



KEMENTERIAN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA
BADAN PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN
SUMBER DAYA MANUSIA KESEHATAN

POLITEKNIK KESEHATAN TANGJUNGKARANG

Jalan Soekarno - Hatta No. 6 Bandar Lampung

Telp : 0721 - 783 852 Faxsimile : 0721 - 773 918

Website : <http://poltekkes-tjk.ac.id> E-mail : direktorat@poltekkes-tjk.c.id



Nomor : PP.03. 01 / I. 1 / 1826 /2022
Lampiran : Eks
Hal : Izin Penelitian

29 Maret 2022

Yth, Kepala UTD-Dinas Kesehatan Kabupaten Mesuji
Di - Mesuji

Sehubungan dengan penyusunan Laporan Tugas Akhir bagi mahasiswa Kelas Alih Jenjang Program Studi Teknologi Laboratorium Medis Program Sarjana Terapan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Politeknik Kesehatan Kemenkes Tanjungkarang Tahun Akademik 2021/2022, maka kami mengharapkan dapat diberikan izin kepada mahasiswa kami untuk dapat melakukan penelitian di Institusi yang Bpk/Ibu pimpin. Adapun mahasiswa yang melakukan penelitian adalah sebagai berikut :

No	NAMA	JUDUL PENELITIAN	TEMPAT PENELITIAN
1	Ferdi Sarwoko NIM: 2113353116	Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kadar Kalium Plasma Pada Whole Blood di UTD Dinas Kesehatan Mesuji	UTD Dinas Kesehatan Mesuji

Atas perhatian dan kerjasamanya diucapkan terima kasih.



Warjadin Aliyanto, SKM, M.Kes
NIP 196401281985021001

Tembusan :
Ka. Jurusan Teknologi Laboratorium Medis



PEMERINTAH KABUPATEN MESUJI
DINAS KESEHATAN
UNIT TRANSFUSI DARAH

Jl. ZA Pagar Alam, Desa Brabasan,
Kec. Tanjung Raya Kabupaten Mesuji, kode post: 34598

No : KS.02.08/05/UTD/MSJ/2022
Perihal : Ijin Penelitian

Kepada Yth.
Direktur Poltekkes Tanjungkarang
di
Tempat.

Berdasarkan Surat dari :

Direktur Poltekkes Tanjungkarang Nomor: PP.03.01/I.1/1826/2022, Tanggal 29 Maret 2022
Perihal Ijin Penelitian bagi mahasiswa:

Nama : Ferdi Sarwoko
Npm : 2113353116
Jurusan : Teknologi Laboratorium Medis
Program study : Alih Jenjang Sarjana Terapan
Waktu penelitian : April-Mei 2022
Tempat penelitian : UTD Dinas Kesehatan Mesuji
Judul penelitian : Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kadar Kalium Plasma Pada
Whole Blood Di UTD Dinas Kesehatan Mesuji.

Maka dengan ini kami menerima dan memberikan ijin penelitian kepada yang bersangkutan dan setelah menyelesaikan kegiatan penelitian maka diwajibkan untuk menyampaikan laporan hasil penelitian ke UTD Dinas Kesehatan Mesuji.

Demikian surat ini dibuat dengan sebenarnya, agar dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di : Brabasan
Pada tanggal : 11 April 2022
Kepala UPT Unit Tranfusi Darah




HENDRI HENDRA PRATAMA
NIP. 19911227 2019031 005

KOMITE ETIK PENELITIAN KESEHATAN
HEALTH RESEARCH ETHICS COMMITTEE
POLTEKKES TANJUNGPURANG

KETERANGAN LAYAK ETIK
DESCRIPTION OF ETHICAL EXEMPTION
"ETHICAL EXEMPTION"
No.183/KEPK-TJK/X/2022

Protokol penelitian yang diusulkan oleh :
The research protocol proposed by

Peneliti utama
Principal In Investigator : Ferdi Sarwoko

Nama Institusi
Name of the Institution : Jurusan TLM Politeknik Kesehatan Tanjungpurang

Dengan judul:
Title

**"Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kalium Plasma Pada Whole Blood
di UTD Dinas Kesehatan Mesuji"**

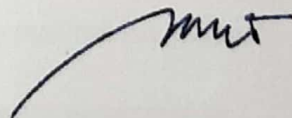
Dinyatakan layak etik sesuai 7 (tujuh) Standar WHO 2011, yaitu 1) Nilai Sosial, 2) Nilai Ilmiah, 3) Pemerataan Beban dan Manfaat, 4) Risiko, 5) Bujukan/Eksploitasi, 6) Kerahasiaan dan Privacy, dan 7) Persetujuan Setelah Penjelasan, yang merujuk pada Pedoman CIOMS 2016. Hal ini seperti yang ditunjukkan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

Pernyataan Laik Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 07 Juni 2022 sampai dengan tanggal 07 Juni 2023.

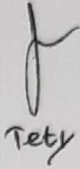
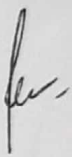
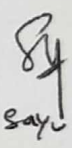
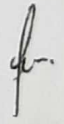
This declaration of ethics applies during the period June 07, 2022 until June 07, 2023

June 07, 2022
Professor and Chairperson



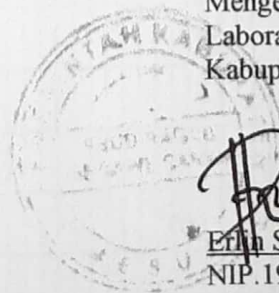
Dr. Aprina, S.Kp., M.Kes

LOGBOOK KEGIATAN PENELITIAN
KADAR KALIUM PLASMA PADA WHOLE BLOOD

No	Tanggal	Kegiatan	Paraf petugas
1	4/1/2022	- Persiapan ruangan dan alat kerja. (14.00 wib) - Melakukan pemeriksaan golongan darah, Hb dan IMLTD relawan calon donor. - Penyiapan darah oleh aftaper, digunakan kantong CPDA1 350 ml. - Melakukan homogenisasi dan pengambilan sampel dari kantong darah CPDA1 ke tabung reaksi 3 cc. - Menyimpan kantong darah CPDA1 di blood bank refrigerator 2-6 °C. - Sampel segera dibawa ke laboratorium menggunakan box ice. - Melakukan sentrifugasi sampel dan memisahkan plasma ke cup sampel. - Melakukan pemeriksaan kalium plasma sebelum penyimpanan menggunakan alat easylite. (16.45 wib) - Mencatat hasil pemeriksaan kalium plasma sebelum penyimpanan.	 Tety 
2	4/8/2022	- Persiapan ruangan dan alat kerja. (15.40 wib) - Melakukan homogenisasi dan pengambilan sampel dari kantong darah CPDA1 ke tabung reaksi 3 cc. - Menyimpan kembali kantong darah CPDA1 di blood bank refrigerator 2-6 °C. - Sampel segera dibawa ke laboratorium menggunakan box ice. - Melakukan sentrifugasi sampel dan memisahkan plasma ke cup sampel. - Melakukan pemeriksaan kalium plasma menggunakan alat easylite. (17.09 wib) - Mencatat hasil pemeriksaan kalium plasma hari ke-7.	 Sayu 
3	4/15/2022	- Persiapan ruangan dan alat kerja. (15.30 wib) - Melakukan homogenisasi dan pengambilan sampel dari kantong darah CPDA1 ke tabung reaksi 3 cc. - Menyimpan kembali kantong darah CPDA1 di blood bank refrigerator 2-6 °C. - Sampel segera dibawa ke laboratorium menggunakan box ice. - Melakukan sentrifugasi sampel dan memisahkan plasma ke cup sampel. - Melakukan pemeriksaan kalium plasma menggunakan alat easylite. (16.08 wib) - Mencatat hasil pemeriksaan kalium plasma hari ke-14.	 Hesti 

