

**FRAGILITAS OSMOTIK ERITROSIT PADA KOMPONEN
PACKED RED CELL DENGAN SUHU PENGOLAHAN YANG
BERBEDA SELAMA MASA PENYIMPANAN**

***OSMOTIC ERYTHROCYTE FRAGILITY IN PACKED RED
CELL COMPONENTS WITH DIFFERENT PROCESSING
TEMPERATURES DURING STORAGE PERIOD***



**FAKULTAS BIOLOGI
UNIVERSITAS NASIONAL
JAKARTA
2023**

FAKULTAS BIOLOGI UNIVERSITAS NASIONAL

Skripsi, Jakarta Februari 2023

Ali Firdawansyah

FRAGILITAS OSMOTIK ERITROSIT PADA KOMPONEN *PACKED RED CELL* DENGAN SUHU PENGOLAHAN YANG BERBEDA SELAMA MASA PENYIMPANAN

x+ 34 halaman, 2 tabel, 4 tabel lampiran, 1 gambar lampiran

Transfusi darah adalah suatu rangkaian proses pemindahan darah donor kedalam sirkulasi darah resipien sebagai upaya pengobatan. Komponen darah memberikan pilihan pengobatan kepada klinisi dalam mengobati pasien, yang memberikan respon lebih baik jika dibandingkan dengan pemberian darah lengkap untuk meminimalkan volume transfusi. Pemeriksaan fragilitas osmotik eritrosit merupakan salah satu pemeriksaan darah yang dilakukan dengan memeriksa ketahanan membran eritrosit terhadap terjadinya hemolisis. Pemeriksaan menggunakan metode spektrofotometer untuk mengukur tingkat hemolisis secara kuantitatif terhadap kadar hemoglobin rendah dalam plasma. Tujuan penelitian ini dilakukan untuk melihat pengaruh suhu pengolahan dan masa penyimpanan terhadap tingkat hemolisis pada komponen darah PRC. Teknik pengumpulan data yang dilakukan adalah data primer. Pengumpulan data primer dilakukan secara langsung terhadap komponen PRC dengan tahap persiapan pengolahan komponen darah, yaitu pada suhu 20-24°C dan suhu 2-6°C, serta dilakukan pemeriksaan tingkat hemolisis pada hari ke 0, 7, 14, 21, 28 dan 35. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji statistik deskriptif menunjukkan adanya peningkatan rata-rata tingkat hemolisis dengan suhu pengolahan 2-6°C yang terendah 0,067% dan tertinggi 0,448% sedangkan suhu pengolahan 20-24°C yang terendah 0,117% dan tertinggi 0,611% nilai tersebut masih dibawah standar yaitu 0,8%. Kemudian data dianalisis dengan uji *two way Anova* terdapat adanya pengaruh lama penyimpanan dengan nilai Sig.<0,001($p<0,05$) dan suhu pengolahan dengan nilai Sig. <0,001($p<0,05$) terhadap fragilitas osmotik eritrosit terkait tingkat hemolisis. Pengolahan data dilanjutkan dengan uji *post hoc Anova*, hasil analisis menunjukkan tanda bintang (*) pada *Mean Difference (I-J)* yang berarti adanya perbedaan yang berpengaruh antar kelompok sampel dengan nilai sig $p<0.05$.

Kata Kunci : *Fragilitas osmotik eritrosit, hemolisis, lama penyimpanan, PRC, suhu pengolahan, transfusi darah.*

Daftar bacaan : 34 (2006-2021)

**FRAGILITAS OSMOTIK ERITROSIT PADA KOMPONEN
PACKED RED CELL DENGAN SUHU PENGOLAHAN YANG
BERBEDA SELAMA MASA PENYIMPANAN**

**Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA SAINS DALAM BIDANG BIOLOGI**



**FAKULTAS BIOLOGI
UNIVERSITAS NASIONAL
JAKARTA
2023**

Judul Skripsi

:FRAGILITAS OSMOTIK ERITROSIT PADA KOMPONEN
PACKED RED CELL DENGAN SUHU PENGOLAHAN YANG
BERBEDA SELAMA MASA PENYIMPANAN

Nama Mahasiswa

: Ali Firdawansyah

Nomor Pokok

: 183112620120119

Pembimbing Pertama

Dra. Noortiningsih, M.Biomed

MENYETUJUI

Pembimbing Kedua

Drs. Gautama Wisnubudi, M.Si



Dekan

Dr. Matang Mitra Setia, M.Si

Tanggal Lulus : 16 Februari 202

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh. Tiada kata yang paling indah selain puji dan syukur kepada Allah Subhanahu wa ta'ala, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya. Alhamdulillah atas hidayah dan inayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul "**Fragilitas Osmotik Eritrosit Pada Komponen Packed Red Cell Dengan Suhu Pengolahan Yang Berbeda Selama Masa Penyimpanan**", yang merupakan syarat dalam rangka menyelesaikan studi untuk menempuh gelar Sarjana Sains di Fakultas Biologi Universitas Nasional.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, hal itu didasari karena keterbatasan kemampuan dan pengetahuan yang dimiliki penulis. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapat pelajaran, dukungan motivasi, bantuan berupa bimbingan yang sangat berharga dari berbagai pihak mulai dari pemilihan judul hingga penyusunan skripsi.

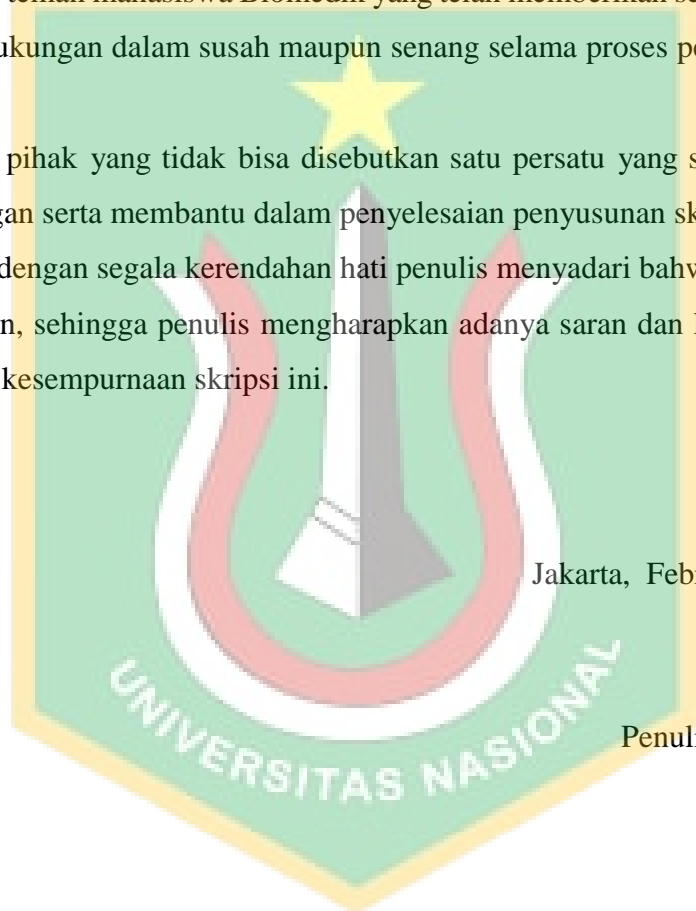
Keberhasilan penyusunan skripsi ini, tidak semata-mata terselesaikan atas usaha dan kerja keras penulis sendiri, akan tetapi turut pula didukung oleh bantuan dari berbagai pihak yang terkait secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati pada kesempatan ini penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua dan saudara yang telah memberikan cinta, doa serta dukungan semangat sampai saat ini.
2. Ibu Dra. Noortiningsih, M. Biomed selaku Pembimbing Pertama yang telah memberikan arahan atau petunjuk, saran serta bimbingannya dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
3. Bapak Drs. Gautama Wisnubudi, M.Si selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Biologi Unas dan Pembimbing Akademik dan selaku Pembimbing Kedua yang telah memberikan masukan demi kesempurnaan penyusunan skripsi ini serta memberikan perhatian serta nasihat selama penulis mengikuti

pendidikan di Fakultas Biologi Universitas Nasional.

