

TESIS

**PERBEDAAN KADAR *LACTATE DEHYDROGENASE* (LDH),
KADAR KALIUM DAN KADAR *2,3-DIPHOSPHOGLYCERATE*
(2,3-DPG) PADA BERBAGAI WAKTU PENYIMPANAN
PACKED RED CELL (PRC)**



NOVI ERSANTO

NIM 012014153004

PEMBIMBING

Dr. Yetti Hernaningsih, dr., Sp.PK.(K).

Dr. Puspa Wardhani, dr., Sp.PK.(K).

**PROGRAM STUDI ILMU KEDOKTERAN DASAR
JENJANG MAGISTER FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2022**

TESIS

**PERBEDAAN KADAR LAKTAT DEHIDROGENASE (LDH),
KADAR KALIUM DAN KADAR 2,3-DIPHOSPHOGLYCERATE
(2,3 DPG) PADA BERBAGAI WAKTU PENYIMPANAN
PACKED RED CELL (PRC)**

NOVI ERSANTO

NIM 012014153004

PEMBIMBING

Dr. Yetti Hernaningsih, dr., Sp.PK.(K).

Dr. Puspa Wardhani, dr., Sp.PK.(K).

**PROGRAM STUDI ILMU KEDOKTERAN DASAR
JENJANG MAGISTER FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2022**

**PERBEDAAN KADAR *LAKTAT DEHIDROGENASE* (LDH),
KADAR KALIUM DAN KADAR *2,3 DIPHOSPHOGLYCERATE*
(2,3-DPG) PADA BERBAGAI WAKTU PENYIMPANAN
PACKED RED CELL (PRC)**

TESIS

Untuk memperoleh Gelar Magister Kesehatan
Dalam Program Studi Ilmu Kedokteran Dasar
Jenjang Magister Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga

**NOVI ERSANTO
NIM 012014153004**

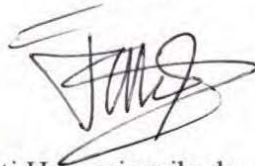
**PROGRAM STUDI ILMU KEDOKTERAN DASAR
JENJANG MAGISTER FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

TESIS INI TELAH DISAHKAN
PADA TANGGAL 25 November 2022

Oleh

Pembimbing Utama



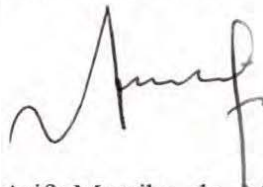
Dr. Yetti Hernaningsih, dr., Sp.PK.(K).
NIP. 19731220 200501 2 001

Pembimbing Kedua



Dr. Puspa Wardhani, dr., Sp.PK.(K).
NIP. 19750225 200604 2 001

Mengetahui,
Koordinator Program Studi Ilmu Kedokteran Dasar
Jenjang Magister Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga



Dr. Arifa Mustika, dr., M.Si.
NIP. 19700915 199802 2 001

LEMBAR PENETAPAN PANITIA PENGUJI

Tesis ini telah diuji dan dinilai oleh panitia penguji
pada Program Studi Ilmu Kedokteran Dasar Jenjang Magister
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga
Pada tanggal 25 November 2022

Panitia Penguji,

Ketua : Prof. Dr. Aryati, dr., M.S., Sp.PK(K).

Anggota :

1. Dr. Yetti Hernaningsih, dr., Sp.PK(K).
2. Dr. Puspa Wardhani, dr., Sp.PK(K).
3. dr., Betty Agustina Tambunan, Sp.PK(K).
4. Atika, S.Si., M.Kes.

