



## ANALISIS KONTROL KUALITAS KOMPONEN TROMBOSIT : STUDI PERBANDINGAN METODE PEMBUATAN KOMPONEN TROMBOSIT

Eva Ayu Maharani<sup>1\*</sup>, Dewi Astuti<sup>1</sup>

<sup>1</sup>DIV Teknologi Laboratorium Medis, Poltekkes KemenKes Jakarta III, Jakarta, Indonesia  
e-Mail: evaayumarani@gmail.com

### Abstract

*Platelet components for transfusion are classified by various techniques or types of blood bags, namely manual centrifugation (Tc-Tr, Tc-Qd, Tc-Bc) and apheresis (Tc-Ap). The effectiveness of the use of these components is assessed through internal quality control. This study aimed to determine the quality of the platelet components with the examination of pH, volume, platelet count, and leukocyte count. Platelet index (MPV, PDW, and P-LCR) was performed as an additional examination. The research data were analyzed based on PMK No. 91, 2015 standard. The difference test was performed between manual centrifugation techniques (Tc-Tr, Tc-Qd, Tc-Bc) and apheresis (Tc-Ap) with p-value < 0,05. The results of the analysis showed that the parameters of pH, volume, and the number of leukocytes were by the standard, except for the number of platelets in the components of Tc-Tr and Tc-Qd. MPV and PDW values tend to be low and P-LCR values are generally normal. This can indicate that the platelet component is generally not in an activated state. The conclusion of this study, the Tc-Ap component is the best platelet component with quality control that is not significantly different from the Tc-Bc component.*

**Keywords:** Platelet Component, Centrifugation, Quality Control

### Abstrak

Komponen trombosit yang dibuat untuk keperluan transfusi terdiri atas berbagai macam teknik ataupun jenis kantong yang digunakan, yaitu sentrifugasi manual (Tc-Tr, Tc-Qd, Tc-Bc) dengan aferesis (Tc-Ap). Efektivitas penggunaan jenis komponen darah tersebut dinilai melalui pemeriksaan kontrol kualitas internal. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kualitas komponen trombosit dengan cakupan pemeriksaan pH, volume, hitung trombosit, dan hitung lekosit. Pemeriksaan indeks trombosit (MPV, PDW dan P-LCR) dilakukan sebagai pemeriksaan tambahan. Data hasil penelitian dianalisis berdasarkan standar PMK No.91 thn 2015. Untuk menganalisis ada tidaknya perbedaan hasil kontrol kualitas komponen antara teknik sentrifugasi manual (Tc-Tr, Tc-Qd, Tc-Bc) dengan aferesis (Tc-Ap) dilakukan uji beda bermakna dengan nilai  $p < 0,05$ . Hasil analisis menunjukkan, parameter pH, volume dan jumlah lekosit sesuai dengan standar, kecuali jumlah trombosit pada komponen Tc-Tr dan Tc-Qd. Nilai MPV, PDW cenderung rendah dan nilai P-LCR secara umum normal. Hal ini dapat menunjukkan komponen trombosit secara umum tidak dalam kondisi teraktivasi. Kesimpulan penelitian ini, Komponen Tc-Ap merupakan komponen trombosit yang lebih baik dengan penilaian kualitas yang tidak berbeda bermakna dengan komponen Tc-Bc.

**Kata Kunci:** Komponen Trombosit, Sentrifugasi, Kontrol Kualitas

## PENDAHULUAN

Transfusi komponen trombosit merupakan pilihan utama terapi pada pasien trombositopenia dengan berbagai macam penyebab (Trivedi, Manasi P; Modi, Mitul B; Dalsaniya, 2017). Namun demikian, transfusi dapat mempunyai resiko terhadap pasien, oleh karena itu prosedur ini diterapkan pada pasien yang secara klinis sangat membutuhkan transfusi (Sultan et al., 2018).

Unit transfusi darah (UTD) mempunyai standar kualitas komponen darah yang bertujuan untuk meningkatkan mutu, keamanan dan kemanfaatan pelayanan darah (PMK Republik Indonesia No 91 Tahun 2015 Tantang Standar Pelayanan Transfusi Darah, 2015). Salah satu tahapan penting untuk mempunyai komponen darah yang berkualitas dan terstandar melalui program *Internal Quality Control* (IQC)/kontrol kualitas internal yang merupakan tulang punggung program *quality management*. Proses ini diharapkan dapat memaksimalkan fungsi komponen darah dan meminimalkan reaksi transfusi pada pasien serta mengevaluasi proses pembuatan komponen trombosit (Sultan et al., 2018) (Patel, Swapnil; Ranapurwala, Mustafa; Shah, 2016).

