
ANALISIS PERBEDAAN KUALITAS TROMBOSIT METODE PRP-PC DAN

APHERESIS DI UTD PMI KOTA SURABAYA

Zainul Arifin^{1,2*}, Hasyim As'ari², Fuad Ardiyansyah²

¹Unit Transfusi Darah PMI Kota Surabaya

Jl. Embong Ploso No.7-15, Surabaya, Jawa Timur 60271, Indonesia

²Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas PGRI Banyuwangi

Jl. Ikan Tongkol No. 01, Banyuwangi 68416, Indonesia

e-mail: zainulmania@gmail.com

Abstract

Platelet transfusion is an essential therapy for patients with thrombocytopenia and hematological disorders. The quality of platelet concentrates is influenced by the production method, namely Platelet Rich Plasma–Platelet Concentrate (PRP-PC) and Apheresis. This study aimed to analyze differences in platelet quality based on platelet count, pH, and leukocyte residuals. A quantitative comparative study with a cross-sectional design was conducted at the Blood Transfusion Unit of PMI Surabaya City in December 2025. The samples consisted of 10 units of PRP-PC and 10 units of Apheresis platelets, each tested in triplicate. Data were analyzed using the Shapiro–Wilk test, Independent-Sample t-test, and Mann–Whitney U test with a significance level of 0.05. The results showed that all platelet products met national quality standards according to Indonesian Ministry of Health Regulation No. 91 of 2015. The mean platelet count was $7.86 \times 10^{10}/\text{unit}$ for PRP-PC and $30.75 \times 10^{10}/\text{unit}$ for Apheresis; leukocyte residuals were $0.04 \times 10^9/\text{unit}$ and $0.01 \times 10^9/\text{unit}$, respectively; and pH values were 6.68 and 7.06. Statistical analysis demonstrated significant differences across all quality parameters ($p < 0.05$). It can be concluded that the Apheresis method produces platelets with superior quality in terms of quantity, purity, and pH stability, making it more suitable for clinical transfusion purposes.

Keywords: *platelet concentrate; PRP-PC; Apheresis; platelet quality; blood transfusion*

Abstrak

Transfusi trombosit merupakan terapi penting bagi pasien dengan trombositopenia dan gangguan hematologi. Kualitas trombosit konsentrat dipengaruhi oleh metode produksi, yaitu *Platelet Rich Plasma–Platelet Concentrate* (PRP-PC) dan Apheresis. Penelitian ini bertujuan menganalisis perbedaan kualitas trombosit berdasarkan jumlah trombosit, pH, dan residu leukosit. Penelitian menggunakan desain kuantitatif komparatif dengan pendekatan *cross-sectional* yang dilaksanakan di UTD PMI Kota Surabaya pada Desember 2025. Sampel terdiri atas 10 unit PRP-PC dan 10 unit trombosit Apheresis, dengan pengujian masing-masing dilakukan tiga kali. Analisis data meliputi uji *Shapiro–Wilk*, *Independent-Sample t-test*, dan *Mann–Whitney U test* pada tingkat signifikansi 0,05. Hasil menunjukkan seluruh produk memenuhi standar mutu nasional sesuai Permenkes RI Nomor 91 Tahun 2015. Rata-rata jumlah trombosit pada PRP-PC sebesar $7,86 \times 10^{10}/\text{unit}$ dan Apheresis $30,75 \times 10^{10}/\text{unit}$; residu leukosit masing-masing $0,04 \times 10^9/\text{unit}$ dan $0,01 \times 10^9/\text{unit}$; serta pH 6,68 dan 7,06. Uji statistik menunjukkan perbedaan yang signifikan pada seluruh parameter mutu ($p < 0,05$). Disimpulkan

bahwa metode Apheresis menghasilkan trombosit dengan kualitas lebih baik dibandingkan PRP-PC dari aspek jumlah trombosit, kemurnian produk, dan kestabilan pH, sehingga lebih direkomendasikan untuk kebutuhan transfusi klinis.

Kata kunci: *trombosit konsentrat; PRP-PC; Apheresis; kualitas trombosit; transfusi darah*

1. PENDAHULUAN

Transfusi darah merupakan salah satu terapi penting dalam pelayanan kesehatan modern, khususnya bagi pasien dengan gangguan hematologi atau kondisi medis yang menyebabkan penurunan jumlah sel darah (Lotterman & Sharma, 2023). Salah satu komponen transfusi yang memiliki peran krusial adalah trombosit (Kaufman *et al.*, 2015). Transfusi trombosit umumnya diberikan secara profilaksis ketika jumlah trombosit pasien berada pada kisaran 10.000–50.000/ μ L, terutama pada pasien dengan trombositopenia, keganasan hematologi, pascakemoterapi, perdarahan masif, serta penyakit infeksi seperti Demam Berdarah Dengue (DBD) (Silbernagl & Lang, 2000; Sherwood, 2016; Volkmer *et al.*, 2022). Keberhasilan terapi transfusi trombosit sangat bergantung pada kecukupan jumlah dan kualitas trombosit yang ditransfusikan, sehingga dapat meningkatkan kadar trombosit pasien secara efektif dan mencegah terjadinya perdarahan (Goh *et al.*, 2024).