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Novi Ersanto
NIM : 012014153004
Program Studi : Ilmu Kedokteran Dasar
Minat Studi : Kedokteran Laboratorium
Jenjang : Magister
Fakultas : Kedokteran

Menyatakan bahwa tesis ini adalah hasil karya sendiri dan saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tesis ini. Semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar di dalam tulisan dan daftar pustaka. Saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan apabila suatu saat nanti terbukti melakukan tindakan plagiat.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 25 November 2022

Yang membuat pernyataan



Novi Ersanto

NIM. 012014153004

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmad dan hidayah-Nya sehingga kita masih diberikan kesehatan dan keberkahan menjalani aktivitas menuntut ilmu dunia. Tak lupa shalawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan atas Rasulullah, Muhammad SAW yang telah memberikan tuntunan adab dan petunjuk bagi kita dalam menjalani aktivitas menuntut ilmu dunia.

Alhamdulillah, saya ucapkan sebagai bentuk ungkapan rasa syukur atas terselesaikannya tesis dengan judul **“PERBEDAAN KADAR LAKTAT DEHIDROGENASE (LDH), KADAR KALIUM DAN KADAR 2,3-DIPHOSPHOGLYCERATE (2,3 DPG) PADA BERBAGAI WAKTU PENYIMPANAN *PACKED RED CELL* (PRC)”** dengan lancar dan tepat waktu. Terima kasih yang sebesar-besarnya dan rasa hormat yang tulus saya haturkan kepada Dr. Yetti Hernaningsih, dr., Sp.PK(K). selaku pembimbing utama, Dr. Puspa Wardhani, dr., Sp.PK(K). selaku pembimbing dan dr. Betty Agustina Tambunan, Sp.PK(K). selaku pembimbing klinis yang telah memberikan dorongan, pembimbingan, bantuan, petunjuk dan saran yang sangat bermanfaat mulai dari penyusunan naskah usulan penelitian, pelaksanaan penelitian hingga penulisan naskah tesis ini selesai. Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan beliau dengan balasan yang berlipat ganda.

Saya menyadari bahwa tanpa bantuan, bimbingan, dan dukungan semua pihak saya tidak akan mampu menyelesaikan studi jenjang magister, oleh karena itu ucapan terima kasih dan rasa hormat yang tulus saya sampaikan kepada :

1. Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga dan jajarannya atas kesempatan, dukungan dan fasilitas yang diberikan kepada saya sehingga dapat menempuh pendidikan di Program Studi Ilmu Kedokteran Dasar Jenjang Magister Universitas Airlangga.
2. Ibu Dheasy Herawati, S.Si., M.Si. selaku Dekan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Maarif Hasyim Latif tempat saya mengabdikan yang telah berkenan memberikan izin kepada saya untuk menempuh pendidikan magister dan berkenan memberikan izin untuk menggunakan fasilitas laboratorium dalam rangka melakukan penelitian.

3. dr. Betty Agustina Tambunan, Sp.PK(K). selaku Kepala Instalasi Transfusi Darah RSUD Dr. Soetomo Surabaya tempat saya mengabdikan yang telah berkenan memberikan izin kepada saya untuk menempuh pendidikan magister dan berkenan memberikan izin untuk melakukan penelitian di Instalasi Transfusi Darah RSUD Dr. Soetomo Surabaya.
4. Dr. Arifa Mustika, dr., M.Si. selaku Koordinator Program Studi Ilmu Kedokteran Dasar Jenjang Magister, Fakultas Kedokteran, Universitas Airlangga atas pengarahannya serta bimbingannya selama saya menempuh pendidikan magister ini.
5. Dr. Yetti Hernaningsih, dr., Sp.PK(K). selaku Kepala Departemen Patologi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga / RSUD Dr. Soetomo Surabaya atas pengarahannya serta bimbingannya selama saya menempuh pendidikan magister ini.
6. Dr. Puspa Wardhani, dr., Sp.PK(K). selaku Ketua Minat Studi Kedokteran Laboratorium Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga / RSUD Dr. Soetomo Surabaya yang telah memberikan pengarahannya serta pembimbingan selama saya menempuh pendidikan magister ini.
7. Prof. Dr. Aryati, dr., M.S., Sp.PK(K). sebagai penguji tesis yang telah berkenan meluangkan waktu untuk menguji tesis dan memberikan saran serta masukan dalam naskah tesis ini.
8. Ibu Atika, S.Si., M.Kes. sebagai penguji dan konsultan statistik yang telah berkenan meluangkan waktu untuk menguji tesis dan memberikan pembimbingan analisis statistik dalam penelitian ini.
9. Ibu Indarwati, A.Md.K., S.Si. selaku Koordinator Diklat Instalasi Transfusi Darah RSUD Dr. Soetomo Surabaya yang telah memberikan saran serta masukan dalam penelitian ini.
10. Seluruh dosen Program Studi Ilmu Kedokteran Dasar Jenjang Magister, Fakultas Kedokteran, Universitas Airlangga yang telah memberikan ilmu selama saya mengikuti pendidikan magister ini.
11. Seluruh staf Program Studi Ilmu Kedokteran Dasar Jenjang Magister, Fakultas Kedokteran, Universitas Airlangga yang telah memberikan arahan dan bantuan selama menempuh pendidikan magister.
12. Seluruh staf Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Maarif Hasyim Latif yang telah memberikan arahan, doa terbaik selama menempuh pendidikan magister dan membantu dalam pelaksanaan penelitian.

