

Hubungan Indeks Massa Tubuh, Hemoglobin, Hematokrit Pendoron dengan Kualitas Darah pada Pendoron Darah di Rumah Sakit XYZ

Dwi Eni Danarsih^{1*}, Praptana²

¹ Program Studi Teknologi Bank Darah, Fakultas Kesehatan, Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta, Jl. Siliwangi Jl. Ringroad Barat, Area Sawah, Banyuraden, Kec. Gamping, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta Indonesia 55293

² Program Studi Rekam Medis dan Informasi Kesehatan (D-3), Fakultas Kesehatan, Universitas Jenderal, Jl. Profesor DR. HR Boenyamin No.708, Dukuhbandong, Grendeng, Kec. Purwokerto Utara, Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah Indonesia 53122

Email: dwieni.tbd@gmail.com^{1*}, papraptana@gmail.com²

Alamat: Jl. Brawijaya Jl. Ringroad Barat, Gamping Kidul, Ambarketawang, Kec. Gamping, Kabupaten Sleman

*Korespondensi Penulis

Abstract The quality of blood products, particularly Packed Red Cells (PRC), is a crucial factor in ensuring safe and effective blood transfusions. Donor conditions are thought to influence the quality of produced blood components, including factors such as Body Mass Index (BMI), hemoglobin (Hb), and hematocrit levels. This study aimed to analyze the relationship between donor BMI, hemoglobin, and hematocrit levels with the quality of PRC products, which include PRC volume, hemoglobin content, and hematocrit. This was an analytical observational study with a cross-sectional design, involving 30 blood donors at the Blood Transfusion Unit of the Indonesian Red Cross (PMI) in Gunungkidul. Donor BMI was calculated from weight and height measurements, while hemoglobin and hematocrit levels were examined from capillary blood samples. The volume, hemoglobin, hematocrit, and physical appearance of PRC were evaluated according to standard procedures and analyzed using the Pearson correlation test at a 95% confidence level ($\alpha = 0.05$). The results showed that the donors had an average BMI of 26.58 kg/m², hemoglobin 14.62 g/dL, and hematocrit 43.17%. Meanwhile, the PRC units had an average volume of 200.76 mL, hemoglobin content of 37.38 g/unit, and hematocrit of 54.33%, with all plasma samples appearing clear. Statistical analysis revealed no significant correlation between donor BMI, hemoglobin, and hematocrit with PRC volume ($p > 0.05$), PRC hemoglobin ($p > 0.05$), or PRC hematocrit ($p > 0.05$). These findings indicate that variations in donor BMI and baseline hematological parameters do not affect the quality of PRC products. This study concludes that donor BMI, hemoglobin, and hematocrit are not associated with PRC quality. Future studies are recommended to include additional parameters, such as triglyceride levels, to provide a more comprehensive understanding of donor factors affecting blood product quality.

Keywords: : BMI; Blood; Donor; Hemoglobin; PRC

Abstrak. Kualitas produk darah, khususnya komponen Packed Red Cells (PRC), merupakan aspek penting dalam mendukung transfusi darah yang aman dan efektif bagi pasien. Kondisi pendonor darah diduga turut memengaruhi kualitas produk darah yang dihasilkan, termasuk faktor Indeks Massa Tubuh (IMT), kadar hemoglobin (Hb), dan hematokrit. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara IMT, kadar hemoglobin, dan hematokrit pendonor dengan kualitas produk darah PRC yang meliputi volume, kadar hemoglobin, dan hematokrit PRC. Penelitian ini menggunakan desain observasional analitik dengan pendekatan potong lintang, melibatkan 30 pendonor darah di UTD PMI Kabupaten Gunungkidul. Data IMT dihitung berdasarkan berat badan dan tinggi badan, sedangkan pemeriksaan hemoglobin dan hematokrit dilakukan dari sampel darah kapiler pendonor. Pemeriksaan volume, hemoglobin, hematokrit, dan kondisi fisik PRC dilakukan sesuai standar, kemudian dianalisis menggunakan uji korelasi Pearson dengan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Hasil penelitian menunjukkan rerata IMT pendonor sebesar 26,58 kg/m², hemoglobin 14,62 g/dL, dan hematokrit 43,17%. Sementara itu, hasil pemeriksaan fisik dan sampel darah PRC menunjukkan rata-rata volume 200,76 mL, hemoglobin 37,38 g/unit, dan hematokrit 54,33%. Seluruh sampel PRC memiliki plasma yang jernih. Uji statistik menunjukkan tidak ada hubungan antara IMT, hemoglobin, dan hematokrit pendonor dengan volume PRC ($p > 0,05$), hemoglobin PRC ($p > 0,05$), maupun hematokrit PRC ($p > 0,05$). Hasil ini mengindikasikan bahwa perbedaan status IMT dan kadar hematologi dasar pendonor tidak memengaruhi kualitas PRC yang dihasilkan.