Kebutuhan trombosit menunjukkan tren peningkatan seiring tingginya angka kejadian penyakit yang berhubungan dengan trombositopenia. Data Kementerian Kesehatan Republik Indonesia mencatat hingga 26 Maret 2024 terdapat 53.131 kasus DBD dengan 404 kematian, yang meningkat menjadi 60.296 kasus dengan 455 kematian pada awal April 2024 (Kementerian Kesehatan RI, 2024). Di Provinsi Jawa Timur, selama semester I dan II tahun 2024 dilaporkan sebanyak 29.496 kasus DBD, yang mencerminkan meningkatnya kebutuhan trombosit untuk terapi transfusi (Kadinkes Jatim, 2025). Sedangkan Dinas Kesehatan Kota Surabaya melaporkan 231 kasus DBD sepanjang tahun 2024, meningkat sekitar 20,94% dibandingkan tahun sebelumnya, meskipun tidak disertai kematian (Detik, 2024).

Trombosit sebagai komponen transfusi dapat diproduksi melalui dua metode utama, yaitu trombosit konsentrat dari darah utuh dan metode Apheresis atau *Single*

Donor Platelet (SDP) (Toora *et al.*, 2023). Trombosit konsentrat dari darah utuh umumnya dihasilkan melalui metode *Platelet Rich Plasma–Platelet Concentrate* (PRP-PC), yang sering memerlukan pooling dari beberapa donor. Sebaliknya, metode Apheresis menggunakan mesin khusus untuk mengumpulkan trombosit langsung dari satu donor, sehingga menghasilkan jumlah trombosit yang lebih tinggi per unit serta menurunkan risiko paparan multipel donor (Kaur *et al.*, 2020).

Perbedaan metode produksi tersebut berdampak pada variasi jumlah dan kualitas trombosit yang dihasilkan. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa trombosit hasil Apheresis cenderung memiliki jumlah trombosit lebih tinggi, kualitas morfologi yang lebih baik, serta residu leukosit yang lebih rendah dibandingkan trombosit yang dihasilkan dari darah utuh (Sadeghi Neysiyani & Amini-Kafiabad, 2025). Sebaliknya, trombosit konsentrat PRP-PC umumnya memiliki jumlah trombosit yang lebih rendah dengan variasi mutu yang lebih besar. Oleh karena itu, pemilihan metode produksi trombosit berimplikasi langsung terhadap efektivitas klinis, keamanan pasien, serta efisiensi penggunaan komponen transfusi (Sadeghi Neysiyani & Amini-Kafiabad, 2025).

Unit Transfusi Darah (UTD) utama di Kota Surabaya, PMI Kota Surabaya memiliki tanggung jawab untuk menyediakan produk trombosit yang memenuhi standar mutu nasional dan mampu memenuhi kebutuhan klinis pasien. Tingginya permintaan trombosit sering dihadapkan pada keterbatasan pasokan dan ketersediaan donor dengan golongan darah tertentu. Selama ini, produksi trombosit di UTD PMI Kota Surabaya dilakukan melalui metode PRP-PC dan Apheresis, namun evaluasi komparatif terhadap kualitas trombosit yang dihasilkan oleh kedua metode tersebut, khususnya terkait jumlah trombosit, pH, dan residu leukosit, masih terbatas.

Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan kajian ilmiah untuk mengevaluasi dan membandingkan kualitas trombosit yang dihasilkan melalui metode PRP-PC dan Apheresis. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar evaluasi mutu produk trombosit, mendukung pemenuhan standar nasional, serta membantu optimalisasi pemilihan metode produksi trombosit dalam pelayanan transfusi darah. Oleh karena

itu, penelitian ini dilakukan dengan judul “Analisis Perbedaan Kualitas Trombosit pada Produk Trombosit Konsentrat yang Dihasilkan melalui Metode PRP-PC dan Apheresis sebagai Komponen Transfusi di UTD PMI Kota Surabaya.”

2. METODE PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Unit Transfusi Darah (UTD) PMI Kota Surabaya, Indonesia. Pengambilan data dilakukan pada bulan Desember 2025 menggunakan catatan hasil pemeriksaan mutu (*Quality Control/QC*) produk trombosit. Analisis data dan penyusunan naskah penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2025.

2.2. Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif komparatif dengan desain observasional analitik *cross-sectional*. Rancangan penelitian digunakan untuk membandingkan kualitas trombosit konsentrat yang dihasilkan melalui dua metode produksi, yaitu *Platelet Rich Plasma–Platelet Concentrate* (PRP-PC) dan Apheresis (*Single Donor Platelet/SDP*), berdasarkan parameter jumlah trombosit, nilai pH, dan residu leukosit per unit produk. Objek penelitian adalah produk trombosit konsentrat yang diproduksi di Unit Transfusi Darah (UTD) PMI Kota Surabaya.