Secara teknis, terdapat dua teknik pemisahan komponen trombosit yaitu melalui proses sentrifugasi dan apheresis. Pada teknik sentrifugasi, komponen trombosit didapat melalui proses sentrifus pada suhu dan kecepatan tertentu yang dilanjutkan dengan proses ekstraksi/pemisahan trombosit dari komponen darah lainnya. Kelemahan metode ini adalah volume komponen trombosit tidak terlalu banyak, sehingga pada pasien yang membutuhkan trombosit dalam volume banyak harus mendapat transfusi lebih dari satu donor dan hal tersebut beresiko terjadinya reaksi transfusi. Pada prosedur apheresis, trombosit dikumpulkan dari satu donor dan komponen darah lainnya yang tidak diperlukan dikembalikan ke dalam tubuh donor melalui mesin apheresis, sehingga volume yang didapatkan lebih banyak. Kelebihan lainnya adalah menurunkan resiko reaksi transfusi dari berbagai donor (Adams et al., 2007).

Pada penelitian sebelumnya, diketahui bahwa ketidaksesuaian hasil kontrol komponen trombosit terdapat pada jumlah trombosit dengan teknik sentrifugasi (Patel, Swapnil; Ranapurwala, Mustafa; Shah, 2016), sedangkan

pada teknik apheresis sesuai kriteria (Az-Zahra, 2020). Namun, pada penelitian tersebut tidak mengklasifikasikan berdasarkan jenis kantong komponen trombosit dan teknik pemisahannya.

Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis kesesuaian hasil uji kualitas komponen trombosit melalui parameter hitung jumlah trombosit, volume, pH dan jumlah lekosit pada teknik sentrifugasi yang dibagi berdasarkan jenis kantong darah dan teknik pemisahan darah, yaitu trombosit kantong triple (Tc-Tr), trombosit kantong *quadriple* (Tc-Qd), trombosit *buffy coat* (Tc-Bc) dan apheresis (Tc-Ap). Selain itu, menguji ada tidaknya beda bermakna antara kualitas Tc-Tr, Tc-Qd, Tc-Bc terhadap Tc-Ap. Parameter lainnya yang akan dianalisis adalah indeks trombosit (MPV, PDW, P-LCR) yang belum dijadikan standar untuk pemeriksaan kualitas komponen trombosit.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan dengan menganalisis 1.106 data hasil pemeriksaan kontrol kualitas komponen trombosit yang didapat dari teknik apheresis dan sentrifugasi periode Maret 2019 s/d Desember 2019 di Unit Transfusi Darah Daerah (UTDD) PMI DKI Jakarta. Data hasil pemeriksaan dianalisis melalui perhitungan rataan, nilai rentang minimal dan maksimal serta kesesuaiannya dengan PMK No.91 tahun 2015. Untuk menganalisis ada tidaknya perbedaan hasil kontrol kualitas antara teknik sentrifugasi (Tc-Tr, Tc-Qd, Tc-Bc) dan apheresis (Tc-Ap) dilakukan dengan uji statistik beda bermakna (*Mann Whitney test*).

Penelitian ini dilakukan berdasarkan kaidah etik dan telah mendapat persetujuan komisi etik Universitas Bakti Tunas Husada melalui surat nomor: 004/ec.01/kepk-bth/II/2022.

## HASIL

Data hasil pemeriksaan kontrol kualitas dilakukan pada komponen trombosit dengan masa simpan komponen trombosit maksimal hari kedua penyimpanan. Jenis komponen trombosit yang dilakukan pemeriksaan kontrol kualitas merupakan komponen trombosit yang proses pemisahannya

(ekstraksi) menggunakan plasma ekstraktor sebanyak 617 komponen dari kantong triple (Tc-Tr), 348 kantong qudruple (Tc-Qd) yang proses ekstraksinya dengan alat otomatisasi, komponen trombosit dari pooling bufy coat (Tc-Bc) sebanyak 62 kantong, dan komponen trombosit apheresis sebanyak 79 kantong.