4	4/22/2022	- Persiapan ruangan dan alat kerja. (15.40 wib) - Melakukan homogenisasi dan pengambilan sampel dari kantong darah CPDA1 ke tabung reaksi 3 cc. - Menyimpan kembali kantong darah CPDA1 di blood bank refrigerator 2-6 °C. - Sampel segera dibawa ke laboratorium menggunakan box ice. - Melakukan sentrifugasi sampel dan memisahkan plasma ke cup sampel. - Melakukan pemeriksaan kalium plasma menggunakan alat easylite. (16.28 wib) - Mencatat hasil pemeriksaan kalium plasma hari ke-21.	<i>Ag</i> <i>Sart</i> <i>fu.</i>
5	4/29/2022	- Persiapan ruangan dan alat kerja. (15.30 wib) - Melakukan homogenisasi dan pengambilan sampel dari kantong darah CPDA1 ke tabung reaksi 3 cc. - Menyimpan kembali kantong darah CPDA1 di blood bank refrigerator 2-6 °C. - Sampel segera dibawa ke laboratorium menggunakan box ice. - Melakukan sentrifugasi sampel dan memisahkan plasma ke cup sampel. - Melakukan pemeriksaan kalium plasma menggunakan alat easylite. (16.41 wib) - Mencatat hasil pemeriksaan kalium plasma hari ke-28.	<i>He</i> <i>Heshi</i> <i>fu</i>
6	5/6/2022	- Persiapan ruangan dan alat kerja. (15.35 wib) - Melakukan homogenisasi dan pengambilan sampel dari kantong darah CPDA1 ke tabung reaksi 3 cc. - Menyimpan kembali kantong darah CPDA1 di blood bank refrigerator 2-6 °C. - Sampel segera dibawa ke laboratorium menggunakan box ice. - Melakukan sentrifugasi sampel dan memisahkan plasma ke cup sampel. - Melakukan pemeriksaan kalium plasma menggunakan alat easylite. (16.44 wib) - Mencatat hasil pemeriksaan kalium plasma hari ke-35.	<i>Hy</i> <i>Hijrah</i> <i>fu.</i>

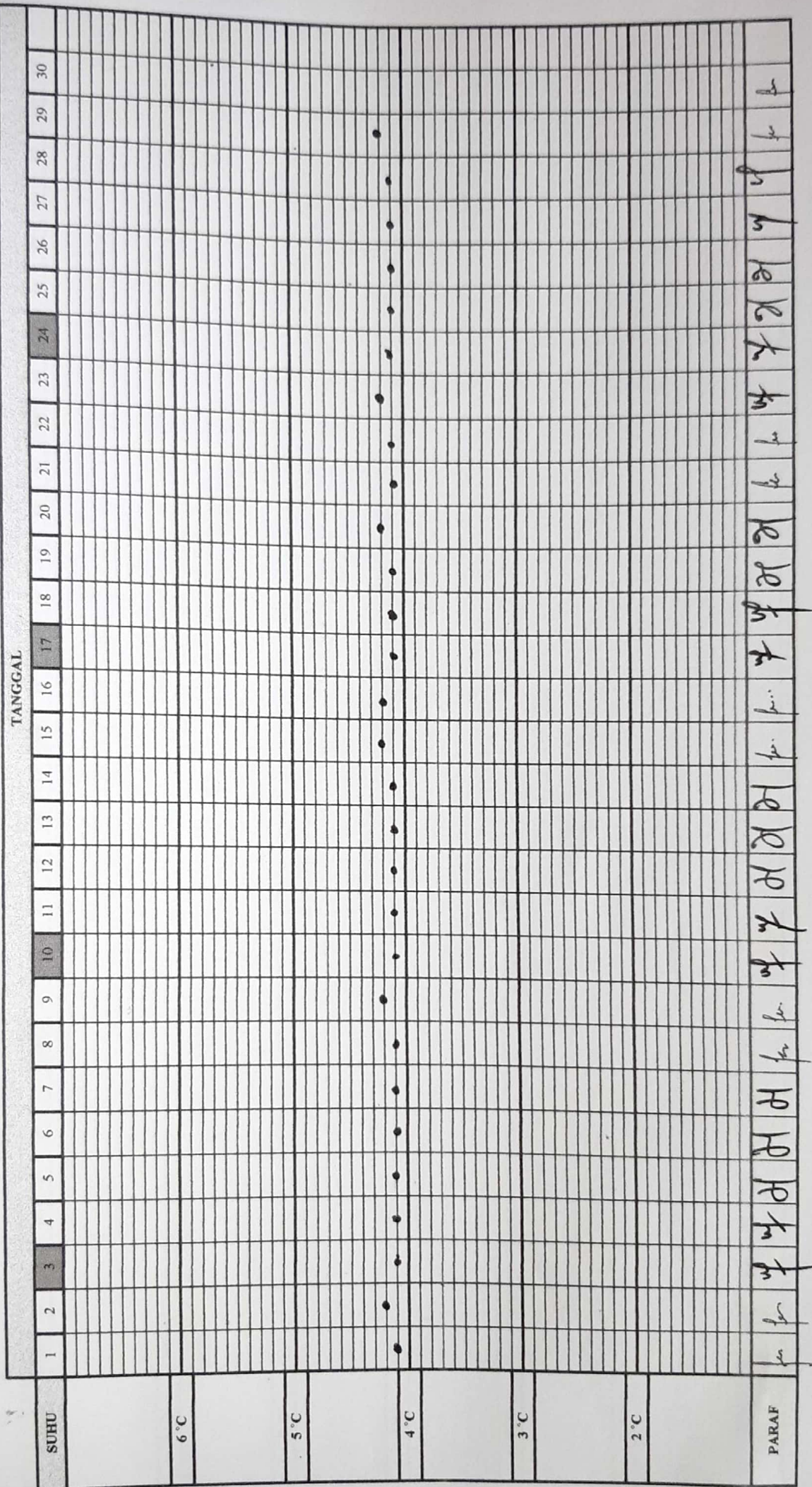
Mengetahui Kepala Ruangan
Laboratorium Klinik RSUD RBC
Kabupaten Mesuji