Penelitian dilaksanakan di UTD PMI Kota Surabaya pada bulan Desember 2025. Sampel penelitian terdiri atas 20 unit produk trombosit, masing-masing 10 unit PRP-PC dan 10 unit Apheresis, yang diperoleh dari data hasil pemeriksaan mutu (*Quality Control/QC*) pada periode penelitian. Setiap unit sampel diperiksa sebanyak tiga kali untuk memperoleh nilai rata-rata yang lebih representatif.

Alat yang digunakan meliputi *Hematology Analyzer Sysmex XN-350* untuk pengukuran jumlah trombosit dan residu leukosit, serta pH meter Mettler Toledo untuk pengukuran pH. Bahan penelitian berupa produk trombosit konsentrat, reagen hematologi, control reagent, dan lembar kerja *Quality Control*.

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan pencatatan hasil pemeriksaan mutu trombosit dari log *Quality Control*, meliputi jumlah trombosit, residu leukosit, dan nilai

pH. Data yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan perangkat lunak SPSS. Uji normalitas dilakukan dengan uji *Shapiro–Wilk*. Apabila data berdistribusi normal, analisis perbedaan dilakukan menggunakan *Independent-Sample t-test*, sedangkan jika data tidak berdistribusi normal digunakan uji *Mann–Whitney U*. Tingkat signifikansi yang digunakan adalah $\alpha = 0,05$.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

Penelitian mengenai analisis perbedaan kualitas trombosit pada produk trombosit konsentrat yang dihasilkan melalui metode PRP-PC dan aferesis sebagai komponen transfusi di UTD PMI Kota Surabaya telah dilaksanakan pada tanggal 4 Desember hingga 15 Desember 2025. Penelitian dilakukan di Unit Transfusi Darah (UTD) PMI Kota Surabaya dengan menggunakan data hasil pemeriksaan mutu (*Quality Control/QC*) produk trombosit konsentrat.

Setiap produk trombosit konsentrat terdiri dari sepuluh sampel dengan tiga kali pengulangan pemeriksaan untuk memperoleh hasil rata-rata yang akurat. Hasil pemeriksaan laboratorium dan analisis deskriptif disajikan pada tabel berikut.:

Tabel 4.1. Hasil Pemeriksaan Mutu Produk Trombosit Metode PRP-PC

Parameter	Jumlah Sampel	Nilai Min-Max	Rata-rata	Standar Deviasi	Standar Mutu	Ket.
Volume (mL)	30	55–69	61	4,1	>40	Sesuai
Jumlah trombosit ($\times 10^{10}$ /unit)	30	6,28–9,74	7,86	1,1	≥ 6	Sesuai
Leukosit residu ($\times 10^9$ /unit)	30	0,01–0,08	0,04	0,02	<0,2	Sesuai
pH	30	6,42–7,07	6,68	0,22	>6,4	Sesuai

Berdasarkan tabel di atas, seluruh sampel PRP-PC menunjukkan hasil yang memenuhi spesifikasi mutu nasional dengan rata-rata jumlah trombosit per unit sebesar $7,86 \times 10^{10}$ /unit, rata-rata pH 6,68, dan residu leukosit $0,04 \times 10^9$ /unit. Tidak ditemukan sampel yang berada di bawah batas minimal yang ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan.

Sementara itu, hasil pemeriksaan untuk produk trombosit metode Apheresis disajikan pada tabel berikut:

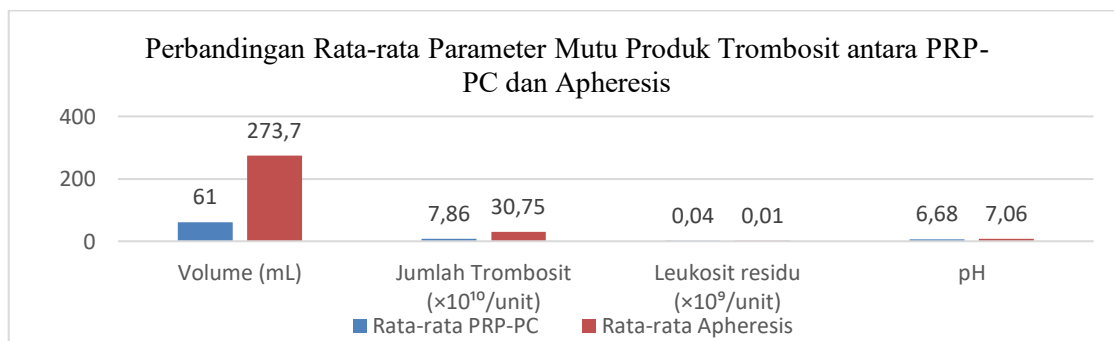
Tabel 4.2. Hasil Pemeriksaan Mutu Produk Trombosit Metode Apheresis