13. Seluruh rekan kerja Instalasi Transfusi Darah RSUD Dr. Soetomo Surabaya yang telah memberikan motivasi dan doa terbaik selama menempuh pendidikan magister ini.
14. Seluruh rekan dosen Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Maarif Hasyim Latif yang telah memberikan saran dan masukan tentang publikasi pada jurnal terindeks scopus dalam rangka memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan pendidikan magister ini.
15. Teman – teman satu angkatan minat studi Kedokteran Laboratorium Agil Saputra, Nastasya Nunki, Musholli Himmatun Nabilah dan partner penelitian Yenny Puspa Rini yang telah banyak membantu, sharing, kekompakan, memberikan doa terbaik, motivasi, saran serta masukan, rasa kekeluargaan yang luar biasa dalam keseharian saya selama menempuh pendidikan magister ini.
16. Teruntuk istri tercinta Nurul Laitul Maghfiroh atas semua cinta dan kasih sayang serta kesabaran, pengertian, perhatian, dorongan semangat dan doa restu yang selalu menjadi kekuatan saya dalam menempuh pendidikan magister ini
17. Kepada kedua orang tua saya Samsul Rakhmat, S.P. dan Puji Astuti, S.Pd. atas kasih sayang, pengertian, dorongan semangat, doa restu dan doa terbaik yang tidak pernah putus diberikan.
18. Saudari kandung saya Yulia Dwi Rahmawati, S.Pd. yang telah memberikan dorongan semangat selama menempuh pendidikan magister ini.
19. Kepada semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu saya, baik secara langsung maupun tidak langsung dalam menempuh pendidikan magister hingga terselesaikannya tesis ini.

Akhir kata penulis mohon maaf kepada semua pihak atas kesalahan dan kekurangan dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan laporan karya akhir ini. Kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat diharapkan untuk perbaikan dan kesempurnaan karya akhir ini. Semoga karya akhir ini bermanfaat bagi kita semua

Surabaya, 25 November 2022

Penulis

RINGKASAN

Transfusi darah merupakan salah satu perawatan kesehatan yang vital saat ini, perawatan kesehatan tersebut merupakan kegiatan pemindahan darah donor kepada pasien. Produk darah yang diproduksi meliputi; darah lengkap (*Whole Blood*), sel darah merah pekat (*Packed Red Cells*), konsentrat trombosit (*Thrombocyte Concentrate*) dan plasma darah. *Packed Red Cells* merupakan komponen darah yang tercatat paling banyak ditransfusikan. Transfusi PRC yang tinggi berkaitan dengan prevalensi anemia. Intervensi yang berkaitan dengan penanganan anemia adalah transfusi PRC sehingga membuat kebutuhan transfusi PRC tinggi.