4. Bapak Dr. Tatang Mitra Setia, M.Si selaku Dekan Fakultas Biologi Universitas Nasional.
5. Direksi UTD PMI Kabupaten Bogor Bapak dr. Dede Agung Priatna, MKM yang telah mendukung perkuliahan saya dari awal sampai saat ini.
6. Teman-teman mahasiswa Biomedik yang telah memberikan semangat, masukan serta dukungan dalam susah maupun senang selama proses penyusunan skripsi ini.
7. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang selalu memberikan dukungan serta membantu dalam penyelesaian penyusunan skripsi ini.

Akhirnya, dengan segala kerendahan hati penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan, sehingga penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini.



Jakarta, Februari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
BAB II METODE PENELITIAN	6
A. Waktu dan tempat penelitian.....	6
B. Instrumen penelitian.....	6
C. Cara kerja	7
D. Analisis data.....	9
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN.....	10
A. Hasil penelitian	10
B. Pembahasan.....	11
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN.....	17
A. Kesimpulan	17
B. Saran.....	17
DAFTAR PUSTAKA.....	18
Lampiran I Tabel Lampiran.....	21
Lampiran II Gambar Lampiran.....	25

DAFTAR TABEL

Halaman

Naskah

Tabel 1. Definisi Operasional Variabel (DOV).....	6
Tabel 2. Rata-rata persentase tingkat hemolisis dari 3 unit PRC suhu pengolahan 2-6 ⁰ C dan 3 unit PRC suhu pengolahan 20-24 ⁰ C.....	10

Lampiran

Tabel Lampiran 1. Hasil pemeriksaan fragilitas osmotik eritrosit terkait dengan tingkat hemolisis.....	21
Tabel Lampiran 2. Uji statistik deskriptif untuk melihat peningkatan nilai rata-rata tingkat hemolisis pada komponen darah PRC selama masa penyimpanan.....	22
Tabel Lampiran 3. Uji <i>Two Way Anova</i> Komponen darah PRC terhadap suhu pengolahan, lama penyimpanan dan persentase tingkat hemolisis.....	23
Tabel Lampiran 4. Uji <i>Post Hoc Anova</i>	24

DAFTAR GAMBAR

Halaman

Lampiran

Gambar Lampiran 1. Surat Izin Penelitian 25



BAB I PENDAHULUAN

Transfusi darah adalah suatu rangkaian proses pemindahan darah donor ke dalam sirkulasi darah resipien sebagai upaya pengobatan (WHO, 2013). Proses pemindahan darah dari seseorang yang sehat (pendonor) ke orang sakit atau orang yang membutuhkan (resipien) disebut transfusi darah. Transfusi darah sudah menjadi bagian yang penting dalam pelayanan kesehatan. Bila transfusi darah diterapkan secara benar, transfusi dapat menyelamatkan jiwa pasien dan dapat meningkatkan derajat kesehatan pasien tersebut (Rahman dan Nur, 2018). Di era perkembangan, transfusi darah tidak lagi memberikan semua komponen darah melainkan memberikan komponen darah yang dibutuhkan saja. Darah yang dipindahkan atau ditransfusikan dapat berupa darah lengkap atau komponen darah lain seperti *Packed Red Cell* (PRC). Transfusi komponen darah PRC dapat mengurangi risiko terjadinya reaksi transfusi yang tidak diinginkan bagi resipien (Pesalmen, 2019).

Umumnya salah satu komponen darah yang terbanyak digunakan untuk transfusi darah adalah PRC. Komponen darah PRC digunakan untuk transfusi darah pasien anemia yang tidak disertai penurunan volume darah, misalnya pada pasien anemia hemolitik, leukemia akut, penyakit keganasan, talasemia, gagal ginjal, dan perdarahan yang ditandai dengan “*oxygen need*” (Muller *et al.*, 2015). Beberapa macam komponen darah untuk transfusi seperti *Whole blood* (WB = darah lengkap), *Packed Red Cell* (PRC), Plasma Beku Segar (*Fresh Frozen Plasma* = FFP), dan *Trombosit Concentrate* (TC). Dalam penyediaan WB digunakan untuk transfusi pada perdarahan masif, perdarahan akut, *shock hipovolemik* serta bedah mayor dengan perdarahan lebih dari 1.500 mL. Komponen darah PRC mengandung hemoglobin yang sama dengan WB, bedanya adalah pada jumlah plasma, dimana PRC lebih sedikit mengandung plasma (Astuti dan Laksono, 2013).

Pengolahan komponen darah PRC dapat dilakukan dengan memisahkan eritrosit dari bagian darah lainnya dengan proses sentrifugasi (Maharani dan Noviar, 2018). Metode sentrifugasi digunakan untuk mendapatkan komponen darah PRC yang berkualitas dengan pengendapan eritrositnya sempurna. Pengolahan dilakukan dengan cara WB diputar dengan

kecepatan tertentu pada suhu 2-6°C maupun suhu 20-24°C yang menyebabkan komponen darah yang memiliki densitas lebih berat akan berada di bawah, dimana densitas eritrosit lebih berat dibandingkan dengan plasma (Permenkes 91, 2015).

Komponen darah PRC adalah komponen yang terdiri dari eritrosit yang telah dipisahkan dengan memisahkan komponen-komponen lain dari darah lengkap (WB) yang mencapai 65-70%, dengan memisahkan 125-150 mL plasma dari satu unitnya. Setiap unit PRC memiliki volume kira-kira 128-240 mL tergantung proses separasi komponen awal (Viveronika dan Aldonna, 2017). Volume plasma yang dihilangkan menentukan nilai hematokrit komponen darah PRC. Ketika sel eritrosit diawetkan dalam *Citrate Phospat Dextrose Adenin* (CPDA-1), viabilitas maksimal selama penyimpanan membutuhkan rasio sel yang tepat untuk pengawetnya. Nilai hematokrit pada komponen PRC dibawah 80% memastikan adanya glukosa yang memadai untuk metabolisme sel eritrosit selama masa penyimpanan hingga 35 hari (Sparrow, 2012).

Komponen darah PRC disimpan pada suhu 2-6°C selama 35-42 hari tergantung antikoagulan atau pengawet yang digunakan (Arsyani *et al.*, 2018). Tujuan penyimpanan PRC, yaitu menjaga viabilitas dan fungsi eritrosit dengan cara mengurangi aktivitas metabolisme sel. Penyimpanan darah yang benar merupakan salah satu cara untuk menjaga kualitas eritrosit di dalam alat pendingin darah (*Blood Bank*) (Isti *et al.*, 2018).

Selama penyimpanan, perubahan biokimiawi dan biomekanik yang merugikan terjadi dalam eritrosit, perubahan tersebut dapat mempengaruhi peningkatan yang signifikan dalam persen hemolisis (Almizraq *et al.*, 2013). Terdapat beberapa faktor penyebab hemolisis yaitu, prosedur preparasi, suhu pengolahan, lama penyimpanan dan kontaminasi bakteri. Penggunaan pengawet *Citrate Phosphate Dextrose Adenin* (CPDA-1) dan lama penyimpanan PRC sangat berpengaruh terhadap resistensi eritrosit, integritas struktur dan fungsi eritrosit akan mengalami perubahan karena membran plasma akan mengalami penurunan perbandingan luas permukaan sel terhadap volume sel dan terjadilah fragilitas osmotik eritrosit (Weinstein, 2006) serta peningkatan hemolisis eritrosit selama masa penyimpanan 35 hari (EDQM, 2017).

Suhu dan penyimpanan, pada saat pemrosesan darah merupakan faktor penyebab

hemolisis yang sangat penting. Eritrosit dapat lisis pada suhu ekstrim, misalnya darah disimpan dalam refrigerator yang suhunya tidak terkontrol. Eritrosit akan rusak pada suhu kurang dari 1°C dan lebih dari 40°C. Hemolisis ditunjukkan dengan adanya hemoglobin pada plasma donor sebagai akibat suhu yang tidak sesuai selama pengiriman, penyimpanan atau kesalahan penanganan saat donasi donor (Suminingsih, 2017).

Hemolisis adalah kerusakan atau gangguan integritas membran eritrosit yang menyebabkan pelepasan hemoglobin, ketika eritrosit lisis maka hemoglobin akan keluar dari sel dan ini akan mempengaruhi kualitas eritrosit (Kiswari, 2014). Sembilan puluh delapan persen (98%) eritrosit berupa hemoglobin, ketika pecah hemoglobin dilepaskan kedalam cairan plasma yang dapat dilihat secara visual dengan supernatan yang berubah menjadi warna merah (Suminingsih, 2017).