Parameter	Jumlah Sampel	Nilai Min-Max	Rata-rata	Standar Deviasi	Standar Mutu	Ket.
Volume (mL)	30	252–293	273,7	13,8	100–400	Sesuai
Jumlah trombosit ($\times 10^{10}/\text{unit}$)	30	25,82–35,91	30,75	3,0	≥ 20	Sesuai
Leukosit residu ($\times 10^9/\text{unit}$)	30	0,00–0,03	0,01	0,01	$< 0,3$	Sesuai
pH	30	6,96–7,18	7,06	0,1	$\geq 6,4$	Sesuai

Seluruh sampel trombosit hasil apheresis juga memenuhi persyaratan mutu nasional. Nilai rata-rata jumlah trombosit per unit pada produk apheresis ($30,75 \times 10^{10}/\text{unit}$) jauh lebih tinggi dibandingkan PRP-PC ($7,86 \times 10^{10}/\text{unit}$). Selain itu, pH produk apheresis relatif lebih tinggi (7,06) dan leukosit residu lebih rendah ($0,01 \times 10^9/\text{unit}$), menunjukkan kualitas yang lebih baik secara fisiologis dan klinis.

Untuk melihat membandingkan secara visual antarparameter mutu pada kedua metode produksi trombosit, data diringkas dalam grafik berikut:

Gambar 4.1. Grafik Perbandingan Rata-rata Parameter Mutu Produk Trombosit antara PRP-PC dan Apheresis



Berdasarkan Gambar 4.1, terlihat bahwa produk trombosit metode Apheresis menunjukkan nilai rata-rata parameter mutu yang lebih baik dibandingkan PRP-PC pada hampir seluruh variabel pengujian. Volume produk apheresis mencapai rata-rata 273,7 mL, jauh lebih besar dibandingkan PRP-PC yang hanya 61 mL. Perbedaan ini mencerminkan karakteristik dasar proses produksi, di mana metode apheresis mampu

mengumpulkan trombosit dari satu donor dalam volume plasma yang lebih besar.

Jumlah trombosit per unit pada produk Apheresis juga jauh lebih tinggi ($30,75 \times 10^{10}/\text{unit}$) dibandingkan PRP-PC ($7,86 \times 10^{10}/\text{unit}$), hal ini menunjukkan adanya efisiensi pemisahan trombosit yang lebih optimal pada metode Apheresis. Sebaliknya, kadar leukosit residu pada Apheresis lebih rendah ($0,01 \times 10^9/\text{unit}$) dibandingkan PRP-PC ($0,04 \times 10^9/\text{unit}$), menandakan kemurnian sel trombosit yang lebih baik dan risiko reaksi transfusi yang lebih kecil.

Berdasarkan nilai pH, produk Apheresis memiliki nilai rata-rata 7,06, sedangkan PRP-PC sebesar 6,68, yang menunjukkan kestabilan metabolik trombosit lebih baik pada produk apheresis. Secara keseluruhan, grafik tersebut memperlihatkan bahwa metode Apheresis menghasilkan produk dengan mutu lebih unggul, baik dari segi kuantitas maupun kualitas fisiologis trombosit, dibandingkan dengan metode PRP-PC.

Untuk memastikan apakah perbedaan rata-rata parameter mutu antara kedua metode produksi tersebut benar-benar signifikan secara statistik dan bukan disebabkan oleh variasi acak antar sampel, dilakukan uji normalitas *Shapiro-Wilk* terhadap data hasil pengukuran dengan hasil sebagai berikut.:

Tabel 4.3. Hasil uji normalitas *Shapiro-Wilk*

Mutu Produk Trombosit		<i>Shapiro-Wilk</i>			
		Statistic	df	Sig.	Kesimpulan
Jumlah Trombosit	PRP-PC	0,958	10	0,764	Berdistribusi Normal
	Apheresis	0,970	10	0,891	Berdistribusi Normal
Residu Leukosit	PRP-PC	0,871	10	0,103	Berdistribusi Normal
	Apheresis	0,778	10	0,008	Tidak Berdistribusi Normal
Nilai pH	PRP-PC	0,921	10	0,362	Berdistribusi Normal
	Apheresis	0,970	10	0,894	Berdistribusi Normal

Berdasarkan hasil uji normalitas menggunakan metode *Shapiro-Wilk*, diketahui bahwa hampir seluruh data berdistribusi normal ($p > 0,05$), kecuali parameter residu leukosit pada metode apheresis yang memiliki $p = 0,008$, sehingga tidak memenuhi asumsi distribusi normal. Oleh karena itu untuk variabel jumlah trombosit dan pH, digunakan uji *Independent-Sample t-test* dan untuk variabel residu leukosit, digunakan

uji *Mann-Whitney U test* karena datanya tidak berdistribusi normal dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 4.4. Hasil Uji *Independent-Sample t-test* Jumlah Trombosit dan pH antara PRP-PC dan Apheresis

