Test of Sphericity* mengindikasikan varians antar waktu simpan seragam, sehingga uji dilanjutkan dengan ANOVA *repeated measures*. Berdasarkan hasil uji yang telah dilakukan, didapatkan signifikansi sebesar 0,000 ($p\text{-value} < 0,05$), yang berarti terdapat perbedaan yang sangat signifikan pada nilai hematokrit komponen PRC yang diperiksa saat penyimpanan hari ke-1, 7, 14, 21, dan 28. Melalui uji *pairwise comparison*, terlihat adanya perbedaan yang signifikan secara statistik antara beberapa kelompok waktu penyimpanan PRC. Perbedaan yang signifikan mulai terlihat sejak hari ke-14 penyimpanan, khususnya jika dibandingkan dengan hari ke-1, 21, dan 28, sementara nilai hematokrit pada hari ke-28 menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap hampir seluruh kelompok waktu simpan lainnya.

Adanya perbedaan berupa peningkatan nilai hematokrit pada komponen PRC di minggu pertama dan kedua penyimpanan, sejalan dengan penelitian oleh Saragih dkk. (2019) dan Wahyu dkk. (2019), di mana nilai hematokrit mengalami peningkatan pada minggu awal penyimpanannya, yang berkaitan dengan perubahan bentuk dan ukuran eritrosit akibat pembengkakan sel dan melemahnya struktur sitoskeleton eritrosit, sehingga membran eritrosit menjadi tidak stabil, yang menyebabkan perubahan morfologi dari bentuk bikonkaf menjadi sferosit, penurunan kadar lipid, serta peningkatan kekakuan sel.

Perbedaan pada nilai hematokrit berupa penurunan pada minggu ketiga dan keempat penyimpanan juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Subekti dkk. (2024), di mana dalam penelitian tersebut, nilai hematokrit mengalami penurunan di minggu terakhir penyimpanannya. Nilai hematokrit dapat menurun akibat durasi penyimpanan komponen PRC yang terlalu lama dalam *blood refrigerator*, sehingga memicu perubahan pada komponen darah dan proses hemolisis sel eritrosit (Syuhada, Izzuddin dan Agustin, 2021).

Penerapan prosedur penyimpanan yang tepat perlu diperhatikan sebagai salah satu cara untuk mempertahankan kualitas eritrosit karena membantu menjaga fungsi dan kelangsungan hidup sel, sehingga dapat bermanfaat pada pasien ketika ditransfusikan (Nurhamida dan Baehaki, 2024). Penelitian ini menunjukkan adanya penurunan kualitas komponen PRC yang terlihat dari menurunnya nilai hematokrit pada satu minggu menjelang masa kedaluwarsa. Kestabilan komponen PRC dalam penelitian ini, yang dinilai berdasarkan parameter hematokrit, masih terlihat terjaga selama kurang dari 14 hari penyimpanan, ditunjukkan dengan sebagian besar komponen memiliki nilai hematokrit yang memenuhi spesifikasi dari Permenkes No. 91 Tahun 2015.

Penelitian ini memiliki keterbatasan yang perlu dipertimbangkan. Pertama, pengambilan sampel hanya dilakukan melalui selang, bukan langsung dari kantong darah komponen PRC, sehingga mungkin memengaruhi keakuratan hasil pemeriksaan. Kedua, pemeriksaan hematokrit tidak dilakukan secara duplo karena keterbatasan biaya untuk pembelian *cuvette*. Terakhir, metode dalam penelitian ini belum menggunakan metode *gold standard*, sehingga hasilnya mungkin belum mencerminkan akurasi yang maksimal.