Peran vital transfusi PRC dalam menaikkan kadar hemoglobin tidak terlepas dari fakta bahwa PRC terus mengalami penurunan kualitas karena eritrosit mengalami jejas penyimpanan selama masa penyimpanan. Jejas penyimpanan dapat dibuktikan dari peningkatan *Lactate Dehydrogenase* (LDH), peningkatan kalium dalam plasma PRC dan penurunan *2,3 Diphosphogliserate* (2,3-DPG) dalam eritrosit. Hemolisis yang terjadi selama masa penyimpanan akan melepaskan LDH ke dalam plasma. Kebocoran kalium ke plasma akibat kegagalan pompa $\text{Na}^+/\text{K}^+\text{ATPase}$ mempertahankan gradien kation. Kadar 2,3-DPG terus turun selama masa penyimpanan, sehingga kemampuan eritrosit untuk mengirimkan oksigen akan berkurang. Berpacu pada perubahan yang telah dijelaskan di atas dan fakta bahwa banyaknya PRC yang ditransfusikan di RSUD Dr. Soetomo Surabaya, penelitian terkait dampak penyimpanan pada kualitas produk darah PRC di Instalasi Transfusi Darah RSUD Dr. Soetomo sangat penting dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh lama penyimpanan terhadap kualitas PRC dengan menilai perubahan pada kadar LDH, kalium dan 2,3-DPG pada lama penyimpanan di hari ke-1, hari ke-10, hari ke-20, dan hari ke-30.

Penelitian ini merupakan penelitian analitik observasional dengan rancangan *time series*. Penelitian dilakukan di Instalasi Transfusi Darah RSUD Dr. Soetomo Surabaya sebagai tempat pengambilan sampel dan Laboratorium Klinik Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Maarif Hasyim Latif Sidoarjo sebagai tempat pengukuran variabel penelitian dari bulan Juli sampai Agustus 2022. Sampel penelitian

adalah lima puluh kantong PRC dari pendonor sukarela. Kadar LDH dan kalium diperiksa dengan *Semi Automatic Chemistry Analyzer* Sinnowa BS-3000P *Photometer* (Sinnowa Medical Science & Technology Co., Ltd., China) dan kadar 2,3-DPG diperiksa dengan *Human 2,3-DPG ELISA kit* (CUSABIO Technology., LLC., United States). Semua variabel diukur pada hari ke-1, hari ke-10, hari ke-20 dan hari ke-30. Data hasil penelitian dianalisa statistik SPSS 25. Uji normalitas data dianalisis menggunakan uji Shapiro-Wilk. Perbandingan kualitas PRC dianalisis menggunakan analisis *repeated measure ANOVA* (analisis sama satu objek) apabila data terdistribusi normal, atau uji Freedman bila distribusi data tidak normal.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat peningkatan rerata kadar LDH, kadar kalium dan penurunan kadar 2,3-DPG seiring lama penyimpanan PRC selama 30 hari. Hasil uji *Repeated Measure ANOVA* dan uji *Post Hoc Bonferroni* kadar LDH, kadar kalium dan kadar 2,3-DPG PRC menunjukkan terdapat perbedaan bermakna secara statistik dengan nilai signifikansi $p < 0,001$ pada semua waktu pengamatan. Kesimpulan penelitian ini adalah terdapat perbedaan bermakna kadar LDH, kadar kalium dan kadar 2,3-DPG selama masa penyimpanan *Packed Red Cell* (PRC) dari hari ke-1, hari ke-10, hari ke-20 dan hari ke-30. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan analisa indeks hemolisis dan kadar glukosa PRC untuk mengetahui seberapa besar hubungannya dalam peningkatan kadar LDH, kadar kalium dan penurunan kadar 2,3-DPG PRC.

SUMMARY

Blood transfusion is one of today's vital healthcare treatments. Blood transfusions can use blood products including; whole blood, packed red cells, thrombocyte concentrate and blood plasma. Packed Red Cells are the most transfused blood component recorded. The high demand for PRC transfusion is related to the prevalence of anemia. The intervention related to anemia treatment is PRC transfusion, thus making the demand for PRC transfusion high.