Parameter	t	t-tabel	df	Sig. (2-tailed)	Keterangan
Jumlah Trombosit	-21,87	±1,734	18	0,000	Terdapat perbedaan signifikan
pH	-4,97	±1,734	18	0,000	Terdapat perbedaan signifikan

Hasil uji *Independent-Sample t-test* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara PRP-PC dan Apheresis baik pada jumlah trombosit maupun pH. Pada parameter jumlah trombosit diperoleh nilai *t hitung* = -21,87 dengan *df* = 18, sedangkan pada parameter pH diperoleh nilai *t hitung* = -4,97 dengan *df* = 18. Nilai *t tabel* pada *df* = 18 dan $\alpha = 0,05$ (dua sisi) adalah $\pm 1,734$, sehingga $|t \text{ hitung}| > t \text{ tabel}$ untuk kedua parameter. Hal ini diperkuat oleh nilai *Sig. (2-tailed)* = 0,000 ($< 0,05$), yang menegaskan bahwa perbedaan tersebut signifikan secara statistik. Tanda negatif (-) pada nilai *t* menunjukkan arah perbedaan rata-rata, yaitu rata-rata parameter pada kelompok PRP-PC lebih rendah dibandingkan dengan kelompok Apheresis, sesuai dengan urutan kelompok dalam pengujian.

Perbedaan ini secara statistik dan klinis menunjukkan bahwa metode Apheresis memberikan mutu produk yang lebih unggul, baik dari segi konsentrasi trombosit maupun stabilitas pH selama penyimpanan.

Tabel 4.5. Hasil Uji *Mann-Whitney U Test* Residu Leukosit antara PRP-PC dan Apheresis

Statistik Uji	Jumlah Residu Leukosit
<i>Mann-Whitney U</i>	16,500
<i>Wilcoxon W</i>	71,500
<i>Z</i>	-2.575
<i>Asymp. Sig. (2-tailed)</i>	0,010
<i>Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]</i>	0,009

Hasil uji *Mann-Whitney U Test* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik pada jumlah residu leukosit antara PRP-PC dan Apheresis.

Hal ini ditunjukkan oleh nilai *Asymp. Sig. (2-tailed)* = 0,010 dan *Exact Sig. [2(1-tailed*

Sig.)) = 0,009, yang lebih kecil dari taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Nilai $Z = -2,575$ mengindikasikan arah perbedaan peringkat, di mana tanda negatif (-) menunjukkan bahwa kelompok PRP-PC, sebagai kelompok pertama dalam analisis, memiliki peringkat rata-rata residu leukosit yang lebih rendah dibandingkan dengan kelompok Apheresis, sesuai dengan urutan pemasukan data dalam pengujian. Tanda negatif pada nilai Z tidak memengaruhi keputusan uji, karena penentuan signifikansi didasarkan pada nilai probabilitas (*p-value*). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa metode PRP-PC dan Apheresis menghasilkan perbedaan residu leukosit yang signifikan secara statistik.

3.2 Pembahasan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan kualitas trombosit konsentrat yang dihasilkan melalui dua metode produksi, yaitu PRP-PC dan Apheresis, dengan menilai parameter mutu yang meliputi jumlah trombosit per unit, residu leukosit, dan pH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua jenis produk trombosit memenuhi standar mutu nasional, yaitu jumlah trombosit $\geq 6,0 \times 10^{10}/\text{unit}$ untuk PRP-PC dan $\geq 20 \times 10^{10}/\text{unit}$ untuk trombosit Apheresis, residu leukosit $< 0,2 \times 10^9/\text{unit}$ untuk PRP-PC dan $< 0,3 \times 10^9/\text{unit}$ untuk Apheresis, serta pH $\geq 6,4$ pada akhir masa simpan, sebagaimana diatur dalam Permenkes RI No. 91 Tahun 2015 tentang Standar Pelayanan Transfusi Darah.

3.2.1. Jumlah Trombosit

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata jumlah trombosit pada produk PRP-PC sebesar $7,86 \times 10^{10}/\text{unit}$, sedangkan pada produk Apheresis sebesar $30,75 \times 10^{10}/\text{unit}$. Hasil uji *Independent-Sample t-test* menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik ($p < 0,05$), yang berarti metode produksi berpengaruh nyata terhadap jumlah trombosit yang dihasilkan.

Data hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Toora *et al.* (2023) yang menyebutkan bahwa produk trombosit hasil apheresis memiliki jumlah trombosit per unit yang lebih tinggi dan stabil, karena proses pemisahan trombosit dilakukan langsung dari donor tunggal menggunakan alat sel separator otomatis. Hal ini

juga konsisten dengan penelitian Hillyer *et al.* (2004) yang menjelaskan bahwa trombosit hasil apheresis memiliki *yield* lebih tinggi dan variasi yang lebih kecil dibandingkan trombosit dari darah utuh (PRP-PC atau *Buffy Coat*).