Erli Septiana, S.Si
NIP.19910905 201503 2 004

GRAFIK SUHU BLOODBANK
 UTD DINAS KESEHATAN KABUPATEN MESUJI

BULAN : APRIL
 TAHUN : 2022

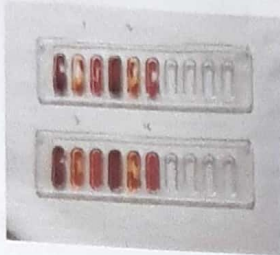
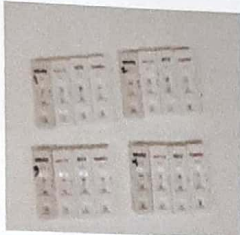


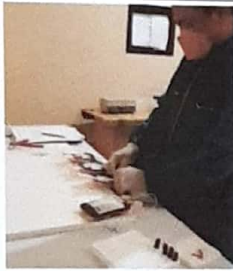
GRAFIK SUHU BLOODBANK
UTD DINAS KESEHATAN KABUPATEN MESUJI

BULAN : MEI
TAHUN : 2022

TANGGAL																																
SUHU	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
6 °C																																
5 °C																																
4 °C	•	•	•	•	•	•	•																									
3 °C																																
2 °C																																
PARAF																																

GAMBAR PERALATAN DAN PROSES PENELITIAN

	
1. Plate px. Goldar ABO/Rh	2. POCT untuk px. Hb
	
3. Rapid Test IMLTD	4. Handsealer
	
5. Hemoscale	6. Electric sealer
	
7. Refrigerator blood bank	8. Display suhu
	
9. Centrifuge	10. Easylite automatic analyzer

11. Proses pengambilan sampel uji	
	
Darah pada selang diserut ke kantong utama	Goyang kantong perlahan agar homogen
	
Pengambilan sampel uji ± 3 cc, ditampung ke tabung reaksi	Sealer bagian ujung selang
	
Rapikan bag sampel	Simpan di referigerator blood bank
	
Posisi bag berdiri	Sampel dibawa dengan coolbox
	
Sampel di centrifuge 3500rpm, 15mnt	Plasma di periksa kadar Kaliumnya

HASIL PEMERIKSAAN KADAR KALIUM PLASMA
SELAMA MASA PENYIMPANAN

Tanggal Pemeriksaan	Hari ke-	Kadar Kalium Plasma (mmol/L)			
		bag 1	bag 2	bag 3	bag 4
4/01/2022	0	2.24	2.01	2.15	1.71
4/08/2022	7	9.22	12.21	18.24	10.65
4/15/2022	14	16.11	15.35	20.37	11.74
4/22/2022	21	16.80	18.37	25.91	17.90
4/29/2022	28	17.65	19.08	28.68	18.84
5/06/2022	35	18.66	19.44	29.95	21.00

Brabasan, 9 Mei 2022

Mengetahui Kepala Ruangan
Laboratorium Klinik RSUD RBC
Kabupaten Mesuji



Erin Septiana, S.Si
NIP.19910905 201503 2 004

HASIL UJI STATISTIK

Descriptives				
Lama Penyimpanan			Statistic	Std. Error
Kadar Kalium	0 hari	Mean	2.0275	0.11593
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	1.6586
			Upper Bound	2.3964
		5% Trimmed Mean	2.0333	
		Median	2.0800	
		Variance	0.054	
		Std. Deviation	0.23186	
		Minimum	1.71	
		Maximum	2.24	
		Range	0.53	
		Interquartile Range	0.43	
		Skewness	-1.101	1.014
		Kurtosis	0.833	2.619
	7 hari	Mean	12.5800	1.98299
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	6.2692
			Upper Bound	18.8908
		5% Trimmed Mean	12.4522	
		Median	11.4300	
		Variance	15.729	
		Std. Deviation	3.96598	
		Minimum	9.22	
		Maximum	18.24	
		Range	9.02	
		Interquartile Range	7.16	
		Skewness	1.455	1.014
		Kurtosis	2.232	2.619
	14 hari	Mean	15.8925	1.77090
		95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	10.2567
			Upper Bound	21.5283
		5% Trimmed Mean	15.8744	
		Median	15.7300	
		Variance	12.544	
		Std. Deviation	3.54179	
		Minimum	11.74	
		Maximum	20.37	
		Range	8.63	
		Interquartile Range	6.66	
		Skewness	0.270	1.014
		Kurtosis	1.314	2.619

21 hari	Mean		19.7450	2.08116
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	13.1218	
		Upper Bound	26.3682	
	5% Trimmed Mean		19.5661	
	Median		18.1350	
	Variance		17.325	
	Std. Deviation		4.16233	
	Minimum		16.80	
	Maximum		25.91	
	Range		9.11	
	Interquartile Range		6.95	
	Skewness		1.848	1.014
	Kurtosis		3.546	2.619
28 hari	Mean		21.0625	2.55834
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	12.9207	
		Upper Bound	29.2043	
	5% Trimmed Mean		20.8289	
	Median		18.9600	
	Variance		26.180	
	Std. Deviation		5.11668	
	Minimum		17.65	
	Maximum		28.68	
	Range		11.03	
	Interquartile Range		8.33	
	Skewness		1.909	1.014
	Kurtosis		3.728	2.619
35 hari	Mean		22.2625	2.60826
	95% Confidence Interval for Mean	Lower Bound	13.9619	
		Upper Bound	30.5631	
	5% Trimmed Mean		22.0356	
	Median		20.2200	
	Variance		27.212	
	Std. Deviation		5.21651	
	Minimum		18.66	
	Maximum		29.95	
	Range		11.29	
	Interquartile Range		8.86	
	Skewness		1.799	1.014
	Kurtosis		3.277	2.619

Tests of Normality

	Lama Penyimpanan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kadar Kalium	0 hari	.220	4	.	.931	4	.602
	7 hari	.287	4	.	.884	4	.356
	14 hari	.226	4	.	.975	4	.872
	21 hari	.379	4	.	.773	4	.062
	28 hari	.401	4	.	.739	4	.061
	35 hari	.346	4	.	.788	4	.082

a. Lilliefors Significance Correction

Test of Homogeneity of Variances

Kadar Kalium

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.515	5	18	.235

ANOVA

Kadar Kalium

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1139.310	5	227.862	13.804	.000
Within Groups	297.133	18	16.507		
Total	1436.443	23			