Total 1.106 komponen trombosit dilakukan pemeriksaan uji kualitas yang terdiri atas pemeriksaan pH, volume, hitung jumlah trombosit dan hitung lekosit. Pemeriksaan lainnya adalah indeks trombosit (MPV, PDW dan P-LCR). Hasil pemeriksaan kontrol kualitas menunjukkan nilai pH pada komponen trombosit pada keseluruhan metode pembuatan (Tc-Tr, Tc-Qd, Tc-Bc, dan Tc-Ap) mempunyai pH 8 dan jumlah lekosit di dalam kantong secara keseluruhan mempunyai nilai nol. Hasil pemeriksaan lainnya terlihat pada Tabel 1 berikut ini.

**Tabel 1.** Nilai minimal, maksimal, rata-rata, dan *p value* kontrol kualitas pada komponen trombosit

No	Parameter pemeriksaan dan jenis komponen trombosit	Nilai min s/d maks	Rata-rata	<i>p value</i>
Volume komponen trombosit (mL)				
1	Tc-Tr	44 s/d 65	51,5	0,000
2	Tc-Qd	41 s/d 84	67,1	0,000
3	Tc-Bc	244 s/d 326	290,7	0,026
4	Tc-Ap	200 s/d 327	281,6	
Jumlah trombosit				
1	Tc-Tr	9,8x10 <sup>9</sup> s/d 150,84 x 10 <sup>9</sup>	53,9 x10 <sup>9</sup>	0,000
2	Tc-Qd	29,6 x10 <sup>9</sup> s/d 161,1 x10 <sup>9</sup>	62,3 x10 <sup>9</sup>	0,000
3	Tc-Bc	1,8 x10 <sup>11</sup> s/d 3,8 x10 <sup>11</sup>	2,5 x10 <sup>11</sup>	0,154
4	Tc-Ap	1,7 x10 <sup>11</sup> s/d 3,9 x10 <sup>11</sup>	2,6 x10 <sup>11</sup>	
MPV (fL)				
1	Tc-Tr	2 s/d 11,6	8,8	0,061
2	Tc-Qd	7,5 s/d 11	9	0,755
3	Tc-Bc	8 s/d 10	9	0,451
4	Tc-Ap	7,8 s/d 10,6	8,9	
PDW (%)				
1	Tc-Tr	2 s/d 13,9	8,1	0,400
2	Tc-Qd	5,7 s/d 11,7	8,1	0,754
3	Tc-Bc	6,6 s/d 10,2	8,3	0,345
4	Tc-Ap	6,3 s/d 10,8	8,2	
P-LCR (%)				
1	Tc-Tr	4 s/d 37,8	13,9	0,032
2	Tc-Qd	5 s/d 31,4	15,2	0,739
3	Tc-Bc	8,4 s/d 23,5	15,4	0,373
4	Tc-Ap	6,7 s/d 27,5	15	

Ket: *p value* masing-masing komponen (Tc-Tr, Tc-Qd, Tc-Bc) terhadap Tc-Ap  
Nilai  $p < 0,05$  berbeda bermakna

Hasil pemeriksaan kualitas komponen trombosit disesuaikan dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No 91 Tahun 2015 Tentang Standar Pelayanan Transfusi Darah, sebagai berikut.

1. pH pada akhir masa penyimpanan komponen darah yaitu  $> 6,4$  dengan 75% hasil kontrol kualitas yang dapat diterima.
2. Volume kantong  $> 40$  mL perkantong tunggal dan 100 - 400 mL kantong apheresis dan pooling BC dengan 75% hasil kontrol kualitas yang dapat diterima.
3. Jumlah trombosit tunggal  $> 60 \times 10^9$  dan minimal pooling BC dan apheresis  $2 \times 10^{11}$ , dengan 75% hasil kontrol kualitas yang dapat diterima.
4. Jumlah leukosit  $< 0,2 \times 10^9$ , pooling Bc *leucodepleted* dan apheresis  $< 1 \times 10^6$  dengan 90% hasil kontrol kualitas yang dapat diterima.

Berdasarkan kriteria PMK No.91 tahun 2015, didapat jumlah trombosit pada komponen Tc-Tr yang sesuai kriteria sebanyak 30%, Tc-Qd 69%, Tc-Bc 92% dan Tc-Ap 91% yang sesuai kriteria.