Sementara pada metode PRP-PC, jumlah trombosit yang dihasilkan lebih rendah karena proses pemisahan dilakukan dari darah utuh dengan volume 450 mL, sehingga jumlah trombosit sangat bergantung pada konsentrasi awal trombosit donor. Dengan demikian, perbedaan nilai rata-rata jumlah trombosit antara kedua metode mencerminkan perbedaan prinsip dasar teknologi produksi, di mana apheresis lebih efisien dalam memisahkan dan mengumpulkan komponen trombosit dari darah donor. Selain itu, penelitian Buddharaju *et al.* (2022) juga mendukung hasil ini dengan menunjukkan bahwa pasien yang menerima transfusi trombosit apheresis mengalami kenaikan jumlah trombosit pasca transfusi yang lebih konsisten dibandingkan mereka yang menerima trombosit donor acak (PRP-PC).

3.2.2. Residu Leukosit

Nilai rata-rata residu leukosit pada PRP-PC adalah $0,04 \times 10^9/\text{unit}$, sedangkan pada Apheresis hanya $0,01 \times 10^9/\text{unit}$. Uji *Mann-Whitney U test* menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) antara kedua metode produksi.

Kadar leukosit residu yang lebih rendah pada Apheresis disebabkan oleh adanya proses leukoreduksi otomatis dalam sistem apheresis, yang memisahkan leukosit secara lebih efisien selama proses pengumpulan trombosit. Sementara itu, pada PRP-PC, leukosit hanya terpisah sebagian melalui proses sentrifugasi manual, sehingga masih menyisakan lebih banyak sel putih di dalam kantong produk.

Hasil ini konsisten dengan temuan Toora *et al.* (2023) yang melaporkan bahwa produk Apheresis memiliki kadar leukosit dan eritrosit yang lebih rendah dibandingkan produk konvensional, sehingga lebih murni dan memiliki risiko reaksi transfusi yang lebih kecil. Selain itu, penelitian Hillyer *et al.* (2004) juga memperkuat temuan ini dengan menyatakan bahwa trombosit apheresis lebih aman untuk pasien dengan kebutuhan transfusi berulang, karena risiko imunisasi akibat paparan leukosit donor dapat diminimalkan, kandungan leukosit residu yang rendah sangat penting secara

klinis karena dapat mengurangi risiko reaksi febril non-hemolitik, alloimunisasi HLA, serta penularan infeksi leukositotropik seperti *Cytomegalovirus* (CMV). Dengan demikian, mutu leukosit residu yang lebih rendah pada Apheresis memiliki keunggulan fisiologis dan keamanan klinis yang signifikan dibandingkan PRP-PC.

3.2.3. Nilai pH

Nilai pH merupakan indikator penting untuk menilai viabilitas dan fungsi metabolik trombosit selama penyimpanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata pH PRP-PC adalah 6,68, sedangkan Apheresis adalah 7,06, dan hasil uji *Independent-Sample t-test* menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$).

Perbedaan nilai pH antara kedua metode produksi disebabkan oleh perbedaan volume plasma dan sistem penyimpanan. Produk trombosit Apheresis diproses dalam sistem tertutup dengan volume plasma lebih besar, sehingga aktivitas metabolisme trombosit dapat berlangsung lebih stabil dan pH lebih terjaga selama masa simpan.

Nilai pH merupakan indikator penting viabilitas dan fungsi metabolik trombosit selama penyimpanan. Menurut Hillyer *et al.* (2004), pH ideal produk trombosit berada pada rentang 6,4–7,4. Jika pH turun di bawah 6,2, maka trombosit akan mengalami perubahan morfologi, kehilangan kemampuan agregasi, dan penurunan fungsi hemostatik akibat gangguan metabolisme seluler. Sebaliknya, pH yang terlalu tinggi ($>7,4$) dapat mengganggu stabilitas membran sel dan meningkatkan risiko hemolisis.

Pada Gambar 4.1. Grafik Perbandingan Rata-rata Parameter Mutu Produk Trombosit antara PRP-PC dan Apheresis dapat diketahui nilai pH rata-rata produk Apheresis (7,06), sedangkan PRP-PC memiliki nilai pH lebih rendah (6,68), meskipun masih dalam batas aman. Hal ini menunjukkan bahwa trombosit hasil Apheresis memiliki kondisi metabolik yang lebih baik selama penyimpanan. Stabilitas pH yang baik berkontribusi terhadap meningkatnya *swirling* (indikator bentuk sferik normal trombosit) dan mempertahankan kemampuan fungsionalnya saat ditransfusikan kepada pasien (Toora *et al.*, 2023). Kestabilan pH pada produk Apheresis mencerminkan lingkungan penyimpanan yang lebih fisiologis dan mendukung keberlangsungan fungsi trombosit, sehingga produk ini lebih layak digunakan untuk kebutuhan transfusi pada

pasien dengan trombositopenia berat atau kebutuhan transfusi berulang (Toora *et al.*, 2023).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian di UTD PMI Kota Surabaya, dapat disimpulkan bahwa:

1. Seluruh produk trombosit konsentrat metode PRP-PC dan aferesis memenuhi standar mutu nasional (Permenkes RI No. 91 Tahun 2015).
2. Terdapat perbedaan bermakna ($p < 0,05$) antara kedua metode pada seluruh parameter mutu, meliputi jumlah trombosit, pH, dan leukosit residu.
3. Parameter yang paling membedakan adalah jumlah trombosit per unit, di mana metode aferesis menghasilkan jumlah lebih tinggi, disertai pH yang lebih stabil dan leukosit residu yang lebih rendah.
4. Secara keseluruhan, metode aferesis menunjukkan mutu produk yang lebih unggul dan konsisten dibandingkan PRP-PC.

Berdasarkan temuan tersebut, metode aferesis direkomendasikan sebagai pilihan utama dalam produksi trombosit konsentrat, khususnya untuk pasien dengan trombositopenia berat, kebutuhan transfusi berulang, atau risiko imunisasi tinggi, karena memberikan efektivitas klinis yang lebih baik serta meningkatkan aspek keamanan transfusi.

4.2 Saran

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memperkaya kajian ilmiah di bidang hematologi dan transfusi darah, khususnya terkait pengaruh metode produksi terhadap kualitas trombosit konsentrat. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan parameter mutu lain, seperti indeks *swirling*, kadar glukosa dan laktat, serta indikator aktivitas metabolik trombosit selama penyimpanan, guna memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai viabilitas dan fungsi trombosit.

Dari aspek praktis, hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh Unit Transfusi Darah

(UTD) PMI Kota Surabaya sebagai bahan evaluasi dan peningkatan mutu proses produksi trombosit. Mengingat metode Apheresis terbukti menghasilkan trombosit dengan jumlah lebih tinggi, leukosit residu lebih rendah, dan pH lebih stabil, peningkatan proporsi produksi trombosit melalui metode ini dapat dipertimbangkan untuk memenuhi kebutuhan klinis tertentu. Selain itu, temuan ini dapat menjadi pertimbangan bagi tenaga medis dan klinisi dalam memilih jenis produk trombosit yang paling sesuai, terutama bagi pasien dengan kebutuhan transfusi berulang atau risiko imunologis tinggi.

Penelitian lanjutan disarankan melibatkan jumlah sampel yang lebih besar serta membandingkan berbagai metode produksi trombosit, seperti PRP-PC, *Buffy Coat*, dan Apheresis secara bersamaan. Evaluasi efektivitas klinis secara langsung, misalnya melalui pengukuran *Post-Transfusion Platelet Increment* (PPI) atau *Corrected Count Increment* (CCI) untuk memberikan dasar yang lebih kuat dalam pengambilan keputusan klinis dan kebijakan operasional Unit Transfusi Darah.

5. REFERENSI

- AABB. (2024). Standards for blood banks and transfusion services (34th ed.). AABB.
- Aate, J., & Gajbhiye, S. (2023). Blood report analysis: A review. *Tropical Journal of Pharmaceutical and Life Sciences*.
- Antara News. (2025, January 11). Kadinkes: Tren kasus DBD di Jatim meningkat. Antara News Jawa Timur. <https://jatim.antaranews.com/berita/868314/kadinkes-tren-kasus-dbd-di-jatim-meningkat>
- Ariani, R., Rachmi, E., de Lima, F. V. I., Nadiyah, S., Fakhrunnisa, F., Alfarado, D., Sari, S. R., Nurmansyah, D., Ermawati, N., Wuryana, D., & Aini, R. (2025). *Dasar-dasar hematologi: Memahami ilmu darah*. Future Science Publisher.
- Barrett, K. E., Barman, S. M., Boitano, S., & Brooks, H. L. (2012). *Ganong's review of medical physiology* (24th ed.). McGraw-Hill.
- Baruah, S., & Bajpai, M. (2020). Comparative assessment of single-donor plateletpheresis by Haemonetics® MCS® Plus and Trima Accel®. *Asian Journal of Transfusion Science*, 14(1), 23–27.
- Buddharaju, C. D. V. B. S. K., Chandrakanth, G., Reddy, K. V. S., Reddy, V. L., & Som, L. S. (2022). A comparative study of the transfusion effect of single donor apheresis platelets versus random donor platelets in severe dengue. *International Journal of Contemporary Pediatrics*, 9(6), 595–599.