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Kadar Kalium

LSD

(I) Lama Penyimpanan	(J) Lama Penyimpanan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0 hari	7 hari	-10.55250*	2.87293	.002	-16.5883	-4.5167
	14 hari	-13.86500*	2.87293	.000	-19.9008	-7.8292
	21 hari	-17.71750*	2.87293	.000	-23.7533	-11.6817
	28 hari	-19.03500*	2.87293	.000	-25.0708	-12.9992
	35 hari	-20.23500*	2.87293	.000	-26.2708	-14.1992
7 hari	0 hari	10.55250*	2.87293	.002	4.5167	16.5883
	14 hari	-3.31250	2.87293	.264	-9.3483	2.7233
	21 hari	-7.16500*	2.87293	.023	-13.2008	-1.1292
	28 hari	-8.48250*	2.87293	.009	-14.5183	-2.4467
	35 hari	-9.68250*	2.87293	.003	-15.7183	-3.6467
14 hari	0 hari	13.86500*	2.87293	.000	7.8292	19.9008
	7 hari	3.31250	2.87293	.264	-2.7233	9.3483
	21 hari	-3.85250	2.87293	.197	-9.8883	2.1833
	28 hari	-5.17000	2.87293	.089	-11.2058	.8658
	35 hari	-6.37000*	2.87293	.040	-12.4058	-.3342
21 hari	0 hari	17.71750*	2.87293	.000	11.6817	23.7533
	7 hari	7.16500*	2.87293	.023	1.1292	13.2008
	14 hari	3.85250	2.87293	.197	-2.1833	9.8883
	28 hari	-1.31750	2.87293	.652	-7.3533	4.7183
	35 hari	-2.51750	2.87293	.392	-8.5533	3.5183
28 hari	0 hari	19.03500*	2.87293	.000	12.9992	25.0708
	7 hari	8.48250*	2.87293	.009	2.4467	14.5183
	14 hari	5.17000	2.87293	.089	-.8658	11.2058
	21 hari	1.31750	2.87293	.652	-4.7183	7.3533
	35 hari	-1.20000	2.87293	.681	-7.2358	4.8358
35 hari	0 hari	20.23500*	2.87293	.000	14.1992	26.2708
	7 hari	9.68250*	2.87293	.003	3.6467	15.7183
	14 hari	6.37000*	2.87293	.040	.3342	12.4058
	21 hari	2.51750	2.87293	.392	-3.5183	8.5533
	28 hari	1.20000	2.87293	.681	-4.8358	7.2358

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

KARTU BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Ferdi Sarwoko
 Nim : 2113353116
 Judul : Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kadar Kalium Plasma Pada Whole Blood Di UTD Dinas Kesehatan Mesuji

Pembimbing utama : Filia Yuniza, SST., M.Biomed

No	Hari/Tgl	Kegiatan	Keterangan	Paraf
1	Selasa, 28/01/2021	Konsultasi BAB I, II, III	Perbaikan	
2	Kamis, 06/01/2022	Bimbingan BAB I, II, III	Perbaikan	
3	Kamis, 27/01/2021	Revisi BAB I, II, III	Perbaikan	
4	Kamis, 03/02/2022	Revisi BAB I, II, III	Perbaikan	
5	Senin, 07/02/2022	Revisi BAB I, II, III	Perbaikan	
6	Kamis, 10/02/2022	Revisi BAB I, II, III	Perbaikan	
7	Jumat, 18/02/2022	Revisi BAB I, II, III	Perbaikan	
8	Senin, 21/02/2022	Revisi BAB I, II, III	Perbaikan	
			<i>ACC Sempro</i>	
9	Kamis, 02/06/2022	Laporan hasil penelitian	Lanjut olah data	
10	Senin, 13/06/2022	Konsultasi BAB IV, V	Perbaikan	
11	Senin, 27/06/2022	Bimbingan BAB IV, V	Perbaikan	
12	Jumat, 01/07/2022	Revisi BAB IV, V	Perbaikan	
13	Selasa, 05/07/2022	Revisi BAB IV, V	Perbaikan	
14	Rabu, 06/07/2022	Revisi BAB IV, V	Perbaikan	
15	Kamis, 07/07/2022	Revisi BAB IV, V	Perbaikan	
16	Jumat, 08/07/2022	Revisi BAB IV, V	Perbaikan	
			<i>ACC Semhas</i>	
17	Rabu, 20/07/2022	Revisi penulisan	Perbaikan	
			<i>ACC Cetak skripsi</i>	

Ketua Program Studi TLM
 Program Sarjana Terapan

Sri Ujiani, S. Pd., M. Biomed
 NIP. 19730103 199603 2 001

KARTU BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : Ferdi Sarwoko
Nim : 2113353116
Judul : Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap
Kadar Kalium Plasma Pada Whole Blood
Di UTD Dinas Kesehatan Mesuji
Pembimbing pendamping : dr. Aditya, M.Biomed

No	Hari/Tgl	Kegiatan	Keterangan	Paraf
1	Jumat, 07/01/2022	Konsultasi BAB I, II, III	Perbaikan	A
2	Kamis, 27/01/2021	Bimbingan BAB I, II, III	Perbaikan	A
3	Kamis, 03/02/2022	Revisi BAB I, II, III	Perbaikan	A
4	Senin, 07/02/2022	Revisi BAB I, II, III	Perbaikan	A
5	Kamis, 10/02/2022	Revisi BAB I, II, III	Perbaikan	A
6	Jumat, 18/02/2022	Revisi BAB I, II, III	Perbaikan	A
7	Senin, 21/02/2022	Revisi BAB I, II, III	Perbaikan	A
			ACC Sempro	A
8	Kamis, 02/06/2022	Laporan hasil penelitian	Lanjut olah data	A
9	Senin, 13/06/2022	Konsultasi BAB IV, V	Perbaikan	A
10	Senin, 27/06/2022	Revisi BAB IV, V	Perbaikan	A
11	Sabtu, 02/07/2022	Revisi BAB IV, V	Perbaikan	A
12	Selasa, 05/07/2022	Revisi BAB IV, V	Perbaikan	A
13	Jumat, 08/07/2022	Revisi BAB IV, V	Perbaikan	A
			ACC Semhas	A
14	Rabu, 20/07/2022	Revisi penulisan	Perbaikan	A
			ACC Cetak skripsi	A

Ketua Program Studi TLM
Program Sarjana Terapan



Sri Ujiani, S. Pd., M. Biomed
NIP. 19730103 199603 2 001

Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Kadar Kalium Plasma Pada *Whole Blood* di UTD Dinas Kesehatan Mesuji

Ferdi Sarwoko¹, Filia Yuniza², Aditya³

²Program Studi D IV Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Tanjungkarang

Abstract

Blood transfusion is giving blood or blood components from a healthy donor to a recipient in need. The blood to be transfused will be stored for a certain period in the anticoagulant CPDA-1. During storage, changes in blood components may occur. These changes can cause post-transfusion reactions, such as hyperkalemia which are dangerous for the recipient. This study aims to determine the effect of storage on plasma potassium levels in whole blood. This study was observational with a cross-sectional analytic design. The population was all bags of whole blood obtained from healthy donors and stored at a temperature of 2-6°C at the UTD Mesuji Health Office. The sample was 4 bags of whole blood. Data were processed by univariate and bivariate analysis using the One-way Anova test. The results showed that the average potassium level before storage was 2.03 ± 0.23 mmol/L. At the end of the 35th day of storage, the average potassium level increased almost 11 times from the initial average potassium level to 22.26 ± 5.22 mmol/L. The One Way Anova test shows a significant difference in potassium levels during storage. The further tests using the Least Significant Difference (LSD) test showed that the average potassium level stored for 7-35 days was significantly higher than the initial average potassium level ($p < 0.05$). Conclusion: Storage of whole blood for 7 days or more significantly increases potassium levels.

Key words: Potassium, Storage Lession, Whole Blood.