Nilai normal MPV yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada alat Sysmex yang digunakan yaitu berkisar 9 s/d 12 fL (Sysmex, 2018). Nilai minimal MPV pada keempat komponen berada di bawah nilai normal dan nilai maksimal MPV berada pada rentang nilai normal. Pada Komponen Tc-Tr nilai MPV yang berada pada nilai normal sebanyak 30%, komponen Tc-Qd sebanyak 4,9%, komponen Tc-Bc sebanyak 51,6% dan Tc-Ap sebanyak 41,8%.

Nilai normal PDW yang digunakan pada penelitian ini adalah 10% s/d 17,9% (Farias et al., 2010). Nilai PDW pada komponen Tc-Tr yang berada pada rentang nilai normal sebanyak 6,3%, Tc-Qd sebanyak 4,9% Tc-Bc sebanyak 3,2%, dan Tc-Ap sebanyak 3,8%. Umumnya nilai PDW pada keempat komponen tersebut berada di bawah nilai normal.

Nilai normal P-LCR yang digunakan pada penelitian ini adalah  $< 30\%$  (Gawlita et al., 2016). Pada komponen Tc-Tr sebanyak 94,4% berada pada kisaran normal, pada komponen Tc-Qd sebanyak 95,5%, pada komponen Tc-Bc dan Tc-Ap seluruh komponen mempunyai nilai P-LCR pada kisaran nilai normal.

## DISKUSI

Nilai pH komponen trombosit pada keseluruhan teknik pembuatan komponen trombosit (Tc-Tr, Tc-Qd, Tc-BC, dan Tc-Ap) pada penelitian ini adalah 8. Hal ini sesuai dengan kriteria pada PMK No.91 tahun 2015. Pada penelitian Marpaung dkk (2015) didapatkan peningkatan nilai pH terjadi pada penyimpanan komponen trombosit hari ketiga dan penurunan pH di hari kelima penyimpanan. Peningkatan pH yang terjadi disebabkan karena banyaknya molekul oksigen di dalam kantong, yang digunakan untuk metabolisme trombosit yang bersifat aerob. Metabolisme trombosit juga dapat bersifat glikolisis anaerob, yang menghasilkan asam laktat yang dapat merusak membran trombosit, sehingga dapat terjadi penurunan pH pada komponen trombosit di akhir masa penyimpanan (Marpaung et al., 2016). Pemeriksaan pH dapat memberikan informasi mengenai viabilitas trombosit yang dapat berkaitan dengan morfologi trombosit (Adams et al., 2007). Pada pH di bawah 6,8 bentuk trombosit menjadi sferis (bulat), perubahan bentuk ini akan menjadi tetap, jika pH komponen trombosit di bawah 6,2. Perubahan morfologi trombosit mempengaruhi viabilitas trombosit pada saat ditransfusikan dan ketahanan secara *in vivo*. Keseluruhan metabolisme komponen trombosit akan berhenti pada pH di bawah 6 (Coêlho et al., 2011) (Bashir, Mohsin, Rehman, et al., 2014). Selain itu, jika pH komponen trombosit kurang dari 7,0 dapat mengindikasikan adanya kontaminasi pada komponen trombosit (Adams et al., 2007).

Dari hasil uji kualitas volume komponen trombosit, didapat keseluruhan komponen trombosit mempunyai volume yang sesuai dengan standar. Perbedaan volume antar jenis komponen trombosit berkaitan dengan teknik pembuatan komponennya. Diantara keempat jenis komponen trombosit, volume pada komponen Tc-Tr mempunyai volume yang paling sedikit. Komponen tersebut didapat dari hasil sentrifugasi *whole blood* dengan kecepatan rendah dan dilanjutkan dengan sentrifugasi plasma kaya trombosit dengan kecepatan tinggi pada suhu tertentu. Trombosit dan plasma dipisahkan secara manual dengan plasma ekstraktor. Pada Tc-Qd dan Tc-Bc, trombosit diperoleh dari ekstraksi *buffy coat*, hanya bedanya Tc-Qd berasal dari volume komponen single donor sedangkan Tc-Bc diperoleh dari *pooling buffy coat* yaitu *buffy coat* yang berasal dari 4-6 darah donor, sehingga volume komponen trombosit yang didapat dari teknik Tc-Bc lebih besar. Pada jenis komponen Tc-Ap, trombosit diperoleh dari mesin otomatis yang memisahkan trombosit dari komponen darah lainnya menggunakan *in-process centrifugation*, yaitu diambil hanya komponen trombosit, sedangkan komponen darah lainnya dikembalikan ke dalam tubuh donor saat itu juga. Volume trombosit yang diambil pada metode tersebut setara dengan *pooling* dari 4-6 kantong tunggal (PMK Republik Indonesia No 91 Tahun 2015 Tantang Standar Pelayanan Transfusi Darah, 2015) (Trivedi, Manasi P; Modi, Mitul B; Dalsaniya, 2017). Hal tersebut juga turut mempengaruhi analisis statistik pada keempat komponen yang terdapat perbedaan bermakna antara teknik sentrifugasi (Tc-Tr, Tc-Qd, Tc-BC) dengan apheresis (Tc-Ap).