- Chen, J., Kim, S., Cheng, T., Gindulyte, A., He, J., & Bryant, S. H. (2023). PubChem 2023 update. *Nucleic Acids Research*, 51(D1), D1373–D1380.
- Despopoulos, A., & Silbernagl, S. (2003). *Color atlas of physiology* (5th ed.). Thieme.
- Detikcom. (2024, October 21). 231 warga Surabaya terserang DBD sepanjang 2024, meningkat 20 persen. <https://www.detik.com/jatim/berita/d-7724790/231-warga-surabaya-terserang-dbd-sepanjang-2024-meningkat-20-persen>
- EDQM. (2023). *Guide to the preparation, use and quality assurance of blood components* (21st ed.). Council of Europe.
- Firdayanti, A. U., Susanti, E. I., Sari, A. I., Supriyanta, B., Dewi, Y. R., Yashir, M., Chairani, F. T. A., Rahayu, M., Gunawan, L. S., Tuntun, M., Wibowo, S., Thaslifa, & Wenty, D. (2024). *Dasar-dasar hematologi*. CV. Eureka Media Aksara.
- Friedman, M., et al. (2025). Platelet transfusions: Current practices and emerging alternatives. *Life*.
- George, J. N. (2000). Platelets. *The Lancet*, 355(9214), 1531–1539.
- Goh, Z. J., Li, R., Wang, M. X., Chia, P. Y., & Lim, J. T. (2024). Transfusion of blood products and clinical outcomes in dengue: A systematic review and meta-analysis.
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2021). *Textbook of medical physiology* (14th ed.). Elsevier.
- Hadiatun, N., Azizah, F., Agamonanza, F., Maulidiyanti, E. T. S., Renowati, Widyastuti, R., & Budiarti, S. I. (2025). *Hemostasis dan trombosis*. PT Media Pustaka Indo.
- Hillyer, C. D., Ness, P. M., & Aubuchon, J. P. (Eds.). (2004). *Blood banking and transfusion medicine: Basic principles and practice*. Churchill Livingstone.
- Hoffbrand, A. V., Higgs, D. R., Keeling, D. M., & Mehta, A. (2016). *Hoffbrand's essential haematology* (7th ed.). Wiley-Blackwell.
- Holinstat, M. (2017). Normal platelet function. *Cancer and Metastasis Reviews*, 36(2), 195–198.
- Hughes, J., Tenni, P., & Saulsby, N. (2009). *Case studies in clinical practice*. Pharmaceutical Society of Australia.
- Kaufman, R. M., et al. (2015). Platelet transfusion: A clinical practice guideline from the AABB. *Annals of Internal Medicine*. <https://doi.org/10.7326/M14-1589>
- Kaur, P., Basu, S., Kaur, G., & Kaur, R. (2020). Comparative assessment of single donor and random donor platelets. *Asian Journal of Transfusion Science*, 14(1), 38–42.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2015). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 91 Tahun 2015 tentang standar pelayanan transfusi darah*.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2024). Demam berdarah masih mengintai. *Mediakom*, 165, 18–29.
- Kiswari, R. (2014). *Hematologi dan transfusi*. Erlangga.
- Loddo, A., & Putzu, L. (2021). Leukocyte classification methods in real application. *AI (Switzerland)*, 2(3), 394–412.

- Lotterman, S., & Sharma, S. (2023). Blood transfusion. In StatPearls. StatPearls Publishing.
- Montague, S. J., Lim, Y. J., Lee, W. M., & Gardiner, E. E. (2020). Imaging platelet processes and function. *Frontiers in Immunology*, 11, 78.
- Murphy, S., & Gardner, F. H. (2016). Platelet storage at 22°C. *Blood*, 60(6), 1356–1361.
- Notoatmodjo, S. (2018). *Metodologi penelitian kesehatan*. Rineka Cipta.
- Poletaev, G. M., Novoselova, D. V., & Zorya, I. V. (2018). Nickel crystallization study. *Physics of the Solid State*, 60(5), 928–934.
- Sadeghi Neysiyani, S., & Amini-Kafiabad, S. (2025). Platelet-derived microparticle levels. *Indian Journal of Hematology and Blood Transfusion*.
- Scheiermann, C., Frenette, P. S., & Hidalgo, A. (2015). Regulation of leucocyte homeostasis. *Cardiovascular Research*, 107(3), 340–351. <https://doi.org/10.1093/cvr/cvv099>
- Sharma, S., Bundas, S., Prinja, N., Sharma, A., & Narain, R. (2024). Effect of plateletpheresis on donor variables. *Asian Journal of Transfusion Science*, 18(2), 252–256.
- Sherwood, L. (2013). *Human physiology: From cells to systems* (8th ed.). Brooks/Cole.
- Sitanggang, F. T., et al. (2024). *Bunga rampai hematologi*. PT Media Pustaka Indo.
- Thokala, R. P., Radhakrishnan, K., Anandan, A., & Panicker, V. K. (2016). Recovery of platelet count among donors. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 10(12), EC01–EC04.
- Toora, E., et al. (2023). Quality assessment of platelet concentrates.
- Volkmer, B., Shah, N., & Howard, J. (2022). Blood transfusion in haematology. *British Journal of Haematology*, 199(5), 684–692.
- World Health Organization. (2012). *Blood donor selection: Guidelines on assessing donor suitability for blood donation*. WHO.