Penelitian ini menyimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan antara IMT, hemoglobin, dan hematokrit pendonor dengan kualitas PRC. Penelitian selanjutnya disarankan menambahkan parameter lain, seperti kadar trigliserida, untuk mendapatkan gambaran yang lebih komprehensif mengenai faktor donor yang memengaruhi mutu produk darah.

Kata kunci: Darah; Donor; Hemoglobin; IMT; PRC

1. LATAR BELAKANG

Transfusi darah merupakan prosedur medis yang esensial dan banyak digunakan untuk menggantikan kehilangan darah akibat trauma, tindakan pembedahan, maupun berbagai kondisi medis yang menyebabkan defisiensi darah pada pasien. Namun, transfusi darah juga dapat membawa risiko tertentu, seperti penularan penyakit menular dan reaksi transfusi. Selain itu, darah yang ditransfusikan diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pasien penerima darah [Permenkes No. 91., \(2015\)](#).

Pendonor darah merupakan penyedia utama pasokan darah untuk kebutuhan transfusi. Dengan demikian, pemahaman mengenai faktor-faktor yang dapat memengaruhi kualitas darah yang didonorkan, seperti Indeks Massa Tubuh (IMT), kadar hemoglobin, dan hematokrit, menjadi hal yang sangat penting [Thomas & Lumb., \(2012\)](#) [Sparrow et al., \(2021\)](#) [Erhabor.O, Imrana.S, Buhari.H & Wase.A, Ikhuenbor.D., \(2014\)](#). Meningkatkan keamanan transfusi darah adalah tujuan utama dalam penelitian ini. Dengan memahami hubungan antara IMT, hemoglobin, hematokrit pendonor, dan kualitas darah yang disumbangkan, penelitian ini dapat memberikan wawasan yang berharga untuk meningkatkan pemahaman dan praktik praktis dalam pemilihan dan pengelolaan pendonor darah. Dengan mempertimbangkan aspek-aspek di atas, penelitian tentang hubungan antara IMT, hemoglobin, hematokrit pendonor, dan kualitas darah untuk mendukung keamanan transfusi darah dapat membantu mengoptimalkan praktik transfusi darah dan meningkatkan keselamatan pasien.

Perbaikan kualitas darah merupakan salah satu upaya dalam mendukung ketahanan nasional. Penyediaan darah yang berkualitas dapat meningkatkan kualitas pelayanan darah yang berbasis patient safety. Upaya peningkatan pelayanan darah ini merupakan salah satu bentuk sikap bertanggung jawab dan nasionalis, memberikan yang terbaik untuk ketahanan nasional.

2. KAJIAN TEORITIS

Jenis dan kualitas komponen darah yang diberikan dalam transfusi sangat penting untuk mencegah komplikasi dan risiko yang terkait dengan transfusi darah [Sulung., \(2018\)](#). Parameter kualitas darah pada uji mutu darah meliputi volume komponen darah, hematokrit

dan kadar haemoglobin komponen darah, hemolisis, dan kondisi fisik komponen darah [Permenkes No. 91., \(2015\)](#). Kualitas darah tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh kondisi pendonor darah [Widiawati et al., \(2021\)](#).

Indeks Massa Tubuh (IMT) merupakan indikator yang digunakan untuk menilai status kegemukan seseorang dengan membandingkan berat badan terhadap tinggi badan [Kementerian Kesehatan RI, \(2018\)](#). IMT telah dikaitkan dengan risiko berbagai masalah kesehatan, termasuk gangguan hematologi seperti anemia [Acharya, Sephali, Minati Patnaik, Snigdha Prava Mishra., \(2018\)](#). Individu dengan IMT yang tinggi termasuk dalam kategori obesitas seringkali terkait dengan peningkatan kadar kolesterol total yang dapat menyebabkan lipemik pada produk darah yang dihasilkan [Danarsih et al., \(2022\)](#) [Subandrate et al., \(2020\)](#).