Beberapa penelitian dilakukan terhadap tingkat hemolisis pada komponen PRC. Penelitian yang dilakukan oleh Arif *et al.*, (2017) terhadap kualitas eritrosit yang disimpan dengan menggunakan CPDA-1 sebagai pengawet eritrosit selama penyimpanan selama 5-6 minggu. Selama penyimpanan terjadi perubahan morfologi membran eritrosit yang mengakibatkan penurunan rasio luas permukaan volume dan berakhir dengan *spherosyt mikrositik* hingga terjadinya hemolisis. Hasil penelitian didapatkan persentase tingkat hemolisis selama penyimpanan komponen PRC yang diolah dari WB menjadi PRC pada suhu 20°C sebanyak 46 kantong darah donor pada hari ke 0 didapatkan tingkat hemolisis sebesar 0,03% - 0,12% dan pada hari ke 35 didapatkan tingkat hemolisis 0,27%- 0,68%. Tingkat hemolisis dalam penelitian ini jauh di bawah ambang batas yang diizinkan sebesar 0,8% yang ditetapkan oleh dewan Eropa.

Penelitian yang dilakukan Tiara (2017) untuk mengetahui ada atau tidaknya hubungan antara lama waktu simpan darah komponen donor PRC terhadap nilai fragilitas osmotik. Komponen darah PRC sebanyak satu sampel dibagi dalam lima kali pengulangan dan enam perlakuan. Pengamatan dilakukan pada darah donor setelah disimpan selama 0, 7, 14, 21, 28, dan 35 hari. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji statistik deskriptif menunjukkan adanya peningkatan rata-rata nilai fragilitas osmotik pada PRC yang disimpan,

uji korelasi hasilnya terdapat korelasi yang signifikan antara lama penyimpanan PRC terhadap nilai fragilitas osmotik ($p < 0,05$), kemudian data dianalisis dengan uji *oneway* ANOVA dengan hasil perbedaan perbedaan nilai fragilitas osmotik pada PRC yang diberi kelompok perlakuan ($p < 0,05$), dan data yang diuji *Post Hoc* ANOVA menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan, terhadap nilai fragilitas osmotik pada PRC mulai penyimpanan hari ke-21 ($p < 0,05$).

Penelitian yang dilakukan Adias *et al.*, (2018) untuk menyelidiki efek penyimpanan terhadap fragilitas osmotik invitro eritrosit manusia dalam satu unit PRC. Darah dikumpulkan melalui *venepuncture* dari laki-laki dewasa sehat dengan berat badan diantara 70-75 kg, darah yang diambil dari pendonor sebanyak 450 mL. Larutan pengawet yang digunakan dalam kantong darah yaitu *Citrate Phospat Dextrose Adenin* (CPDA-1) komponen PRC disimpan dalam bank darah pada suhu 2-6°C. Pengukuran fragilitas osmotik eritrosit ditentukan dengan terjadinya pelepasan hemoglobin dalam darah setelah direaksikan dengan larutan garam buffer fosfat (pH 7,4) yang diencerkan secara serial. Sampel darah dianalisis pada hari ke-1 sampai hari ke-35 setelah pengambilan (5 minggu). Peningkatan fragilitas osmotik eritrosit diamati pada minggu ke-3 ($p = 0,010$). Hemolisis awal ($> 5\%$) terjadi antara 0,50% dan 0,55%, rata-rata kerapuhan sel darah adalah antara 0,35 dan 0,45%. Hemolisis maksimum terjadi pada 0,35%. Fragilitas osmotik secara signifikan dipengaruhi oleh penyimpanan ($p < 0,05$).

Dibutuhkan pemeriksaan fragilitas osmotik eritrosit untuk mengetahui tingkat hemolisis eritrosit selama penyimpanan komponen darah PRC. Fragilitas osmotik eritrosit adalah salah satu pemeriksaan darah yang dilakukan dengan memeriksa kerapuhan membran eritrosit terhadap terjadinya hemolisis (Elfany, 2018). Selama penyimpanan PRC mengalami metabolisme eritrosit, dalam hal ini terjadi gangguan pergerakan natrium dan kalium dalam darah. Dimana kalium meninggalkan sel sementara natrium masuk ke dalam sel, kalium akan mengalami kebocoran melalui membran eritrosit dengan cepat sehingga konsentrasi ekstraseluler akan meningkat dan menyebabkan lisis (Leo dan Anneke, 2008). Pemeriksaan dapat dilakukan dengan metode spektrofotometer dimana pengukuran tingkat hemolisis diukur secara kuantitatif kadar hemoglobin dalam plasma (Krister *et al.*, 2021).

Berdasarkan latar belakang di atas, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh suhu pengolahan dan lama penyimpanan terhadap tingkat hemolisis pada komponen PRC. Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh suhu pengolahan dan masa penyimpanan terhadap tingkat hemolisis pada komponen PRC pada hari 0, 7, 14, 21, 28, dan 35. Hipotesis penelitian ini adalah adanya pengaruh suhu pengolahan dan lama penyimpanan terhadap tingkat hemolisis pada komponen PRC.



BAB II METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan November - Desember 2022 di UTD PMI Kabupaten Bogor. Jl. KSR Dadi Kusmayadi, Kelurahan Tengah, Kecamatan Cibinong, Kabupaten Bogor.

B. Instrumen penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan pada penelitian ini menggunakan peralatan seperti *refrigerated Centrifuge*, *Blood Bank Refrigerated*, Plasma Extractor, *Electric Sealer*, *Analytic Balance*, *Striper*, *Yellow Tip*, Mikropipet, Timbangan, Tabung plastik 12x75, *Blue Tip*, Gunting, Klem Plastik, Alat *Hematologi Analyzer* Mindray BC-20s, *Hemocue Plasma Low Hb* dan tempat limbah.

Adapun bahan pemeriksaan dalam penelitian ini, yaitu komponen PRC dan reagensia yang digunakan, yaitu *microcuvvet*, sedangkan definisi operasional variable (DOV) yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Definisi Operasional Variabel (DOV)

No	Variabel	Definisi operasional	Sumber	Satuan
1	Lama Penyimpanan	Rentang waktu setelah pembuatan bahan pemeriksaan sampai pemeriksaan fragilitas osmotik eritrosit	Uji Laboratorium	Hari
2	Fragilitas osmotik eritrosit	Pemeriksaan untuk mengukur resistensi eritrosit yang mengalami hemolisis menggunakan metode Spektrofotometer.	Sumber data primer	%
3	Suhu Pengolahan	Suhu 2-6 ⁰ C dan suhu 20-24 ⁰ C adalah suhu pengolahan <i>Whole Blood</i> sebelum di olah menjadi PRC	Sumber data primer	C ^o

Variabel independen/bebas merupakan variabel yang mempengaruhi atau menjadi sebab perubahan sehingga menimbulkan variabel dependen. Variabel independen dalam penelitian ini adalah suhu pengolahan dan lama penyimpanan.

Variabel dependen/terikat merupakan variabel yang telah dipengaruhi oleh adanya variabel independen. Variabel dependen dalam penelitian ini adalah tingkat hemolisis

Jumlah sample komponen PRC sebanyak 6 kantong dilakukan penelitian berdasarkan perbedaan suhu pengolahan 2-6⁰C dan 20-24⁰C serta lama penyimpanan dimulai hari ke 0, 7, 14, 21, 28, dan 35.

C. Cara kerja

1. Pembuatan komponen darah *Packed Red Cell*

Diterima darah lengkap (WB) sebanyak 6 kantong darah yang diambil dari pendonor, kemudian dilakukan identifikasi dan dicocokkan data sesuai formulir pengiriman darah dari seksi pengambilan darah secara keseluruhan. Kemudian darah WB dari pendonor sebanyak 3 kantong disimpan pada suhu 2-6⁰C untuk dilakukan pengolahan menjadi PRC pada suhu 2-6⁰C dan darah WB dari pendonor sebanyak 3 kantong disimpan pada suhu 20-24⁰C selama 24 jam untuk dilakukan pengolahan menjadi PRC pada suhu 20-24⁰C (Perka BPOM RI No.10, 2017).