Abstrak

Transfusi darah adalah pemberian darah atau komponen darah dari donor yang sehat ke resipien yang membutuhkan. Darah yang akan ditransfusikan, disimpan selama jangka waktu tertentu dalam antikoagulan CPDA-1. Selama penyimpanan, dapat terjadi perubahan pada komponen darah. Adanya perubahan ini, dapat menimbulkan reaksi post transfusi, seperti hiperkalemia yang berbahaya bagi resipien. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama penyimpanan terhadap kadar kalium plasma pada *whole blood*. Jenis penelitian ini adalah observasional, dengan desain penelitian analitik *cross sectional*. Populasi dalam penelitian ini adalah semua kantong *whole blood* yang diperoleh dari pendonor sehat dan disimpan pada suhu 2-6°C di UTD Dinas Kesehatan Mesuji. Sampel dalam penelitian ini adalah 4 kantong *whole blood*. Data hasil penelitian diolah dengan analisis univariat dan bivariat menggunakan uji *One way Anova*. Hasil penelitian menunjukkan rerata kadar kalium sebelum penyimpanan sebesar $2,03 \pm 0,23$ mmol/L. Rerata kadar kalium pada akhir penyimpanan hari ke-35, meningkat hampir 11x lipat dari rerata kadar kalium awal, menjadi $22,26 \pm 5,22$ mmol/L. Hasil uji *One Way Anova* menunjukkan ada perbedaan kadar kalium yang signifikan selama penyimpanan. Hasil uji lanjut menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) menunjukkan rerata kadar kalium yang disimpan selama 7-35 hari, lebih tinggi secara signifikan bila dibandingkan dengan rerata kadar kalium awal ($p < 0,05$). Simpulan: Penyimpanan *whole blood* selama 7 hari atau lebih, meningkatkan kadar kalium secara signifikan.

Kata kunci: Kalium, Lesi Penyimpanan, *Whole Blood*.

Korespondensi: Maria Tuntun S, S.Pd., M.Biomed., Prodi DIV Teknologi Laboratorium Medis, PoltekkesKesehatan Kemenkes Tanjungkarang, Jalan Soekarno-Hatta No. 1 Hajimena Bandarlampung, *mobile* 085279583168, e-mail mariatuntun@poltekkes-tjk.ac.id

PENDAHULUAN

Transfusi darah saat ini telah menjadi salah satu komponen penting dalam pengobatan pasien pada kondisi tertentu. Tranfusi darah biasanya digunakan untuk meningkatkan kapasitas pengangkutan oksigen dan menyediakan hemostasis yang memadai (Harmening 2019). Setiap tahun, Indonesia diperkirakan membutuhkan 5,1 juta kantong darah untuk ditransfusikan. Angka ini berasal dari standar minimal kebutuhan darah yang ditetapkan oleh Organisasi Kesehatan Dunia (*World Health Organization*), yaitu sebesar 2% dari jumlah penduduk (Pusdatin Kemenkes RI, 2018).

Pelayanan darah di Indonesia dilakukan oleh Unit Transfusi Darah (UTD) dan Palang Merah Indonesia (PMI). Unit Tranfusi Darah merupakan fasilitas kesehatan yang memberikan pelayanan darah, mulai dari penyadapan darah, penyimpanan, *crossmatch*, dan pendistribusian darah. Pada tahun 2020, terdapat 460 UTD yang diselenggarakan oleh pemerintah pusat dan pemerintah daerah. Di Provinsi Lampung, terdapat 11 UTD yang tersebar di seluruh Kabupaten dan Kotamadya, termasuk Kabupaten Mesuji (Kemenkes RI 2021). Unit transfusi darah Dinas Kesehatan Mesuji termasuk kategori UTD Pratama dengan izin operasional No. 440/01/UTD/IV.14/MSJ/2020. Unit transfusi ini dapat melayani transfusi dua produk darah, yaitu *Whole Blood (WB)* dan *Packed Red Cell (PRC)*.

Darah merupakan produk terapeutik yang harus terpelihara dengan baik, sesuai dengan standar manajemen mutu yang telah ditetapkan. Hal ini bertujuan untuk menjamin mutu dan keamanannya, serta meminimalkan potensi kontaminasi bakteri (Kemenkes RI 2015). Darah biasanya disimpan dalam kantong darah yang berisi antikoagulan *Citrate Phosphate Dextrose Adenine-1* (CPDA-1), yang tersedia dalam ukuran 350mL dan 450mL (Mukherjee 2016).

Darah dengan anti koagulan CPDA-1 pada suhu penyimpanan 2-6 °C, dapat bertahan hingga 35 hari. Lamanya masa penyimpanan tersebut dapat menimbulkan efek pada kualitas darah. Pada darah yang disimpan, akan terjadi serangkaian perubahan biokimia yang dapat mengurangi kelangsungan hidup atau penurunan fungsi sel nya. Selain itu, penyimpanan juga menyebabkan perubahan pada integritas membran eritrosit. Hal ini menyebabkan kebocoran membran sel, sehingga beberapa elektrolit, seperti kalium, dapat keluar dari sel eritrosit. Akibatnya, terjadi peningkatan kadar kalium dalam plasma (Andriyani, Btari, and Sepvianti 2018).

Beberapa penelitian terdahulu telah membuktikan hal ini. Penelitian di bank darah RSUP Dr. M. Djamil Padang, menunjukkan bahwa kadar kalium pada PRC yang disimpan selama lebih dari 14 hari, lebih tinggi secara signifikan bila dibandingkan dengan kadar kalium pada PRC yang

disimpan kurang dari 14 hari (Asryani, Yaswir, and Rofinda 2018). Penelitian lain menunjukkan bahwa kadar kalium pada darah CPDA1 yang disimpan pada suhu 2-6 °C, mengalami peningkatan secara progresif dari waktu ke waktu selama 35 hari penyimpanan (Marabi, Musyoki, and Amayo 2021). Penelitian lain di RSUD Dr. Moewardi Surakarta tentang pengaruh tranfusi sel darah merah pada pasien thalassemia mayor menemukan bahwa kadar kalium setelah transfusi mengalami peningkatan sebesar 2,6% (Larasati and Riza 2020).

Tranfusi memiliki beberapa dampak negatif dan berpotensi menimbulkan efek samping yang tidak menguntungkan bagi *resipien*. Salah satunya adalah hiperkalemia. Hiperkalemia merupakan komplikasi yang seringkali terjadi pada tranfusi darah simpan. Tranfusi dengan hiperkalemi dapat menyebabkan henti jantung pada resipien (Asryani, Yaswir, and Rofinda 2018). Hiperkalemia sering terjadi pada pasien dengan penyakit kardiovaskular, seperti *heart failure*, hipertensi, dan penyakit arteri koroner, khususnya bila dikombinasikan dengan gangguan fungsi ginjal, diabetes, dan usia lanjut. Hiperkalemia bertanggung jawab atas aritmia jantung yang menyebabkan henti jantung dan kematian, dengan tingkat kematian yang dihasilkan hingga 30% (Rosano et al. 2018).