Hemoglobin (Hb) merupakan protein utama dalam sel darah merah yang berfungsi mengikat dan mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh. Protein ini terdiri atas empat subunit (dua alfa dan dua beta) yang masing-masing mengandung gugus heme dengan ion besi (Fe^{2+}) untuk mengikat oksigen secara reversibel. Selain sebagai pengangkut oksigen, hemoglobin juga berperan dalam pengaturan aliran darah, keseimbangan redoks, dan adaptasi tubuh terhadap kondisi hipoksia [Xu et al., \(2025\)](#). Hematokrit adalah pemeriksaan laboratorium untuk menilai persentase volume sel darah merah dalam darah [Nuryati & Suhardjono., \(2016\)](#). Kedua parameter ini merupakan indikator mutu produk sel darah merah seperti PRC [Permenkes No. 91., \(2015\)](#). Produk darah ini sering digunakan untuk transfusi darah pasien.

Penelitian uji kualitas darah sudah banyak dilakukan, namun kaitannya dengan kondisi pendonor belum banyak diungkap. Penelitian sebelumnya menyimpulkan bahwa lama penyimpanan darah berpengaruh pada hematokrit dan lekosit produk darah [Susilo et al., \(2020\)](#). Penelitian lain melaporkan bahwa kadar zat besi pada pendonor berkorelasi dengan mutu PRC yang dihasilkan, di mana darah dari pendonor dengan defisiensi besi tahap 2 cenderung menghasilkan PRC dengan kualitas rendah [Widiawati et al., \(2021\)](#). Penelusuran hubungan kondisi pendonor terhadap kualitas darah juga dilakukan oleh [Sparrow et al tahun 2020](#). Darah dari pendonor laki-laki menghasilkan volume komponen darah lebih besar dan kadar haemoglobin lebih tinggi daripada darah dari pendonor perempuan [Sparrow et al., \(2021\)](#).

Kualitas produk darah sangat berpengaruh terhadap keberhasilan dan keamanan transfusi. Berbagai faktor donor, seperti IMT, kadar hemoglobin, dan hematokrit, diduga berperan dalam menentukan mutu komponen darah yang dihasilkan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengeksplorasi hubungan antara kondisi pendonor dengan kualitas produk darah.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan observasional analitik dengan rancangan studi potong lintang. Nilai IMT, kadar haemoglobin, dan hematokrit pendonor dihubungkan dengan kadar haemoglobin, hematokrit, volume, serta kondisi fisik komponen PRC yang dihasilkan. Penelitian ini melibatkan 30 orang pendonor darah. Indeks Massa Tubuh subyek penelitian dihitung dengan rumus:

$$\text{IMT} = \text{Berat Badan} / (\text{Tinggi Badan})^2$$

Pengambilan sampel darah kapiler dilakukan untuk pemeriksaan kadar hemoglobin dan hematokrit pendonor. Pengamatan fisik dilakukan pada produk darah yang dihasilkan. Plasma darah yang berwarna putih susu menandakan kandungan lemak yang tinggi. Perhitungan volume komponen darah dihitung dengan rumus:

Volume komponen darah = (Berat komponen darah – berat kantong)/Berat Jenis komponen darah

Pengambilan sampel komponen darah dilakukan untuk menghitung hemoglobin dan hematokrit PRC. Hasil pemeriksaan kemudian dianalisis menggunakan analisis korelasi Pearson Product Moment dengan tingkat kepercayaan 95% dan $\alpha = 0,05$. Hasil analisis akan didapatkan nilai *Pearson Correlation* (r), *R-square*, dan *P-value*. Uji kenormalan data menggunakan metode Skewness. Penelitian ini telah memperoleh persetujuan etik dari Komisi Etik Penelitian Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta dengan nomor Skep/286/KEP/VI/2024.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian Pengambilan data dilaksanakan pada bulan Juli 2024 dengan melibatkan Pelayanann Darah di tempat penelitian. Subjek penelitian yang didapatkan sejumlah 30 pendonor yang mendonorkan darahnya ke UTD PMI Kabupaten Gunungkidul.