The critical role of PRC transfusion in raising hemoglobin levels is inseparable from the fact that PRC continues to deteriorate due to storage lesions during storage. Storage lesions can be evidenced by increased Lactate Dehydrogenase (LDH), increased potassium in PRC plasma and decreased 2,3 Diphosphoglycerate (2,3-DPG) in erythrocytes. Hemolysis that occurs during storage will release LDH into the plasma. Potassium leaks into the plasma due to failure of the Na⁺/K⁺ATPase pump to maintain the cation gradient. 2,3-DPG levels continue to fall during storage, so the ability of erythrocytes to deliver oxygen will be reduced. Based on the changes described and the fact that a large amount of PRC is transfused at RSUD Dr. Soetomo Surabaya, research related to the impact of storage on the quality of PRC blood products in the Blood Transfusion Department of Dr. Soetomo Hospital Surabaya is very important. This study aimed to analyze the effect of storage duration on PRC quality by analyzing changes in LDH, potassium and 2,3-DPG levels at storage duration on day 1, day 10, day 20, and day 30.

This study is an observational analytic study with a time series design. The research was conducted at the Blood Transfusion Department of Dr. Soetomo Hospital Surabaya as the sampling site and the Clinical Laboratory of the Faculty of Health Sciences, Maarif Hasyim Latif University as a place to measure research variables from July to August 2022. The study sample was fifty PRC bags from voluntary donors. LDH and potassium levels were examined with the Semi Automatic Chemistry Analyzer Sinnova BS-3000P Photometer (Sinnova Medical Science & Technology Co., Ltd., China) and 2.3-DPG levels were examined with the Human 2.3-DPG ELISA kit (CUSABIO Technology., LLC., United States). All variables were measured on day 1, day 10, day 20 and day 30. Normality of the data was analysed using the Shapiro-

Wilk test. Comparison of PRC quality was analysed using repeated measure ANOVA (same-object analysis) if the data were normally distributed, or Freedman's test if the data distribution was not normal.

This study showed that there was an increase in the mean LDH levels, potassium levels and a decrease in 2,3-DPG levels as long as PRC storage for 30 days. The results of Repeated Measure ANOVA test and Post Hoc Bonferroni test of LDH levels, potassium levels and 2,3-DPG levels of PRC showed statistically significant differences with a significance value of $p < 0.001$ at all observation times. The conclusion of this study is that there are significant differences in LDH levels, potassium levels and 2,3-DPG levels during the PRC storage period from day 1, day 10, day 20 and day 30. Further studies need to be done to analyze the hemolysis index and PRC glucose levels to find out how much the relationship is in increasing LDH levels, potassium levels and decreasing 2,3-DPG PRC levels.

ABSTRAK

PERBEDAAN KADAR LACTATE DEHYDROGENASE (LDH) KADAR KALIUM DAN KADAR 2,3 DIPHOSPHOGLYCERATE (2,3 DPG) PADA BERBAGAI WAKTU PENYIMPANAN *PACKED RED CELL* (PRC)

Latar Belakang : PRC merupakan komponen darah yang tercatat paling banyak ditransfusikan. Peran vital transfusi PRC dalam menaikkan kadar hemoglobin tidak terlepas dari fakta bahwa PRC terus mengalami penurunan kualitas karena eritrosit mengalami jejas penyimpanan selama masa penyimpanan. Jejas penyimpanan dapat dibuktikan dari peningkatan *Lactate Dehydrogenase* (LDH), peningkatan kalium dalam plasma PRC dan penurunan 2,3 *Diphosphogliserate* (2,3-DPG) dalam eritrosit. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis pengaruh lama penyimpanan terhadap kualitas PRC dengan menilai perubahan pada kadar LDH, kalium dan 2,3-DPG pada lama penyimpanan di hari ke-1, hari ke-10, hari ke-20, dan hari ke-30.