Saat ini, kebutuhan kantong darah per hari di UTD Dinas Kesehatan Mesuji masih tergolong rendah, yaitu <10 kantong/hari. Meskipun demikian, permintaan pelayanan darah, baik *whole blood* maupun komponen darah PRC, masih tetap ada. Pada beberapa kasus kegawatdaruratan medis dengan perdarahan aktif, seperti kecelakaan lalu lintas (laka lintas), korban tindak kriminal dengan senjata tajam, perdarahan pasca persalinan/operasi caesar, dan pasien yang menderita gagal ginjal, tetap membutuhkan transfusi *whole blood* ataupun PRC untuk meningkatkan jumlah sel darah merah dan volume plasma dalam waktu yang bersamaan (Murphy 2017). Kondisi tersebut menyebabkan UTD Dinas Kesehatan Mesuji masih menyiapkan stok *whole blood* maupun PRC untuk semua jenis golongan darah, yang memungkinkan penyimpanan hingga 35 hari. Hingga saat ini, belum ada penelitian tentang kadar kalium plasma pada darah simpan di UTD Dinas Kesehatan Mesuji. Oleh karena itu, peneliti melakukan penelitian tentang pengaruh lama penyimpanan terhadap kadar kalium plasma pada *whole blood* di UTD Dinas Kesehatan Mesuji.

METODE

Bidang kajian penelitian ini adalah Imunohematologi. Jenis penelitian ini adalah observasional dengan desain penelitian analitik cross sectional. Variabel bebas penelitian ini adalah lama penyimpanan. Variable terikat penelitian ini adalah kadar kalium *whole blood*.

Bidang kajian penelitian ini adalah imunohematologi. Jenis penelitian ini adalah observasional dengan desain penelitian analitik cross sectional. Variabel bebas penelitian ini adalah lama penyimpanan. Variable terikat penelitian ini adalah kadar kalium whole blood. Populasi dalam penelitian ini adalah semua kantong whole blood yang diperoleh dari pendonor sehat dan disimpan pada suhu 2-6°C di UTD Dinas Kesehatan Mesuji. Sampel yang digunakan adalah empat kantong whole blood. Darah akan diambil dari pendonor dengan kantong CPDA-1 volume 350cc, kemudian disimpan pada refrigerator suhu 2-6 °C. Kadar kalium plasma akan diukur sebanyak 6 kali, yaitu pada awal hari ke-0 sebelum penyimpanan dan pada penyimpanan hari ke-7,14,21,28, dan 35. Pemeriksaan kadar kalium menggunakan alat Easy Lyte Automatic Analyzer metode Ion Selective Electrode/ISE. Adapun waktu pelaksanaannya akan dilakukan pada bulan April-Mei 2022.

HASIL PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada empat buah kantong darah *whole blood* (WB) dengan antikoagulan CPDA1 golongan darah B/Rh+, yang berasal dari UTD Dinas Kesehatan Mesuji selama bulan April-Mei 2022. Setiap kantong diperiksa kadar kaliumnya pada saat awal sebelum penyimpanan dan setiap minggu selama 35 hari.

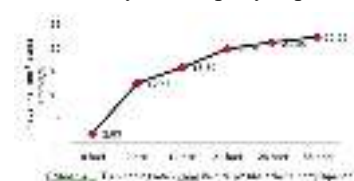
Berdasarkan data hasil penelitian dapat diketahui rerata kadar kalium awal sebelum penyimpanan yaitu $2,03 \pm 0,23$ mmol/L. Sedangkan pada akhir penyimpanan hari ke-35, rerata kadar kalium menunjukkan peningkatan hampir 11x lipat dari rerata kadar kalium awal, menjadi $22,26 \pm 5,22$ mmol/L.

Tabel 4.1. Rerata Kadar Kalium Plasma Selama Masa Penyimpanan

Lama Penyimpanan	N	Kadar Kalium (mmol/L)		
		Mula	80	% Δ ^a
Awal	4	2,03	0,23	
7 hari	4	12,32	2,97	518,70%
14 hari	4	15,30	3,54	602,94%
21 hari	4	18,74	4,16	872,41%
28 hari	4	20,36	4,12	907,40%
35 hari	4	22,26	5,22	952,50%

Kata: ^a % peningkatan p/p; ^b standar deviasi standar deviasi awal.

Berdasarkan data penelitian yang diperoleh, rerata kadar kalium selama penyimpanan memiliki kecenderungan untuk terus meningkat seiring dengan bertambahnya lama penyimpanan.



Hasil uji *One Way Anova* menunjukkan ada perbedaan rerata kadar kalium plasma yang signifikan, paling tidak diantara dua kelompok perlakuan ($p < 0,05$).

Tabel 4.2. Hasil Uji One Way Anova Rerata Kadar Kalium Plasma

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	118,210	2	59,105	1138,4	,000
Within Groups	201,183	18	11,177		
Total	319,393	20			

Hasil uji tersebut kemudian dilanjutkan menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Hasil uji BNT menunjukkan rerata kadar kalium yang disimpan selama 7-35 hari, lebih tinggi secara signifikan bila dibandingkan dengan rerata kadar kalium awal ($p < 0,05$). Kadar kalium mulai mengalami peningkatan yang signifikan pada hari ke 0-7 ($p < 0,05$), dan setelah hari ke 7 kadar kalium tidak lagi mengalami peningkatan yang signifikan ($p > 0,05$).

PEMBAHASAN

Pada *whole blood* yang disimpan, sel eritrosit akan mengalami berbagai perubahan biokimia, sehingga dapat mempengaruhi kualitas darah yang akan ditransfusikan. Salah satu perubahan yang terjadi adalah adanya peningkatan kadar kalium ekstraseluler selama penyimpanan. Hasil penelitian ini membuktikan hal tersebut. Pada penelitian ini, dapat diketahui kadar kalium plasma mengalami peningkatan terus-menerus selama 35 hari penyimpanan (Gambar 4.1). Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Zetallini et al. (2019) yang menyatakan bahwa kadar kalium pada *whole blood* mengalami peningkatan selama 20 hari penyimpanan. Penelitian yang dilakukan oleh Asryani et al. (2018) juga menemukan bahwa lama penyimpanan dapat meningkatkan kadar kalium secara signifikan pada PRC. Hasil senada juga dapat ditemukan penelitian yang dilakukan di negara lain, seperti India (Verma et al. 2015), Nigeria (Adias et al. 2012) dan Kenya (Marabi et al. 2020).

Peningkatan kadar kalium selama penyimpanan, dapat disebabkan paling tidak oleh dua faktor. Pertama, akibat adanya gangguan pada aktivitas pompa $\text{Na}^+/\text{K}^+/\text{ATPase}$. Aktivitas pompa $\text{Na}^+/\text{K}^+/\text{ATPase}$ sangat dipengaruhi oleh suhu, pH dan kadar ATP dalam sel. Adanya penurunan suhu, pH dan kadar ATP yang terjadi selama penyimpanan, akan mereduksi kemampuan pompa dalam mengatur pertukaran elektrolit pada membran sel. Hal ini mengakibatkan kalium berdifusi keluar dari dalam sel dan natrium akan masuk ke dalam sel (Wilson et al. 2017).