Mayoritas pendonor darah dalam penelitian ini adalah laki-laki (83,3%) dibandingkan perempuan. Golongan darah terbanyak pada penelitian ini adalah golongan darah A+ (40%). Pendonor paling banyak berusia 36 – 45 tahun dan jumlah penyumbangan darah paling banyak adalah 1 – 10 kali (Tabel 1).

Tabel 1. Karakteristik Pendonor

Karakteristik	Frekuensi	Persentase
Jenis Kelamin		
Laki-laki	25	83,3%

Perempuan	5	16,7%
Kebiasaan Merokok		
Ya		
Tidak	8	26,7%
	22	73,3%
Golongan Darah		
A+		
B+	12	40%
O+	8	26,6%
AB+	9	30%
	1	3,3%
Usia (tahun)		
15 – 25	2	6,7%
26 – 35	8	26,7%
36 – 45	12	40%
46 – 55	6	20%
>55	2	6,7%
Jumlah Donor Darah		
1-10 kali		
11-20 kali	17	56,7%
21-30 kali	8	26,7%
>30 kali	3	10%
	2	6,7%

Hasil Pemeriksaan Pendonor dan Komponen PRC

Rerata IMT pada pendonor adalah 26,58 kg/m². Hal ini menunjukkan bahwa rata-rata pendonor memiliki kelebihan berat badan. Rata-rata volume PRC yang dihasilkan 200,76 mL, sesuai dengan standar. Namun rata-rata kadar hemoglobin dan hematokrit PRC di bawah nilai standar yang ditetapkan [Permenkes No. 91., \(2015\)](#) (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Pendonor dan PRC

Variabel	Rata-Rata	Rentang Nilai
IMT (kg/m ²)	26,58	20,28 – 36,11
Hemoglobin Donor (g/dL)	14,62	12,70 – 16,80

Hematokrit Donor (%)	43,17	37 -51
Volume PRC (mL)	245	203,32-300,41
Hemoglobin PRC (g/unit)	45,63	31,9 – 59,37
Hematokrit PRC (%)	54,33	41 - 70
Warna Plasma PRC	Semua plasma PRC jernih	

Hubungan antara IMT, Hemoglobin Donor, dan Hematokrit Donor dengan Volume PRC

Analisis data menunjukkan bahwa IMT, kadar hemoglobin, dan hematokrit pendonor tidak memiliki hubungan dengan volume PRC ($p > 0,05$). Hubungan berlawanan ditunjukkan pada variabel IMT dengan volume PRC, sedangkan hubungan yang searah ditunjukkan pada variabel hemoglobin dan hematokrit. Namun hubungan tersebut sangat lemah.

Tabel 3. Hubungan antara IMT, Hemoglobin Donor, dan Hematokrit Donor dengan Volume PRC

Variabel	<i>p-value</i>	Koefisien Korelasi
IMT	0,928	-0,017
Hemoglobin Donor	0,135	0,279
Hematokrit Donor	0,164	0,261

Hubungan antara IMT, Hemoglobin Donor, dan Hematokrit Donor dengan Hemoglobin PRC

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa IMT, hemoglobin, dan hematokrit pendonor tidak memiliki keterkaitan dengan kadar hemoglobin PRC ($p > 0,05$). Hubungan berlawanan ditunjukkan pada variabel IMT dengan hemoglobin PRC, sedangkan hubungan yang searah ditunjukkan pada variabel hemoglobin dan hematokrit. Namun hubungan tersebut sangat lemah.

Tabel 4. Hubungan antara IMT, Hemoglobin Donor, dan Hematokrit Donor dengan Hemoglobin PRC

Variabel	<i>p-value</i>	Koefisien Korelasi
IMT	0,896	-0,025
Hemoglobin Donor	0,547	0,115
Hematokrit Donor	0,589	0,103

Hubungan antara IMT, Hemoglobin Donor, dan Hematokrit Donor dengan Hematokrit PRC

Berdasarkan hasil analisis, tidak ditemukan keterkaitan antara IMT, hemoglobin, dan hematokrit pendonor dengan kadar hematokrit PRC ($p > 0,05$). Hubungan berlawanan ditunjukkan pada variabel IMT dengan hematokrit PRC, sedangkan hubungan yang searah ditunjukkan pada variabel hemoglobin dan hematokrit. Namun hubungan tersebut sangat lemah.