Diberi label semua kantong utama dan kantong satelit dengan nomor kode donor, golongan darah, tanggal pengambilan, dan tanggal kedaluwarsa menurut produk komponen darah, kemudian dilakukan penyerutan selang pada kantong darah WB menggunakan *hand sealer* kemudian digoyangkan secara perlahan hingga homogen sebanyak 3x, lalu bersihkan tubing dari eritrosit dengan cara di ketuk-ketuk. Letakkan kantong dalam wadah dengan label di kantong utama menghadap ke luar lalu seimbangkan darah berikut dalam mangkok *centrifuge* pada *analitic balance*. Jaga keseimbangan kantong secara diagonal sama berat pada wadah *centrifuge* yang berisi kantong WB dan satelitnya yang diletakkan berhadapan saat pemutaran. Hal ini dilakukan agar putaran *centrifuge* seimbang sehingga mutu komponen yang dihasilkan baik.

Ditempatkan mangkok *centrifuge* yang sudah seimbang kedalam *centrifuge* dengan posisi berhadapan dan kantong darah sejajar kuping cup, kemudian dilakukan sentrifugasi dengan kecepatan 3600 xG suhu 2-6⁰C selama 7 menit untuk proses pengolahan WB menjadi PRC pada suhu 2-6⁰C sedangkan proses sentrifugasi untuk pengolahan WB menjadi PRC yang disimpan selama 24 jam pada suhu 20-24⁰C dengan kecepatan lambat ‘*Low Spin*’ 375 xG selama 15 menit dengan suhu 20-24⁰C.

Setelah proses sentrifugasi selesai, angkat mangkok *centrifuge* dengan perlahan, kemudian ditempatkan kantong darah utama pada plasma *extractor* dengan perlahan agar darah tidak tercampur kembali, jepit dan patahkan tubing pada selang penghubung antara kantong utama dengan kantong satelit kemudian dialirkan plasma kedalam kantong satelit, tinggalkan plasma dalam kantong utama ± 3 cm dari permukaan eritrosit pekat. Diseal selang penghubung antara kantong utama dengan kantong satelit menggunakan *electric sealer*. Gunting selang penghubung yang sudah di seal antara kantong utama dengan kantong satelit. Didapatkan komponen PRC kemudian lakukan pengukuran volume, tulis volume komponen darah PRC pada label, kemudian simpan komponen darah PRC kedalam *Blood Bank Refrigerated* pada suhu 2-6⁰C (BCSU. 2015).

2. Pemeriksaan tingkat hemolisis dengan menggunakan Spektrofotometer terhadap fragilitas osmotik eritrosit

Pemeriksaan tingkat hemolisis pada masa penyimpanan bertujuan untuk mengetahui perbedaan tingkat hemolisis komponen PRC pada masing-masing kantong darah. Disiapkan sampel PRC yang akan diuji, kemudian diambil sampel sebanyak 2 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi, dilakukan pemeriksaan nilai Hematokrit dan kadar Hemoglobin menggunakan alat *hematologi analyzer Mindray BC-20s*.

Sampel yang telah digunakan untuk pemeriksaan hemoglobin dan hematokrit diputar menggunakan *centrifuge* 3000 rpm selama 2 menit. Dihidupkan alat *HemoCue Plasma/Low Hb* dengan menekan tombol On/Off, maka akan muncul “LHb” pada display, ditunggu 30 detik. Supernatan pada sampel diambil sebanyak 20 uL, lalu diteteskan pada

kaca objek. Diambil microcuvet *HemoCue Plasma/Low Hb* dari dalam botol/vial, lalu diambil sampel pada kaca objek dengan mendekatkan microcuvet, secara langsung microcuvet akan menarik sampel pada kaca objek. Tarik/buka *cuvvet holder*, maka akan terlihat “*Ready*” pada display, dimasukkan microcuvet *HemoCue Plasma/Low Hb* ke dalam *cuvvet holder* kemudian tutup *cuvvet holder*, tunggu beberapa saat maka akan muncul “*Measuring*” pada display dan hasil akan tampil.

Hitung persentase tingkat hemolisis dengan menggunakan rumus (Crestani *et al.*, 2017)

$$\% \text{ Hemolisis} = \frac{(100 - \text{hematokrit}) \times \text{Plasma Hb} \left(\frac{g}{dL}\right)}{\text{Total Hb} \left(\frac{g}{dL}\right)}$$

Kemudian dicatat hasil pada lembar kerja inspeksi tingkat hemolisis. Pemeriksaan dilakukan pada penyimpanan 0, 7, 14, 21, 28, dan 35 hari.

D. Analisis data

Teknik pengumpulan data yang dilakukan adalah data primer. Pengumpulan data primer dilakukan dengan cara penelitian langsung terhadap komponen PRC dengan tahap persiapan pengolahan komponen darah, yaitu pada suhu 20-24⁰C dan suhu 2-6⁰C, serta dilakukan pemeriksaan tingkat hemolisis menggunakan metode Spektrofotometer terhadap fragilitas osmotik eritrosit, pada hari ke 0, 7, 14, 21, 28 dan 35. Pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan uji statistik deskriptif, uji *Two Way Anova* dan uji lanjutan *Post Hoc Anova* dengan bantuan *software SPSS 26*

BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil penelitian

Setelah dilakukan pengolahan sebanyak 6 unit darah donor WB menjadi PRC melalui proses pengolahan pada suhu 2-6⁰C sebanyak 3 unit dan suhu 20-24⁰C sebanyak 3 unit sebagai bahan untuk penelitian. Bahan tersebut berupa komponen darah PRC. Pengukuran dilakukan terhadap sample komponen darah PRC dengan melihat suhu pengolahan, lama penyimpanan dan tingkat hemolisis. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 2 didapatkan hasil pengukuran fragilitas osmotik eritrosit terkait dengan rata-rata persentase tingkat hemolisis dari 3 unit PRC suhu pengolahan 2-6⁰C dengan hasil terendah persentase tingkat hemolisis ditunjukkan pada pengukuran hari ke 0 dengan nilai rata-rata 0,067% dan tertinggi pada pengukuran hari ke 35 dengan nilai rata-rata 0,448%, adapun hasil pengukuran 3 unit PRC suhu pengolahan 20-24⁰C dengan hasil terendah persentase tingkat hemolisis ditunjukkan pada pengukuran hari ke 0 dengan nilai rata-rata 0,117% dan tertinggi pada pengukuran hari ke 35 dengan nilai rata-rata 0,611%.

Tabel 2. Rata-rata persentase tingkat hemolisis dari 3 unit PRC suhu pengolahan 2-6⁰ C dan 3 unit PRC suhu pengolahan 20-24⁰ C.

Lama Penyimpanan	Suhu (°C)	Mean (%) Hemolisis
Hari 0	2-6	0,067
	20-24	0,117
Hari 7	2-6	0,137
	20-24	0,180
Hari 14	2-6	0,189
	20-24	0,252
Hari 21	2-6	0,257
	20-24	0,302
Hari 28	2-6	0,331
	20-24	0,369
Hari 35	2-6	0,448
	20-24	0,611

Berdasarkan hasil analisis dapat dilihat pada Tabel lampiran 2 menunjukkan adanya peningkatan nilai rata-rata fragilitas osmotik eritrosit terkait persentase tingkat hemolisis komponen darah PRC selama masa penyimpanan.

Berdasarkan hasil analisis dapat dilihat pada Tabel lampiran 3 bahwa tingkat hemolisis berpengaruh bermakna terhadap suhu pengolahan dengan nilai Sig. $<0,001$ ($p<0,05$). dan lama penyimpanan dengan nilai Sig. $<0,001$ ($p<0,05$).

Berdasarkan hasil analisis dapat dilihat pada Tabel lampiran 4 dimana uji lanjutan dilakukan untuk menilai adanya perbedaan yang berpengaruh antar kelompok sampel dimana hasil olah data statistik menunjukkan tanda bintang (*) pada *Mean Difference* (I-J) yang artinya semua kelompok sampel memiliki perbedaan secara signifikan terhadap kelompok sampel lain dengan nilai signifikansi $p<0,05$.

B. Pembahasan

Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu pengolahan berpengaruh signifikan terhadap fragilitas osmotik eritrosit dimana tingkat hemolisis dari dua suhu pengolahan yang berbeda menunjukkan signifikan melalui uji *Two Way* ANOVA dapat dilihat pada tabel lampiran 3. Eritrosit akan rusak pada suhu ekstrim dalam hal ini ditunjukkan tingkat hemolisis yang berbeda dimana suhu optimal penyimpanan komponen darah PRC pada suhu $2-6^{\circ}\text{C}$ (Supadmi *et al.*, 2020). Unit PRC yang disiapkan dari WB setelah disimpan semalaman pada suhu kamar $20-24^{\circ}\text{C}$ menunjukkan pelepasan kalium yang lebih rendah, tetapi juga menurunkan 2,3-DPG dan meningkatkan hemolisis, mikrovesikulasi membran, peroksidasi lipid, dan kadar sitokin dari pada unit PRC yang disiapkan dari WB yang didinginkan dengan cepat pada suhu $2-6^{\circ}\text{C}$ (Vassilis *et al.*, 2017).