Akibatnya, terjadi penumpukan kalium ekstraseluler di dalam kantong darah, yang jumlahnya akan semakin meningkat seiring dengan lamanya penyimpanan. Kedua, akibat adanya kerusakan pada membran sel eritrosit yang terjadi selama penyimpanan. Kerusakan ini akan menurunkan kemampuan permeabilitas membran sel, akibatnya kalium yang ada dalam sitoplasma dapat berdifusi keluar dari sel. Kerusakan membran sel eritrosit dapat terjadi akibat adanya penurunan pH, aktivitas glikolitik dan ATP selama penyimpanan (Kuzhali et al. 2018). Selama penyimpanan, pH dalam kantong darah akan mengalami penurunan akibat adanya penumpukan asam laktat. Asam laktat dihasilkan dari proses glikolisis secara anaerob pada sel eritrosit. Semakin lama kantong darah disimpan, asam laktat yang dihasilkan akan semakin banyak, sehingga pH akan semakin rendah (Oyet et al. 2018). Glikolisis merupakan jalur sumber energi utama pada sel eritrosit. Pada penyimpanan dengan suhu rendah, metabolisme glikolisis di dalam eritrosit akan menurun. Glikolisis di dalam eritrosit bahkan dapat mengalami penurunan hingga 3 kali lipat tiap penurunan suhu penyimpanan sebesar 10° C (Hess and Beyer, 2007). Selain penurunan glikolisis dan pH, pada darah yang disimpan juga terjadi perubahan metabolisme sel menjadi anaerob yang berdampak pada terganggunya produksi ATP dan berdampak pada penurunan kadar ATP dalam sel. Semakin lama darah disimpan, ATP yang dihasilkan akan semakin berkurang. Akibatnya membran sel akan kehilangan lipidnya dan menjadi kaku, sehingga permeabilitasnya berkurang (Arviananta, Syuhada, and Aditya 2020). Selain ketiga hal di atas, kerusakan pada membran sel eritrosit juga dapat disebabkan oleh radiasi sinar gamma yang digunakan untuk mensterilisasi kantong darah. Radiasi sinar gamma diketahui merusak integritas membran sel (Hess et al. 2009).

Pada penelitian ini, didapati adanya peningkatan rerata kadar kalium plasma hingga mencapai 12,58 mmol/L pada 7 hari pertama penyimpanan dan terus berlanjut sampai hari ke 35 (Tabel 4.1). Angka ini lebih tinggi bila dibandingkan dengan kadar kalium normal dalam plasma, yaitu 3,5 – 5,0 mmol/L (Pokneangge et al. 2015; Palmer et al., 2021). Hasil ini serupa dengan penelitian Marabi et al. (2020), yang juga menemukan adanya peningkatan kadar kalium yang signifikan pada 7 hari pertama penyimpanan. Hasil ini menandakan bahwa transfusi menggunakan whole blood yang telah berumur lebih dari 7 hari, dapat berbahaya bagi pasien-pasien tertentu, akibat tingginya kadar kalium didalamnya. Meskipun hingga saat ini belum ada referensi batasan kadar kalium yang aman pada whole blood untuk ditransfusikan, namun transfusi menggunakan darah dengan kadar kalium yang tinggi secara-

langsung dapat menyebabkan aritmia (Hess and Beyer, 2007). Selain itu, pada pasien-pasien dengan gagal ginjal, adanya variasi kadar kalium pada darah yang ditransfusikan, dapat berakibat fatal bagi resipiennya (Marabi et al. 2020).

Pada penelitian ini, juga ditemukan bahwa kadar kalium pada whole blood memiliki kecenderungan untuk terus meningkat seiring dengan bertambahnya lama penyimpanan (Gambar 4.1). Hal ini disebabkan karena semakin lama penyimpanan, asam laktat yang dihasilkan dari proses glikolisis secara anaerob akan semakin meningkat dan terakumulasi, sehingga pH akan semakin turun. Selain pH, kadar ATP juga akan semakin turun karena digunakan untuk metabolisme sel serta terganggu produksinya, seiring dengan bertambahnya waktu penyimpanan. Akibatnya, aktivitas pompa Na⁺/K⁺ATPase akan semakin terganggu dan semakin banyak sel eritrosit yang mengalami kerusakan pada permeabilitas membrannya. Kondisi ini menyebabkan kalium akan semakin banyak ditemukan dalam plasma (Asryani, Yaswir, and Rofinda 2018).

Mengingat bahaya yang dapat ditimbulkan akibat hiperkalemia pada whole blood yang telah disimpan lama, ada beberapa upaya pencegahan yang dapat dilakukan, diantaranya adalah mencuci sel darah merah sebelum ditransfusikan dan menambahkan insulin pada darah yang akan disimpan untuk mendistribusi ulang kalium ekstraseluler (Kuzhali et al. 2018).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Rerata kadar kalium whole blood pada hari ke-0 adalah $2,03 \pm 0,23$ mmol/L.
2. Rerata kadar kalium whole blood pada hari ke 7, 14, 21, 28 dan 35 secara berurutan adalah $12,58 \pm 3,96$; $15,89 \pm 3,54$; $19,75 \pm 4,16$; $21,06 \pm 5,12$ dan $22,26 \pm 5,21$ mmol/L.
3. Terdapat pengaruh antara lama penyimpanan terhadap kadar kalium plasma pada whole blood. Semakin lama waktu penyimpanan maka kadar kalium plasma pada whole blood juga akan semakin tinggi.

SARAN

Penggunaan *Whole Blood* >7 hari penyimpanan tidak direkomendasikan untuk pasien dengan kondisi klinis tertentu seperti pada penderita gagal ginjal, penyakit jantung, diabetes, dan tranfusi darah masif baik pada anak maupun orang dewasa.