Tabel 5. Hasil Analisis Hubungan antara IMT, Hemoglobin Donor, dan Hematokrit Donor dengan Hematokrit PRC

Variabel	<i>p-value</i>	Koefisien Korelasi
IMT	0,472	-0,136
Hemoglobin Donor	0,951	0,012
Hematokrit Donor	0,817	-0,044

Pembahasan

Komponen darah PRC merupakan produk darah yang paling banyak diminta untuk transfusi darah. Produk ini memiliki kandungan yang sama dengan darah lengkap tetapi sudah dikurangi plasmanya. Transfusi PRC bertujuan untuk mengganti sel darah merah sebagai pembawa oksigen pada pasien yang mengalami kehilangan darah akut dan anemia kronik [Supadmi et al., \(2024\)](#).

Berdasarkan analisis data ditunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara variabel IMT, hemoglobin, dan hematokrit pendonor dengan volume, hemoglobin, dan hematokrit pendonor. Namun ada hubungan lemah yang bersifat negatif antara IMT dengan volume, hemoglobin, dan hematokrit pendonor. Nilai IMT di atas 25 kg/m² di Indonesia termasuk kategori gemuk (obesitas) [Kementerian Kesehatan RI., \(2018\)](#). Semakin bertambah berat badan pendonor, kemungkinan hemoglobin dan hematokrit PRC yang dihasilkan rendah. Hasil penelitian ini mendukung studi tahun 2023 yang mengamati darah pendonor obesitas selama masa penyimpanan 35 hari, dan melaporkan bahwa kadar hemoglobin serta hematokrit pada pendonor obesitas lebih rendah dibandingkan pendonor non-obesitas. Penurunan jumlah sel darah merah pada pendonor yang obesitas selama penyimpanan lebih tinggi daripada pendonor yang non-obesitas [Danarsih, Artini, et al., \(2023\)](#). Uji hubungan pada subyek remaja mendapatkan hasil yang berbeda. Hubungan lemah yang positif ditunjukkan antara IMT dengan hemoglobin [Danarsih, Kusumawardani, et al., \(2023\)](#).

Pemeriksaan fisik pada plasma PRC menunjukkan tidak ada lipemia pada plasma. Hal ini kemungkinan disebabkan karena sebagian pendonor tidak merokok. Menurut penelitian di Thailand tahun 2017, faktor risiko lipemia pada darah donor adalah usia, jenis kelamin, IMT, dan kadar trigliserida. Risiko terjadi lipemia lebih tinggi pada produk darah yang berasal dari pendonor berusia lebih dari 35 tahun, berjenis kelamin laki-laki, memiliki IMT ≥ 25 kg/m², dan kadar trigliserida ≥ 151 mg/dL. Plasma yang lipemia memiliki risiko yang lebih tinggi terhadap kecepatan hemolisis sel darah merah [Wongsena & Sranujit., \(2017\)](#).

Kadar hemoglobin dan hematokrit PRC tidak dipengaruhi oleh hemoglobin dan hematokrit donor dalam penelitian ini. Namun rerata kadar hemoglobin dan hematokrit PRC lebih rendah dari nilai standarnya. Kadar hemoglobin PRC yang dipersyaratkan adalah 45 gr per unit, sedangkan hematokrit PRC minimal adalah 65% [Permenkes No. 91., \(2015\)](#). Hal ini kemungkinan disebabkan karena terdapat kadar hemoglobin pendonor di bawah 13 gr/dL dan volume PRC di bawah 179 gr/dL walaupun nilai rata-ratanya sesuai standar.

Keterbatasan dalam penelitian ini adalah pengambilan data hanya dilakukan satu kali serta penilaian lipemia hanya didasarkan pada pemeriksaan fisik. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan parameter kimia seperti kadar trigliserida.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Tidak ada hubungan antara Indeks Massa Tubuh, Hemoglobin, Hematokrit Pendonor dengan volume, hemoglobin, dan hematokrit PRC. Perlu penelitian lanjut dengan menambah variabel penelitian, seperti kadar trigliserida.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Jenderal Achmad Yani Yogyakarta yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR REFERENSI

- Acharya, S., Patnaik, M., Mishra, S. P., & Panigrahi, A. K. (2018). Correlation of hemoglobin versus body mass index and body fat in young adult female medical students. *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology*, 8(10), 1371–1371. <https://doi.org/10.5455/njppp.2018.8.0619912062018>
- Danarsih, D. E., Artini, D., & Purnamaningsih, N. (2023). Pengaruh obesitas terhadap kadar hemoglobin dan hematokrit sampel darah pendonor selama penyimpanan 35 hari. *Jurnal Kesehatan*, 16(September 2023).