Metode : Penelitian ini menggunakan metode analitik observasional dengan desain *time series*. Sampel yang digunakan adalah 50 kantong PRC dari pendonor sukarela. Kadar LDH dan kalium diukur dengan *Semi Automatic Chemistry Analyzer* Sinnowa BS-3000P *Photometer* (Sinnowa Medical Science & Technology Co., Ltd., China) dan kadar 2,3-DPG diukur dengan *Human 2,3-DPG ELISA kit* (CUSABIO Technology, LLC., United States). Data hasil penelitian dianalisa statistik SPSS 25 dengan menggunakan uji *repeated measure ANOVA*.

Hasil : Hasil uji *Repeated Measure ANOVA* dan uji *Post Hoc Bonferroni* kadar LDH, kadar kalium dan kadar 2,3-DPG PRC menunjukkan terdapat perbedaan bermakna secara statistik dengan nilai signifikansi $p < 0,001$ pada semua waktu pengamatan.

Kesimpulan : Terdapat perbedaan bermakna kadar LDH, kadar kalium dan kadar 2,3-DPG selama masa penyimpanan *Packed Red Cell* (PRC) dari hari ke-1, hari ke-10, hari ke-20 dan hari ke-30.

Kata Kunci: *Packed red cell, Storage Lesion, LDH, Kalium, 2.3-DPG, Health Service*

ABSTRACT

LACTATE DEHYDROGENASE (LDH) LEVELS, POTASSIUM LEVELS AND 2,3-DIPHOSPHOGLYCERATE (2,3-DPG) LEVELS IN PACKED RED CELLS (PRC) AT DIFFERENT STORAGE TIMES

Background : Packed Red Cells (PRC) are the most transfused blood component recorded. The critical role of PRC transfusion in raising hemoglobin levels is inseparable from the fact that PRC continues to deteriorate due to storage lesions during storage. Storage lesions can be evidenced by increased Lactate Dehydrogenase (LDH), increased potassium in PRC plasma and decreased 2,3 Diphosphoglycerate (2,3-DPG) in erythrocytes. This study aimed to analyze the effect of storage duration on PRC quality by analyzing changes in LDH, potassium and 2,3-DPG levels at storage duration on day 1, day 10, day 20, and day 30.

Method: This study is an observational analytic study with a time series design. The study sample was fifty PRC bags from voluntary donors. LDH and potassium levels were examined with the Semi Automatic Chemistry Analyzer Sinnowa BS-3000P Photometer (Sinnowa Medical Science & Technology Co., Ltd., China) and 2,3-DPG levels were examined with the Human 2,3-DPG ELISA kit (CUSABIO Technology., LLC., United States). The data from the study were analyzed statistically from SPSS 25 using the ANOVA repeated measure test.

Results: This study showed that there was an increase in the mean LDH levels, potassium levels and a decrease in 2,3-DPG levels as long as PRC storage for 30 days. The results of Repeated Measure ANOVA test and Post Hoc Bonferroni test of LDH levels, potassium levels and 2,3-DPG levels of PRC showed statistically significant differences with a significance value of $p < 0.001$ at all observation times.

Conclusion: There are significant differences in LDH levels, potassium levels and 2,3-DPG levels during the PRC storage period from day 1, day 10, day 20 and day 30.

Keywords: Packed red cell, Storage Lesion, LDH, Potassium, 2,3-DPG, Health Service

DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Halaman Judul Dalam.....	ii
Halaman Prasyarat Gelar	iii
Halaman Pengesahan	iv
Halaman Penetapan Panitia Penguji	v
Halaman Orisinalitas.....	vi
Kata Pengantar	vii
Ringkasan.....	x
Summary	xii
Abstrak.....	xiv
Abstract	xv
Daftar Isi	xvi
Daftar Tabel	xix
Daftar Gambar	xx
Daftar Lampiran.....	xxi
Daftar Singkatan	xxii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
1.3.1 Tujuan Umum.....	6
1.3.2 Tujuan Khusus.....	6
1.4 Manfaat Penelitian.....	7
1.4.1 Manfaat Teoritis	7
1.4.2 Manfaat Praktis.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Darah	8
2.1.1 Metabolisme <i>Red Blood Cell</i> (RBC).....	9