Waktu dan suhu dapat memengaruhi integritas struktural, stabilitas, dan fungsi eritrosit. Proses metabolisme eritrosit, ATPase dan kinase, pompa ion, dan sistem transporter sangat bergantung pada suhu. Ketidakseimbangan ion dapat menyebabkan perubahan volume eritrosit dan prosesnya bergantung pada ion kalsium. Meskipun antikoagulan CPDA-1 mewakili media pengawet, transportasi simulasi darah yang dikumpulkan dari donor sehat

dan dilengkapi dengan antikoagulan CPDA-1 pada suhu 20-24°C dapat dikaitkan dengan kerapuhan osmotik dan perubahan deformabilitas dibandingkan transportasi dan pengolahan pada suhu 2-6°C. (Vassilis *et al.*, 2017).

Terjadi penurunan kualitas yang signifikan yang terdeteksi hal ini ditunjukkan bahwa beberapa waktu penyimpanan jangka pendek pada suhu 2-6°C dapat mempengaruhi kualitas eritrosit yang nyata (Hervig *et al.*, 2014). Dapat dilihat pada Tabel 2 bahwa setelah proses pengolahan WB menjadi PRC pada suhu 2-6°C sudah terjadi fragilitas osmotik eritrosit dimana persentase tingkat hemolisis rata-rata 0 hari penyimpanan 0,067% sedangkan proses pengolahan darah WB menjadi PRC pada suhu 20-24°C persentase tingkat hemolisis 0,117% hal ini terjadi kerapuhan osmotik bahwa suhu pengolahan berpengaruh bermakna terhadap tingkat hemolisis eritrosit.

Lama penyimpanan berpengaruh bermakna terhadap fragilitas osmotik eritrosit dimana peningkatan tingkat hemolisis signifikan terjadi selama penyimpanan sig. <0,001 ($p < 0,05$). Pada saat penyimpanan terjadi perubahan bentuk morfologi membran eritrosit dan perubahan biokimia darah, yang berdampak pada perubahan viabilitas dan fungsi eritrosit yang dikenal dengan *storage lesion* (Lagerberg *et al.*, 2017). Pengaruh lama penyimpanan terhadap kerapuhan osmotik bergantung kepada antikoagulan yang digunakan yaitu *citrate phosphate dextrose adenine* (CPDA-1) sebagai larutan pengawet didalam kantong darah, perubahan yang terjadi bentuk morfologi eritrosit dari bentuk normal bikonkaf (cakram) berubah menjadi echynosit dan berkembang menjadi spherocyte hingga terjadi nya hemolisis (Arif *et al.*, 2017).

Selama penyimpanan pengukuran fragilitas osmotik eritrosit terhadap tingkat hemolisis komponen darah PRC dilakukan pada 0 hari dengan suhu pengolahan 2-6°C dan 20-24°C sampai hari ke-35. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 2 menunjukkan hasil fragilitas osmotik eritrosit terkait dengan persentase tingkat hemolisis komponen darah PRC pada hari ke-0 suhu pengolahan 2-6°C sebanyak 3 unit PRC didapatkan rata-rata persentase tingkat hemolisis 0,067% sedangkan pada pengukuran fragilitas osmotik eritrosit terhadap komponen PRC sebanyak 3 unit yang diolah dari WB yang disimpan pada suhu 20-24°C

selama 24 jam serta dilakukan pengolahan pada suhu 20-24⁰C didapatkan hasil pengukuran dengan rata-rata persentase tingkat hemolisis 0,117%.

Peningkatan lebih lanjut terhadap fragilitas osmotik eritrosit terkait dengan persentase tingkat hemolisis pada hari 28 hingga 35 dapat dilihat pada tabel lampiran 2 persentase tingkat hemolisis mengalami kenaikan hal ini terlihat saat dilakukan pengukuran terhadap fragilitas osmotik eritrosit terkait persentase tingkat hemolisis komponen darah PRC dengan suhu pengolahan 2-6⁰C pada hari ke 28 didapatkan nilai rata-rata persentase tingkat hemolisis 0,331% sedangkan pengukuran terhadap fragilitas osmotik eritrosit terkait tingkat hemolisis komponen darah PRC yang diolah pada suhu 20-24⁰C didapatkan nilai rata-rata persentase tingkat hemolisis 0,369%. Pada penyimpanan komponen darah PRC hari ke 35 terjadi peningkatan yang sangat signifikan hal ini terlihat hasil pengukuran fragilitas osmotik eritrosit terkait dengan persentase tingkat hemolisis komponen darah PRC yang diolah pada suhu 2-6⁰C didapatkan nilai rata-rata persentase tingkat hemolisis 0,448% sedangkan persentase tingkat hemolisis komponen PRC yang diolah pada suhu 20-24⁰C dengan rata-rata 0,611% dimana akhir masa simpan yaitu hari ke 35.

Peningkatan kebutuhan produksi oksigen selama penyimpanan komponen darah PRC berkorelasi dengan penurunan antioksidan menyebabkan oksidasi dan degradasi protein dalam darah. Kerusakan ini dapat mengakibatkan hilangnya bagian dari membran yang tidak didukung dalam bentuk mikrovesikel, yang menyebabkan penurunan rasio luas permukaan terhadap volume (Brugue, 2018). Akibatnya, sel eritrosit yang berbentuk normal (cakram) berubah menjadi *Spherocytes* sehingga sel eritrosit akan mengalami fragilitas osmotik eritrosit yang tinggi dengan peningkatan hemolisis. Perubahan biokimia seperti penurunan konsentrasi ATP dan peningkatan kalsium dapat berkontribusi untuk meningkatkan kekakuan sel eritrosit. Di dalam tubuh, sel-sel eritrosit akan mengalami penurunan viabilitas karena tidak fleksibel dan tidak mampu melewati pembuluh darah kecil. Hal tersebut dapat diketahui bahwa PRC mengalami beberapa perubahan yang disebut sebagai "lesi penyimpanan", yang terakhir berpotensi mengubah fungsi biologis eritrosit secara ireversibel, termasuk berkurangnya kelainan bentuk dan peningkatan kerapuhan eritrosit dan

penurunan yang signifikan dalam adenosin trifosfat dan 2,3- difosfoglisarat (Daniel *et al.*, 2012). Perubahan ini menurunkan kapasitas pengangkutan oksigen dan menghasilkan sel yang lebih kaku yang merusak mikrosirkulasi eritrosit (Adias, 2018).

Bahwa penyimpanan darah dalam jangka waktu lama mempengaruhi fragilitas eritrosit manusia. Eritrosit yang terkandung dalam komponen darah PRC yang telah disimpan untuk waktu yang lama menunjukkan peningkatan fragilitas osmotik eritrosit yang nyata. Kelainan ini mungkin bukan karena hilangnya membran, melainkan karena adanya zat aktif secara osmotik di dalam eritrosit yang membuat bagian dalam hiperosmolar lain yang diangkut perlahan dari eritrosit seperti fosfat dan glukosa juga dapat berperan dalam pembentukan keadaan hiperosmolar reversibel yang ada dalam eritrosit yang disimpan. (Adias, 2018).

Pada masa penyimpanan hari ke 28 hingga hari ke 35 peningkatan konsumsi nutrisi, pembentukan produk sisa metabolisme dan limbah oleh semua sel yang layak dari unit PRC, bersama dengan pengasaman supernatan, dapat memperburuk perkembangan lesi penyimpanan pada tingkat metabolisme sel, yang menyebabkan kegagalan metabolisme, lesi oksidatif dan peningkatan hemolisis. Memang, serangkaian penyimpangan proteomik dan metabolisme dari eritrosit yang disimpan menunjukkan korelasi linier dengan hemolisis dan vesikulasi dalam kantong (Vassilis, 2017).