DAFTAR PUSTAKA

- Adetola, Amballi Adebayo et al. 2020. "Assessment Of Biochemical And Haematological Changes That Occur In Blood Stored With Cpda-1 As An Anticoagulant In A Tertiary Hospital In Nigeria." 19(December): 13–22.
- Adias, Teddy Charles et al. 2012. "Storage Related haematological and Biochemical Changes of CPDA-1 Whole Blood in a Resource Limited Setting." *Journal of Blood Disorders & Transfusion* 3(3): 1–4.
- Andriyani, Yuni, Serafica Btari, and Wiwit Sepvianti. 2018. "Gambaran Jumlah Eritrosit Pada Whole Blood Selama 30 Hari Penyimpanan Di Pmi Kabupaten Sleman Yogyakarta." d: 463–67.
- Almushary, May, Eman Al Mussaed, and Maria Arab-Din. 2019. "Biochemical Profile Changes in Stored Donor Blood for Transfusion." *Pakistan Journal of Medical Sciences* 35(6): 1697–1700.
- Arviananta, Rizki, Syuhada, and Aditya. 2020. "Perbedaan Jumlah Eritrosit Antara Darah Segar Dan Darah Simpan." *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada* 12(2): 686–94.
- Asryani, Tuti, Rismawati Yaswir, and Zelly Dia Rofinda. 2018. "Perbandingan Kadar Kalium Packed Red Cell Berdasarkan Lama Penyimpanan Di Bank Darah RSUP Dr. M. Djamil Padang." *Jurnal Kesehatan Andalas* 7: 10.
- Blaney, Kathy D, and Paula R Howard. 2016. *Basic Concepts of Blood Banking and Transfusion Practices*. Elsevier Health Sciences.
- Booth, Catherine, and Shubha Allard. 2017. "Blood Transfusion." *Medicine (United Kingdom)* 45(4): 244–50.
- Cap, Andrew P. et al. 2018. "Whole Blood Transfusion." *Military Medicine* 183(1): 44–51.
- Cruciani, Mario et al. 2021. "The Use of Whole Blood in Traumatic Bleeding: A Systematic Review." *Internal and Emergency Medicine* 16(1): 209–20.
- Hagen, Kristin Gjerde et al. 2021. "A Whole Blood Based Resuscitation Strategy in Civilian Medical Services: Experience from a Norwegian Hospital in the Period 2017–2020." *Transfusion* 61(S1): S22–31.
- Hardwick, Jonathan. 2020. "Blood Storage and Transportation." *ISBT Science Series* 15(S1): 232–54.
- Harmening, Denise M. 2019. *Modern Blood Banking and Transfusion Practices Seventh Edition*. 7th ed. ed. Harmening Denise. USA: F. A. Davis Company.
- Hess, John R, and Beyer, Ginine M. 2007. "Red Blood Cell Metabolism During Storage: Basic Principles and Practical Aspects." in: *Blood Banking and Transfusion Medicine*. pp. 205–11.
- Hess, John R et al. 2009. "Red Blood Cell Hemolysis During Blood Bank Storage: Using National Quality Management Data to Answer Basic Scientific Question". *Transfusion* 49(12): 2599–603.
- Irawaty, Irawaty, Rachmawati AM, and Mansyur Arif. 2018. "Characteristics Of Crossmatch Types In Compatibility Testing On Diagnosis And Blood Types Using Gel Method (Ciri Inkompabilitas Uji Cocok Serasi Metode Gel Terhadap Diagnosis Dan Golongan Darah)." *Indonesian Journal of Clinical Pathology and Medical Laboratory* 23(1): 36.
- Jackson, Bryon, Colin Murphy, and Magali J. Fontaine. 2020. "Current State of Whole Blood Transfusion for Civilian Trauma Resuscitation." *Transfusion* 60(S3): S45–52.
- Kemenkes RI. 2015. "Permenkes RI No. 91 Tahun 2015." : 275.
- Keohane, Elaine M., Catherine N. Otto, and Jeanine M. Walenga. 2019. "Rodak's Hematology, 6 Ed" ed. Elaine M Keohane. *Journal of Petrology* 369(1): 425–29.
- Kuzhali, Anbuselvi Mattuvar et al. 2018. "Serial Change of Storage Induced Changes in Electrolyte, pH, Glucose and Cell Counts of CPDA-1 Stored Whole Blood." *National Journal of Physiology* 6(1): 8–16.

- Larasati, Sacharissa Ardelia, and Muhammad Riza. 2020. "Pengaruh Transfusi Sel Darah Merah Terhadap Perubahan Kadar Kalium Pada Pasien Thalassemia Mayor." *Sari Pediatri* 21(4): 241.
- Marabi, Phidelis M., Stanslaus Musyoki, and Angela Amayo. 2021. "Biochemical Changes in Whole Blood Stored for Transfusion at Bungoma County Referral Hospital, Kenya." *African Journal of Laboratory Medicine* 9(1):1–5.
- McCullough, Jeffrey. 2021. *Transfusion Medicine FIFTH EDITION*. FIFTH EDIT. ed. Jeffrey McCullough. John Wiley & Sons Ltd.
- Mukherjee, Bibekananda. 2016. *Technical Manual of Blood Components Preparation*.
- Murphy, Michael F. 2017. *Practical Transfusion Medicine Practical Transfusion Medicine. fifth edit.* ed. Michael F. Murphy. USA: John Wiley & Sons Ltd All.
- Namjoshi, Abha, Geeta M Bhatia, Aparna S Chaudhari, and Sangeeta Trimbake. 2021. "Effect of Blood Storage on Electrolyte Levels." *International Journal of Research in Medical Sciences* 9(2): 438.
- Oyet, Caesar, Benson Okongo, Richard Apecu Onyuthi, and Enoch Muwanguzi. 2018. "Biochemical Changes in Stored Donor Units: Implications on the Efficacy of Blood Transfusion." *Journal of Blood Medicine* 9: 111–15.
- Palmer, Biff F. et al. 2021. "Clinical Management of Hyperkalemia." *Mayo Clinic Proceedings* 96(3): 744–62.
- Pokneangge, Ronald J, Tiho, Murniati, and Mewo, Yanti M. 2015. "Perbandingan Kadar Kalium Darah Sebelum dan Sesudah Aktivitas Fisik Intensitas Berat." *Jurnal e-Biomedik* 3(3): 845–9.
- Pusdatin Kemenkes RI. 2018. "Infodatin Pelayanan Darah Di Indonesia." : 156.
- Rao, Gundu HR. 2006. "Handbook of Blood Banking and Transfusion Medicine" ed. Gundu HR Rao. : 366.
- Rosano, Giuseppe M.C. et al. 2018. "Expert Consensus Document on the Management of Hyperkalaemia in Patients with Cardiovascular Disease Treated with Renin Angiotensin Aldosterone System Inhibitors: Coordinated by the Working Group on Cardiovascular Pharmacotherapy of the European Society O." *European Heart Journal - Cardiovascular Pharmacotherapy* 4(3): 180–88.
- Sidhu, Kiran, Rohan Sanjanwala, and Shelley Zieroth. 2020. "Hyperkalemia in Heart Failure." *Current Opinion in Cardiology* 35(2): 150–55.
- Singh, Pawan et al. 2020. "Therapeutic Whole Blood Exchange in the Management of Methaemoglobinemia: Case Series and Systematic Review of Literature." *Transfusion Medicine* 30(3): 231–39.
- Upadya, Ujwal B., H. S. Seema, and Kaviraj Motakapalli. 2018. "Effect of Blood Storage on Biochemical Parameters Assessed at Periodic Intervals in CPDA1 Blood Bags." *Journal of Clinical and Diagnostic Research* 12(10): EC05–7.
- Verma, Monica et al. 2015. "Effect of Blood Storage on Complete Biochemistry." *Journal of Blood Disorders & Transfusion* 6(6): 1–6.
- Weymouth, Wells, Brit Long, Alex Koyfman, and Christopher Winckler. 2019. "Whole Blood in Trauma: A Review for Emergency Clinicians." *Journal of Emergency Medicine* 56(5): 491–98.
- Wilson, C.R. et al. 2017. "Biochemical Evaluation of Storage Lesion in Canine Packed Erythrocytes." *The Journal of Small Animal Practice* 58(12):678–84.
- Zetalini, Fairuz, Miftahul Arifin, and Ida Yuliana. 2019. "Efek Lama Penyimpanan Whole Blood AB+ Terhadap Kadar Kalium Serum di Bank Darah RSUD Ulin Banjarmasin." *Homeostasis* 2(2):12–7.