Pada hitung trombosit keempat jenis komponen trombosit, didapat jenis komponen Tc-Tr mempunyai nilai rata-rata jumlah trombosit di bawah nilai standar (Tabel 1), dengan rentang dan variasi jumlah trombosit cukup besar yaitu  $9,8 \times 10^9$  s/d  $150,84 \times 10^9$ . Pada Tc-Qd juga mempunyai rentang nilai minimum yang rendah dari nilai normal, walaupun nilai rata-rata berada pada kisaran nilai normal. Jika dibandingkan, komponen Tc-Tr dan Tc-QD mempunyai beda jumlah trombosit yang bermakna dengan Tc-Ap ( $p < 0,05$ ), sedangkan komponen Tc-Bc terhadap Tc-Ap mempunyai jumlah trombosit yang tidak berbeda bermakna ( $p > 0,05$ ). Berdasarkan PMK No.91 tahun 2015 diketahui

persentase komponen trombosit yang sesuai kriteria adalah Tc-Bc dan Tc-Ap, sedangkan komponen Tc-Tr dan Tc-Qd mempunyai persentase kurang dari kriteria (<75%). Kriteria jumlah trombosit pada PMK No.91 tahun 2015 disebutkan jumlah trombosit tunggal harus mempunyai  $> 60 \times 10^9$ , namun pada peraturan tersebut tidak disebutkan spesifik jenis kantongnya. Pada pelaksanaannya, di UTDD PMI DKI Jakarta mempunyai kriteria nilai normal jumlah trombosit pada kantong *triple* (Tc-Tr) yang berlaku, yaitu  $> 47 \times 10^9$  dan pada kantong *quadriple* sesuai dengan PMK No.91 tahun 2015. Hal ini didasarkan pada volume komponen yang terdapat pada kantong *triple* yang diambil dari *whole blood* (WB) sebanyak 350 ml, sedangkan pada kantong *quadriple* diambil dari *whole blood* (WB) sebanyak 450 ml. Berdasarkan kriteria tersebut, didapat komponen Tc-Tr yang sesuai kriteria sebanyak 76%.

Jumlah trombosit pada komponen trombosit dapat dipengaruhi berbagai macam faktor mulai dari Jumlah trombosit pada donor, teknik pengambilan darah donor, pembuatan komponen seperti sentrifugasi, lamanya penyimpanan dan proses agitasi pada saat penyimpanan (Coêlho et al., 2011) (Trivedi, Manasi P; Modi, Mitul B; Dalsaniya, 2017) (Combs et al., 2005).

Pada Keseluruhan komponen trombosit (Tc-Tr, Tc-Qd, Tc-Bc dan Tc-Ap) mempunyai jumlah leukosit seluruhnya di angka nol, yang sesuai kriteria. Hitung leukosit dilakukan untuk melihat adanya kontaminasi leukosit yang dapat menimbulkan reaksi transfusi, yaitu kondisi demam / *febrile nonhemolytic transfusion reaction* (FNHTR), reaksi aloimunitasi, dan kemungkinan adanya transmisi CMV (Adams et al., 2007). Sel leukosit yang mengontaminasi komponen trombosit juga membutuhkan oksigen, sehingga dapat mengurangi persediaan oksigen pada kantong komponen yang juga dibutuhkan untuk metabolisme trombosit (Coêlho et al., 2011).