2.2	Komponen Darah	9
2.3	Transfusi Darah	12
2.4	Jenis Komponen Darah Donor	13
2.5	Pelayanan Darah.....	15
2.6	<i>Packed Red Cell</i> (PRC)	17
2.7	Kondisi Dan Durasi Penyimpanan	18
2.8	Perubahan Sel Darah Merah Selama Penyimpanan	19
2.8.1	Perubahan Biomekanik.....	20
2.8.2	Perubahan Biokimia	22
2.9	Konsentrasi 2,3-DPG.....	25
2.10	Konsentrasi Kalium	26
2.11	Konsentrasi <i>Lactate Dehydrogenase</i> (LDH)	27
2.12	Konsentrasi ATP Sel Darah Merah	28
2.13	Penelitian Lain.....	29
BAB III	KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN	33
3.1	Kerangka Konseptual Penelitian	33
3.2	Penjelasan Kerangka Konseptual	35
3.3	Hipotesis Penelitian.....	36
BAB IV	METODE PENELITIAN	37
4.1	Jenis dan Rancangan Penelitian	37
4.2	Deskripsi Populasi, Sampel dan Besar Sampel	37
4.2.1	Populasi Penelitian	37
4.2.2	Sampel Penelitian	37
4.2.2.1	Kriteria Inklusi Sampel	38
4.2.2.2	Kriteria Eksklusi Sampel.....	38
4.2.2.3	Teknik Pengambilan Sampel.....	38
4.2.3	Besar Sampel	39
4.3	Variabel Penelitian	40
4.3.1	Variabel Independen.....	40
4.3.2	Variabel Dependen	40
4.4	Definisi Operasional.....	40
4.5	Kerangka Alur Penelitian	42
4.6	Alat dan Bahan Penelitian	43

4.6.1	Alat Penelitian	43
4.6.2	Bahan Penelitian.....	43
4.7	Lokasi dan Waktu Penelitian.....	43
4.8	Prosedur Penelitian.....	43
4.8.1	Pra Analitik.....	43
4.8.1.1	Persiapan Sampel	43
4.8.2	Analitik.....	44
4.8.2.1	Pemeriksaan <i>Lactate Dehydrogenase</i> (LDH).....	44
4.8.2.2	Pemeriksaan Kalium.....	48
4.8.2.3	Pemeriksaan 2,3-DPG	53
4.9	Metode Pengumpulan Data dan Penyajian Data	56
4.9.1	Pengumpulan Data	56
4.9.2	Penyajian Data.....	56
4.10	Metode Analisis Data	56
BAB V	HASIL PENELITIAN.....	57
5.1	Penjaminan Mutu Hasil Pemeriksaan.....	57
5.2	Karakteristik Sampel Penelitian	58
5.3	Hasil Uji Normalitas Data	59
5.4	Hasil Uji Beda <i>Lactate Dehydrogenase</i> (LDH)	60
5.5	Hasil Uji Beda Kalium	62
5.6	Hasil Uji Beda 2,3-DPG	64
BAB VI	PEMBAHASAN	65
6.1	Penjaminan Mutu Hasil Pemeriksaan.....	65
6.2	Karakteristik Sampel Penelitian	66
6.3	Hasil Uji Beda <i>Lactate Dehydrogenase</i> (LDH)	67
6.4	Hasil Uji Beda Kalium	69
6.5	Hasil Uji Beda 2,3-DPG	73
6.6	Keterbatasan Masalah.....	75
BAB VII	KESIMPULAN DAN SARAN	76
	DAFTAR PUSTAKA	77