Dengan demikian pengukuran fragilitas osmotik eritrosit terkait dengan persentase tingkat hemolisis komponen darah PRC menunjukkan persentase hemolisis dari hari ke 0, 7, 14, 21, 28, dan hari ke 35 penyimpanan mengalami peningkatan. Persentase tingkat hemolisis komponen darah PRC pada hari ke-0 suhu pengolahan 2-6⁰C dengan rata-rata 0,067% sedangkan persentase tingkat hemolisis komponen darah PRC pada hari ke- 0 yang diolah pada suhu 20-24⁰C dengan rata-rata 0,117%. Pada masa akhir penyimpanan yaitu hari ke 35 persentase tingkat hemolisis komponen darah PRC pada suhu pengolahan 2-6⁰C dengan rata-rata 0,448% sedangkan persentase tingkat hemolisis komponen darah PRC yang diolah pada suhu 20-24⁰C dengan rata-rata 0,611% serta dilakukan uji statistik dengan hasil signifikan dengan nilai $p < 0,05$. Dengan melihat hasil persentase tingkat hemolisis masih jauh di bawah

tingkat hemolisis 0,8% yang diizinkan menurut Pedoman Eropa dan Permenkes 91 Tahun 2015 tentang standar pelayanan transfusi darah. Hasil penelitian yang dilakukan peneliti lain tidak terlalu jauh hasilnya, penelitian yang dilakukan oleh Makroo *et al.*, (2011) 40 kantong PRC menggunakan antikoagulan *Saline Adenin Glucose Manitol (SAG-M)* pada hari ke 35 didapatkan hasil hemolisis sebesar terendah 0,407% dan tertinggi 0,602% dan 40 kantong PRC menggunakan antikoagulan *Aditive Solution (ADSOL)* pada hari ke 35 didapatkan hasil hemolisis terendah 0,329 dan tertinggi 0,625%. Arif *et al.*, (2017) di India mencatat persen hemolisis pada akhir penyimpanan nilai terendah 0,03% dan tertinggi 0,75% dari PRC yang mengandung larutan aditif SAG-M. Gkoumassi *et al.*, (2012) di Belanda menemukan persen hemolisis pada akhir penyimpanan bervariasi dari 0,267% menjadi 0,304%. Beberapa faktor dapat menjelaskan perbedaan ini termasuk penanganan yang tidak tepat selama pemrosesan, kondisi penyimpanan yang tidak tepat, kecepatan sentrifugasi yang tinggi, penambahan larutan pengawet aditif yang cepat, variasi kualitas kantong darah, hemolisis bakteri, antibodi yang menyebabkan lisis yang dimediasi komplemen, cacat membran eritrosit (Sawadogo *et al.*, 2021).

Untuk menilai adanya perbedaan yang berpengaruh antar kelompok dapat dilihat pada Tabel lampiran 4 berdasarkan hasil olah data statistik uji *Post Hoc* dimana uji lanjutan tersebut dilakukan untuk menilai adanya perbedaan yang berpengaruh antar kelompok selama penyimpanan komponen darah PRC pada suhu simpan 2-6⁰C. Pada masa penyimpanan dilakukan pengukuran terjadinya fragilitas eritrosit terhadap tingkat hemolisis pada komponen darah PRC, pada penyimpanan 0 hari setelah pengolahan darah WB menjadi PRC dilakukan pengukuran fragilitas osmotik eritrosit terhadap tingkat hemolisis menunjukkan adanya perbedaan antar kelompok yang berpengaruh dengan nilai sig. $p < 0,05$. Kemudian dengan proses yang sama dilakukan pengukuran fragilitas osmotik eritrosit terhadap tingkat hemolisis pada hari ke 7 terlihat adanya perbedaan yang berpengaruh antar kelompok dengan nilai Sig. $p < 0,05$.

Pada hari ke 14 penyimpanan komponen darah PRC dilakukan pengukuran fragilitas osmotik eritrosit terhadap tingkat hemolisis adanya perbedaan yang berpengaruh antar

kelompok dengan nilai Sig. $p < 0,05$. Pada hari ke 21 dilakukan pengukuran fragilitas osmotik eritrosit dalam hal ini mengukur tingkat hemolisis didapatkan nilai Sig. $p < 0,05$. Pada hari ke 28 penyimpanan komponen PRC dilakukan pengukuran fragilitas osmotik eritrosit terkait dengan tingkat hemolisis didapatkan nilai Sig. $p < 0,05$. Pada hari ke 35 penyimpanan dimana masa akhir penyimpanan komponen darah PRC didapatkan hasil dengan nilai Sig. $p < 0,05$. Secara keseluruhan hasil analisis uji *Post Hoc Anova* secara statistik terlihat adanya perbedaan yang berpengaruh antar kelompok sampel selama penyimpanan komponen PRC dimulai penyimpanan hari ke 0, 7, 14, 21, 28 dan 35. Hal ini dapat ditunjukkan dengan tanda bintang (*) pada *Mean Difference (I-J)* yang artinya semua kelompok sampel memiliki perbedaan secara signifikan terhadap kelompok sampel lain dengan nilai signifikansi dibawah $p < 0,05$.



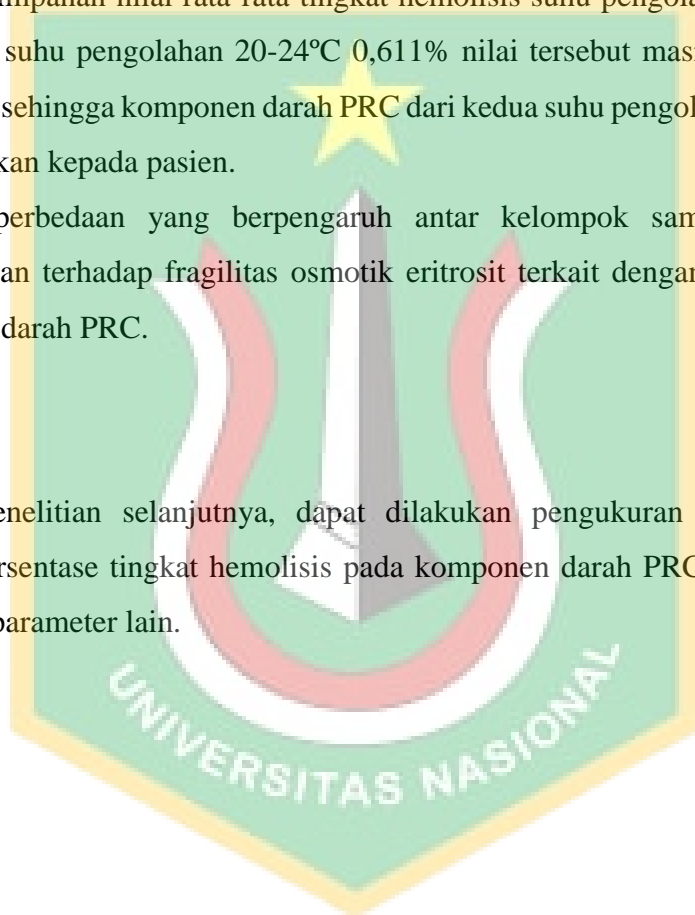
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Terdapat pengaruh antara suhu pengolahan dan lama penyimpanan terhadap fragilitas osmotik eritrosit terkait dengan tingkat hemolisis komponen darah PRC dimana akhir masa penyimpanan nilai rata-rata tingkat hemolisis suhu pengolahan 2-6°C 0,448% sedangkan suhu pengolahan 20-24°C 0,611% nilai tersebut masih dibawah standar yaitu 0,8% sehingga komponen darah PRC dari kedua suhu pengolahan tersebut dapat ditransfusikan kepada pasien.
2. Terdapat perbedaan yang berpengaruh antar kelompok sampel selama masa penyimpanan terhadap fragilitas osmotik eritrosit terkait dengan tingkat hemolisis komponen darah PRC.

B. Saran

Untuk penelitian selanjutnya, dapat dilakukan pengukuran fragilitas osmotik eritrosit terkait persentase tingkat hemolisis pada komponen darah PRC dengan penyebab tingkat hemolisis parameter lain.