- Danarsih, D. E., Kusumawardani, A. M., & Ariningtyas, R. E. (2023). Hubungan antara indeks massa tubuh dan kadar hemoglobin pada remaja putri. *Jurnal Indonesia Sehat*, 2(2), 53-58. <https://doi.org/10.58353/jurinse.v2i2.125>
- Danarsih, D. E., Purnamaningsih, N., & Susilo, T. D. E. (2022). Status obesitas dan kadar kolesterol darah pada pendonor darah di Unit Donor Darah PMI Kabupaten Sleman. *J-Dinamika: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 7(1), 89-92. <https://doi.org/10.25047/j-dinamika.v7i1.3072>
- Erhabor, O., Imrana, S., Buhari, H., Abdulrahman, Y., Wase, A., Ikhuenbor, D., & Aghedo, F. (2014). Iron deficiency among blood donors in Sokoto, North Western, Nigeria. *Open Journal of Blood Diseases*, 4(September), 33-42. <https://doi.org/10.4236/ojbd.2014.43005>
- Kementerian Kesehatan RI. (2018). *FactSheet Obesitas Kit Informasi Obesitas*. pp. 1-8.
- Nuryati, A., & Suhardjono. (2016). Pengaruh volume, lama pendiaman dan suhu penyimpanan darah pada pemeriksaan mikrohematokrit. *Jurnal Teknologi Kesehatan*.
- Permenkes No. 91, 2015. (2015). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 91 Tahun 2015 tentang Standart Pelayanan Transfusi Darah*. Ekp, 13(3), 1576-1580.
- Sparrow, R. L., Payne, K. A., & Adams, G. G. (2021). Higher donor body mass index is associated with increased hemolysis of red blood cells at 42-days of storage: A retrospective analysis of routine quality control data. *Transfusion*, 61(2), 449-463. <https://doi.org/10.1111/trf.16203>
- Subandrate, S., Sinulingga, S., Zulissetiana, E. F., Susilawati, S., Setyorini, D. I., & Amalia, E. (2020). Korelasi antara indeks massa tubuh dan profil lipid pada remaja obesitas di kota Palembang. *Majalah Kedokteran Andalas*, 43(2), 105. <https://doi.org/10.25077/mka.v43.i2.p105-111.2020>
- Sulung, N. (2018). Perbedaan reaksi pemberian transfusi darah whole blood (WB) dan packed red cell (PRC) pada pasien sectio caesare. *Human Care Journal*, 1(3). <https://doi.org/10.32883/hcj.v1i3.29>
- Supadmi, F. R. S., Kusumaningrum, S. B. C., & Sepvianti, W. (2024). *Quality Control* (1st ed.). PT Nasya Expanding Management.
- Susilo, T. D. E., Supadmi, F. R. S., & Artini, D. (2020). Pengukuran kadar hematokrit dan hitung jumlah eritrosit pada komponen darah packed red cells (PRC) selama pengolahan dan penyimpanan di UTD PMI Kota Yogyakarta. *Pin-Litamas II*, 2(1), 2654-5411. <http://ejournal.stikesjayc.id/index.php/PLT/article/view/70>
- Thomas, C., & Lumb, A. B. (2012). Physiology of haemoglobin. *Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care and Pain*, 12(5), 251-256. <https://doi.org/10.1093/bjaceaccp/mks025>
- Widiawati, R., Hafy, Z., & Liana, P. (2021). Hubungan kadar komponen besi darah pendonor terhadap kualitas packed red cells (PRC) di UDD PMI Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Surya Medika*, 7(1), 66-71. <https://doi.org/10.33084/jsm.vxix.xxx>.

- Wongsena, W., & Sranujit, R. P. (2017). Risk factors for lipemic plasma in blood donors. <https://www.researchgate.net/publication/318323645>
- Xu, Y., Yu, Z., Liu, H., Bian, X., & Tang, W. (2025). Erythrocytes enhance oxygen-carrying capacity through self-regulation. *Frontiers in Physiology*, 16. <https://doi.org/10.3389/fphys.2025.1592176>