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 RBC <i>Storage Lesion</i>	23
Tabel 2.2 Penelitian lain terkait kualitas darah simpan.	30
Tabel 4.1 Komposisi campuran reagen dengan sampel	45
Tabel 4.2 Presipitasi Sampel	49
Tabel 4.3 Komposisi campuran reagen dengan presipitan	50
Tabel 5.1 Jumlah sampel PRC berdasarkan golongan darah	58
Tabel 5.2 Kadar LDH, kalium dan 2,3-DPG PRC antar waktu Pengamatan	59
Tabel 5.3 Hasil uji normalitas data	60
Tabel 5.4 Hasil uji beda kadar LDH PRC	61
Tabel 5.5 Hasil uji <i>Post Hoc Bonferroni</i> kadar LDH PRC	62
Tabel 5.6 Hasil uji beda kadar kalium PRC	63
Tabel 5.7 Hasil uji <i>Post Hoc Bonferroni</i> kadar kalium PRC	64
Tabel 5.8 Hasil uji beda kadar 2,3-DPG PRC	65
Tabel 5.9 Hasil uji <i>Post Hoc Bonferroni</i> kadar 2,3-DPG PRC	66

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kurva disosiasi oksigen sel darah merah simpan	25
Gambar 3.1 Kerangka konseptual pengaruh penyimpanan PRC terhadap kadar 2,3-DPG	33
Gambar 3.2 Kerangka konseptual pengaruh penyimpanan PRC terhadap kadar LDH dan kalium	34
Gambar 4.1 Kerangka alur penelitian	42
Gambar 4.2 Pembuatan Larutan Standar	55
Gambar 5.1 Grafik rerata kadar LDH antar waktu pengamatan	61
Gambar 5.2 Grafik rerata kadar kalium antar waktu pengamatan	63
Gambar 5.3 Grafik rerata kadar 2,3-DPG antar waktu pengamatan.....	

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Sertifikat Kelaikan Etik.....	76
Lampiran 2 Perjanjian Alih Material.....	77
Lampiran 3 Surat Hasil Penelitian.....	86
Lampiran 4 Analisis Statistik Data Penelitian.....	92
Lampiran 5 Quality Kontrol LDH.....	107
Lampiran 6 Quality Kontrol Kalium	109
Lampiran 7 Quality Kontrol 2,3-DPG.....	111

DAFTAR SINGKATAN

1,3-BPG	<i>1,3 Biphosphoglycerate</i>
2,3-DPG	<i>2,3 Diphosphoglycerate</i>
AABB	<i>American Association of Blood Bank</i>
ATP	<i>Adenosine Triphosphate</i>
BDRS	Bank Darah Rumah Sakit
CFTR	<i>Cystic Fibrosis Transmembrane Protein Receptor</i>
CPD	<i>Citrate, Phosphate, Dextrose</i>
CPDA-1	<i>Citrate, Phosphate, Dextrose, Adenine-Formula 1</i>
DEHP	<i>Diethyl Hexyl Phthalate</i>
FFP	<i>Fresh Frozen Plasma</i>
FP24	Plasma beku 24 jam setelah flebotomi
Hb	Hemoglobin
IFCC	<i>The International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine</i>
ITD	Instalasi Transfusi Darah
LDH	<i>Lactate Dehydrogenase</i>
NADH	<i>Nicotinamide Adenine Dinucleotide Hidrogen</i>
NADPH	<i>Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphate</i>
PMI	Palang Merah Indonesia
pO ₂	Nilai Oksigen
pO ₂	Kadar oksigen
PCR	<i>Packed Red Cell Leukoreduced</i>
PRC	<i>Packed Red Cell</i>
PVC	<i>Polyvinyl Chlorida Plastisized</i>
RBC	<i>Red Blood Cell</i>
Riskesdas	Riset Kesehatan Dasar
SAGM	<i>Saline, Adenin, Glukosa, Manito</i>

SH	Gugus Sulfhidril
TC	<i>Thrombocyte Concentrate</i>
UTD	Unit Transfusi Darah
UTDRS	Unit Transfusi Darah Rumah Sakit
WB	<i>Whole Blood</i>