DAFTAR PUSTAKA

- Adias TC, Bungudu UG, Osaro E, *et al.* 2018. Effect of Storage on Osmotic Fragility in CPDA-1 Stored Blood in Sokoto, Northwestern Nigeria.
- Almizraq RDRJ, Holovati, J. & Acker, J., 2013. Storage of Red Blood Cell Affects Membrane Composition, Microvesiculation, and In Vitro Quality. *The Journal of AABB*, 53(10), pp. 2258-2267.
- Arif SH, Neha Yadav, Suhailur Rehman, *et al.* 2017. Study of Hemolysis During Storage of Blood in the Blood Bank of a Tertiary Health Care Centre. *Indian J Hematology Blood Transfusion*. Dec; 33(4): 598–602.
- Arsyani T, Yaswir R, Rofinda ZD, 2018. Perbandingan Kadar Kalium Packed Red Cell Berdasarkan Lama Penyimpanan Di Bank Darah RSUP Dr. M. Djamil Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*.
- Astuti dan Laksono. 2013. *Keamanan Darah di Indonesia*. Surabaya. Health Advocacy
- Badan POM RI No 10, 2017. Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomer 10 Tahun 2017 Tentang Penerapan Pedoman Cara Pembuatan Obat Yang Baik di Unit Transfusi Darah dan Pusat Plasmaferesis.
- BCSU. 2015. *HandBook On Component Preparation for BCSU*. Ministry of Health and Family Welfare, Government of India.
- Brugue CB, Ferreira RRF, Sanchez IM, *et al.* 2018. In vitro quality control analysis after processing and during storage of feline packed red blood cells units. *BMC Veterinary Research* (2018) 14:141
- Crestani C, Stefani A, Carminato A, *et al* 2017. In vitro Assessment of quality of citrate-phosphate-dextrose-adenin-1 preserved feline blood collected by a commercial closed system. *Journal of Veterinary Internal Medicine*.
- Daniel B, Janet KSL, Mark TG. 2012. Storage Lesion. Role of Red Cell Breakdown. *National Institute of Health*, 51(4), pp. 844-851
- Elfany, 2018. Perbandingan lama inkubasi 30 menit, 60 menit, 120 menit pada pemeriksaan Fragilitas Osmotik. *Poltekkes Kemenkes Bandung Jurusan Analis Kesehatan*.
- European Directorate for the Quality Medicines and HealthCare, 2017. *Giude To The Preparation, Use and Quality Asurance Of Blood Components*, 19 Edition, France.

- Gkoumassi E, Dijkstra-Tiekstra MJ, Hoentjen D, *et al.* 2012. Hemolysis of red blood cells during processing and storage: Hemolysis During Processing And Storage. *Transfusion (Paris)*. 2012;52:489–492.
- Hervig T, Kaada S, Seghatchian J. 2014. Storage and handling of blood components – perspectives. *Transfusion and Apheresis Science* 51 (2014) 103–106
- Isti R, Rofinda ZD, Husni. 2018. Gambaran Morfologi Eritrosit Packed Red Cell Berdasarkan Waktu Penyimpanan di Bank Darah RSUP Dr. M Djamil Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 7(Supplement 2), 17.
- Krister J, Lindstrom M, Alhabshi M, *et al.* 2021. Estimation of Blood Loss in Oral and Maxillofacial Surgery by Measurements of Low Haemoglobin Level in Mixtures of Blood, Saliva and Saline : a Laboratory Study. *Journal Of Oral and Maxillofacial Research*.
- Kiswari R, 2014. *Hematologi dan Transfusi*. 2 ed. Jakarta:Erlangga
- Lagerberg JW, Herbert K., Pieter FVDM, *et al* 2017. Prevention of Red Cell Storage Lesion. *SIMTI Service*, pp. 456-460
- Leo MG, Anneke B. 2008. Effects of Storage of Red Cells. *Leiden: Transfusion Medicine and Hemotherapy*, 35(5), pp. 359-367.
- Maharani dan Noviar. 2018. *Imunohematologi dan Bank Darah*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia
- Makroo R, Raina V, Bhatia A, *et al.* 2011. Evaluation of the red cell hemolysis in packed red cells during processing and storage. *Asian J Transfus Sci*. 2011;5:15.
- Muller MM, Gaisen C, Zacharowski K, *et al.* 2015. Transfusion of packed red cells indications, triggers, and adverse event.
- Permenkes, 2015. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 91 Tahun 2015 Tentang Standar Pelayanan Transfusi Darah. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Pesalmen S. 2019. Pengaruh Waktu Simpan Packed Red Cells (PRC) Terhadap Perubahan Kadar Hemoglobin, Hematokrit, dan Glukosa Plasma Di RSUP H. Adam Malik. Medan, Indonesia
- Rahman A. & Nur A. 2018. Peramalan Jumlah Permintaan Darah di Kota Makassar (Studi

- Kasus: Unit Donor Darah (UDD) Palang Merah Indonesia (PMI) Kota Makassar, Makassar: UIN Alaudin Makassar Repository.
- Sawadogo S, Moindze A, Nebie K, *et al.* 2021. Evaluation of hemolysis during storage of red blood cell concentrates processed by centrifugation and settling method by simple gravity in Burkina Faso. *Hematologi and Transfusion Internasional Journal*. Volume 9 Issue 3 - 2021
- Sparrow RL. 2012. Time to Revisit Red Blood Cell Additive Solutions and Storage Conditions: A Role for "Omics" Analyses. *Blood Transfusion*, Volume 10, pp. 7-11.
- Suminingsih. 2017. Pengaruh Lama Simpan Kantong Darah Donor pada Suhu 2-6 °C terhadap Kadar Hemoglobin Sebelum Transfusi Darah.
- Supadmi FRS, Artini D, Mumpuni N. 2021. Measurement of Pack Red Cells (PRC) Blood Components During Processing and Storage. *Proceedings of the International Conference on Health and Medical Sciences (AHMS 2020)*. *Advances in Health Sciences Research*, volume 34
- Tiara S. 2017. Hubungan lama penyimpanan darah donor komponen Packed Red Cells terhadap nilai Fragilitas Osmotik. Poltekkes Kemenkes Bandung Jurusan Analisis Kesehatan.
- Vassilis L. Tzounakas¹, Alkmini T. Anastasiadi, *et al.* 2017. Temperature-dependent haemolytic propensity of CPDA-1 stored red blood cells vs whole blood - Red cell fragility as donor signature on blood units. *Blood Transfus* 2017; 15: 447-55 DOI 10.2450/2017.0332-16
- Viveronika, Aldonna E. 2017. Pengaruh Transfusi Packed Red Cell dan Whole Blood terhadap Kadar Hemoglobin.
- Weinstein S. 2006. *Plumer,s Principle & Practice of Intravenous Therapy*. 8 ed. Philadelphia: Lippincot Williams & Williams.
- World Health Organization (WHO). 2013. Standard Requirements for Storage, Transport, Expiry of Blood and BloodComponents; in *National Standard for Blood Transfusion service*, 1th Ed, WHO,Thimphu Bhutan.

LAMPIRAN I. TABEL LAMPIRAN

Tabel lampiran 1. Hasil pemeriksaan fragilitas osmotik eritrosit terkait dengan tingkat

No Kantong	Hemolisis		Pemeriksaan			Hemolisis %
	Suhu °C	Hari	Hemoglobin	Hematokrit	Plasma Hb	
			g/dL	%	g/dL	
3988337A	2-6	0	20,5	62,2	0,03	0,055
S4017616A			20,3	66,4	0,05	0,082
2F115278A			19,0	59,4	0,03	0,064
2E526264A	20-24	0	20,0	61,4	0,08	0,154
2F115208A			19,5	62,2	0,05	0,096
2F115198A			21,3	64,1	0,06	0,101
3988337A	2-6	7	20,2	62,7	0,06	0,110
S4017616A			19,9	68,1	0,10	0,160
2F115278A			19,1	61,0	0,07	0,142
2E526264A	20-24	7	20,2	63,8	0,11	0,197
2F115208A			19,8	66,2	0,09	0,153
2F115198A			20,0	61,8	0,10	0,191
3988337A	2-6	14	19,2	62,3	0,08	0,157
S4017616A			20,2	68,4	0,13	0,203
2F115278A			18,9	60,5	0,10	0,208
2E526264A	20-24	14	19,8	64,5	0,14	0,251
2F115208A			20,2	67,9	0,15	0,238
2F115198A			20,6	65,3	0,16	0,269
3988337A	2-6	21	19,7	64,4	0,12	0,216
S4017616A			19,5	68,5	0,16	0,258
2F115278A			18,8	59,9	0,14	0,298
2E526264A	20-24	21	21,5	71,7	0,21	0,276
2F115208A			21,4	72,8	0,20	0,254
2F115198A			20,3	65,1	0,22	0,378
3988337A	2-6	28	20,1	65,5	0,18	0,308
S4017616A			19,8	70,6	0,23	0,341
2F115278A			19,5	62,7	0,18	0,344
2E526264A	20-24	28	20,5	68,8	0,23	0,350
2F115208A			19,9	67,7	0,24	0,389
2F115198A			21,5	69,5	0,26	0,368
3988337A	2-6	35	20,6	67,7	0,28	0,439
S4017616A			19,9	73,4	0,31	0,414
2F115278A			18,9	61,3	0,24	0,491
2E526264A	20-24	35	20,6	70,9	0,40	0,565
2F115208A			20,3	70,3	0,43	0,629
2F115198A			21,5	69,4	0,45	0,640

Tabel lampiran 2. Uji statistik deskriptif untuk melihat peningkatan nilai rata-rata tingkat hemolisis pada komponen darah PRC selama penyimpanan

Descriptive Statistics

Dependent Variable: Hemolisis

Suhu	Hari	Mean	Std. Deviation	N
2-6	0	.06700	.013748	3
	7	.13733	.025325	3
	14	.18933	.028113	3
	21	.25733	.041004	3
	28	.33100	.019975	3
	35	.44800	.039281	3
	Total	.23833	.131749	18
	20-24	0	.11700	.032140
7		.18033	.023861	3
14		.25267	.015567	3
21		.30267	.066161	3
28		.36900	.019519	3
35		.61133	.040501	3
Total		.30550	.166483	18
Total		0	.09200	.035197
	7	.15883	.032233	6
	14	.22100	.040204	6
	21	.28000	.055136	6
	28	.35000	.027298	6
	35	.52967	.096315	6
	Total	.27192	.151833	36

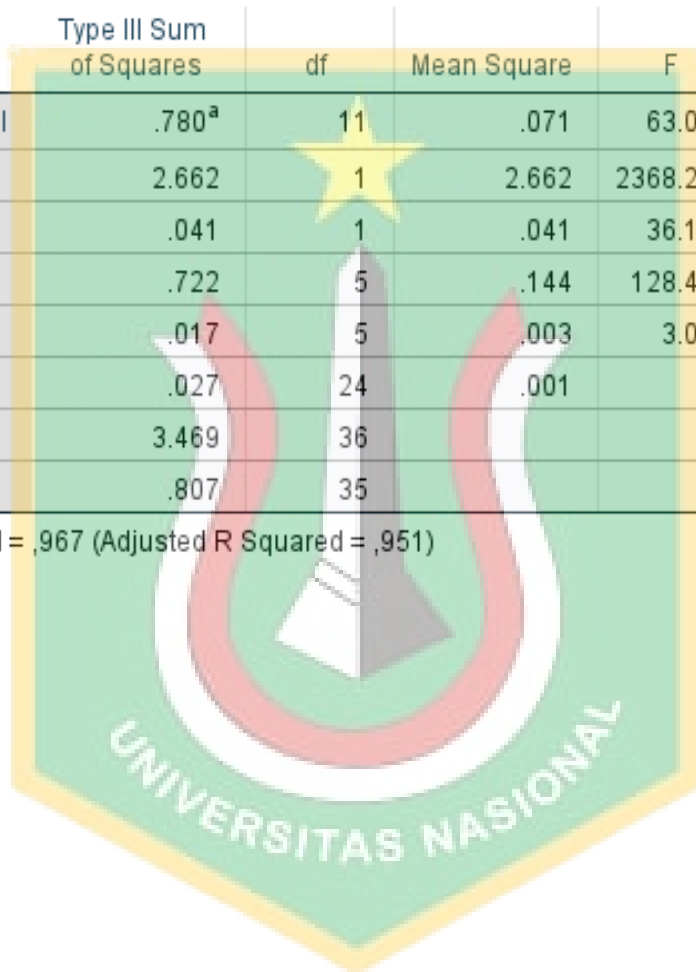
Tabel lampiran 3. Uji Anova komponen darah PRC terhadap suhu pengolahan, lama penyimpanan, dan tingkat hemolisis.

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Hemolisis

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.780 ^a	11	.071	63.081	<,001
Intercept	2.662	1	2.662	2368.260	<,001
Suhu	.041	1	.041	36.125	<,001
Hari	.722	5	.144	128.492	<,001
Suhu * Hari	.017	5	.003	3.061	.028
Error	.027	24	.001		
Total	3.469	36			
Corrected Total	.807	35			

a. R Squared = ,967 (Adjusted R Squared = ,951)



Tabel lampiran 2. Uji lanjutan *Post Hoc* Anova

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hemolisis
LSD

(I) Hari	(J) Hari	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval Lower Bound	Upper Bound
0	7	-.06683*	.019356	.002	-.10678	-.02688
	14	-.12900*	.019356	<.001	-.16895	-.08905
	21	-.18800*	.019356	<.001	-.22795	-.14805
	28	-.25800*	.019356	<.001	-.29795	-.21805
	35	-.43767*	.019356	<.001	-.47762	-.39772
7	0	.06683*	.019356	.002	.02688	.10678
	14	-.06217*	.019356	.004	-.10212	-.02222
	21	-.12117*	.019356	<.001	-.16112	-.08122
	28	-.19117*	.019356	<.001	-.23112	-.15122
	35	-.37083*	.019356	<.001	-.41078	-.33088
14	0	.12900*	.019356	<.001	.08905	.16895
	7	.06217*	.019356	.004	.02222	.10212
	21	-.05900*	.019356	.006	-.09895	-.01905
	28	-.12900*	.019356	<.001	-.16895	-.08905
	35	-.30867*	.019356	<.001	-.34862	-.26872
21	0	.18800*	.019356	<.001	.14805	.22795
	7	.12117*	.019356	<.001	.08122	.16112
	14	.05900*	.019356	.006	.01905	.09895
	28	-.07000*	.019356	.001	-.10995	-.03005
	35	-.24967*	.019356	<.001	-.28962	-.20972
28	0	.25800*	.019356	<.001	.21805	.29795
	7	.19117*	.019356	<.001	.15122	.23112
	14	.12900*	.019356	<.001	.08905	.16895
	21	.07000*	.019356	.001	.03005	.10995
	35	-.17967*	.019356	<.001	-.21962	-.13972
35	0	.43767*	.019356	<.001	.39772	.47762
	7	.37083*	.019356	<.001	.33088	.41078
	14	.30867*	.019356	<.001	.26872	.34862
	21	.24967*	.019356	<.001	.20972	.28962
	28	.17967*	.019356	<.001	.13972	.21962

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = ,001.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

LAMPIRAN II. SURAT IZIN PENELITIAN

Gambar lampiran 1. Surat Izin Penelitian



Nomer Lampiran Perihal : 0197/013/SIP/UTD/XI/2022
: -
: Izin Penelitian

Bogor, 14 November 2022
Kepada
Yth. Dekan Fakultas Biologi
Universitas Nasional
Di
TEMPAT

Dengan hormat,
Menindaklanjuti surat dari Fakultas Biologi Universitas Nasional, Nomor 439/DEK.BIO/1.1b/XI/2022 perihal permohonan izin penelitian dalam rangka penulisan Skripsi Sarjana, terkait hal tersebut pada prinsipnya kami tidak keberatan dan dapat menerima mahasiswa yaitu

Nama : Ali Firdawansyah
No. Pokok : 183112620120119
Judul Penelitian : Fragilitas Osmotik Eritrosit Pada Komponen *Packed Red Cell* Dengan Suhu Pengolahan Yang Berbeda Selama Masa Penyimpanan.

Untuk Melaksanakan penelitian di UTD PMI Kabupaten Bogor

Namun, sebelum pelaksanaan penelitian tersebut, kami persilahkan mahasiswa sebagaimana tersebut diatas untuk menghubungi Sdr. Nyai Mulyanah, selaku Kepala Biro Umum PMI Kabupaten Bogor, di nomer Telepon. 021 87903021, atau No. Hp. 085780307700

Demikian hal ini kami sampaikan, atas perhatiannya ucapkan terima kasih.

PALANG MERAH INDONESIA
UTD KABUPATEN BOGOR
Kepala,


dr. DEDE AGUNG PRIATNA, MKM

Unit Transfusi Darah Kabupate Bogor Jl. KSR. Dadi Kusmayadi Kel. Tengah - Cibinong Kab. Bogor
Telp./Fax : +62 21 87903021 Cibinong 16914 Bogor Email : uddpmikab.bogor@yahoo.co.id