Indeks trombosit (MPV, PDW, P-LCR) merupakan gambaran analisis ukuran, dan sebaran trombosit (Bain, Barbara; Bates, Imelda; Laffan, 2017). Selain itu, indeks trombosit dapat memberikan gambaran representatif mengenai perubahan morfologi trombosit selama penyimpanan (Bashir, Mohsin, Amin, et al., 2014). Adanya peningkatan nilai MPV dan PDW mengindikasikan trombosit teraktivasi karena terdapat perubahan morfologi trombosit yang membesar dan membentuk pseudopodia. Namun diantara kedua parameter tersebut, nilai PDW lebih spesifik mengindikasikan adanya aktivasi trombosit. Pada kondisi pembengkakan trombosit tanpa aktivasi, nilai MPV cenderung meningkat, tanpa disertai nilai PDW (Vagdatli et al., 2010). Walaupun nilai MPV dan PDW pada komponen trombosit di penelitian ini cenderung rendah, namun dapat dianalisis bahwa normalnya nilai PDW selalu disertai normalnya nilai MPV, namun nilai MPV yang normal tidak selalu disertai dengan nilai PDW yang normal.

Nilai P-LCR merupakan gambaran dari proporsi trombosit yang mempunyai volume lebih dari 12 fL, atau trombosit yang berukuran besar. Nilai P-LCR berhubungan lurus dengan kondisi trombositopenia (Reddy & Khan, 2018). Pada penelitian ini, umumnya komponen trombosit mempunyai nilai P-LCR di rentang nilai normal, namun demikian, nilai P-LCR lebih dari nilai normal terdapat pada komponen darah dengan jumlah trombosit kurang dari nilai normal dan normal. Pada penelitian ini, nilai normal indeks trombosit (MPV, PDW, P-LCR) yang digunakan merupakan nilai normal dari sampel darah, sehingga harus ada standarisasi nilai normal khusus komponen trombosit dan membutuhkan studi yang lebih spesifik.

## KESIMPULAN

Uji kualitas komponen trombosit pada jenis komponen Tc-Tr, Tc-Qd, Tc-Bc dan Tc-Ap sesuai dengan standar PMK No.91 tahun 2015 kecuali untuk jumlah trombosit pada komponen Tc-Tr dan Tc-Qd. Komponen Tc-Ap merupakan komponen trombosit yang lebih baik dengan penilaian kualitas yang tidak berbeda bermakna dengan komponen Tc-Bc.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada pimpinan dan seluruh staf UTDD PMI DKI Jakarta, khususnya staf laboratorium uji mutu.

## KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak ada konflik kepentingan untuk penerbitan jurnal ini.

## REFERENSI

- Adams, S., Alving, B., Anderson, K. C., AuBuchon, J. P., Bandarenko, N., Barrett, J., et.al. (2007). Blood Banking and Transfusion Medicine Basic Principles & Practice. In Hillyer, Silberstein, Ness, Anderson, & Roback (Eds.), *Blood Banking and Transfusion Medicine Basic Principles & Practice* (2nd Ed). Blackwell Publishing Ltd USA. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-06981-9.50040-5>.
- Az-Zahra, T. (2020). *Karakteristik Quality Control Thrombocyte Concentrate Metode Apheresis dan Platelet-Rich Plasma*. [https://repository.unsri.ac.id/40442/3/RAMA\\_11201\\_04011281722072\\_8872220016\\_0030065705\\_01\\_FRONT\\_ref.pdf](https://repository.unsri.ac.id/40442/3/RAMA_11201_04011281722072_8872220016_0030065705_01_FRONT_ref.pdf).
- Bain, Barbara; Bates, Imelda; Laffan, M. (2017). *Dacie and Lewis Practical haematology* (S. Lewis (ed.); 12th ed.).
- Bashir, S., Mohsin, S., Amin, H., Rehman, M., Hussain, S., & Saeed, T. (2014). Comparison of changes in platelet count, mean platelet volume and swirling in stored platelet concentrates with and without platelet additive solution. *Journal of Applied Hematology*, 5(1), 10-14. <https://doi.org/10.4103/1658-5127.131819>.
- Bashir, S., Mohsin, S., Rehman, M., Saeed, T., Amin, H., & Hussain, S. (2014). Comparison of changes in platelet count, mean platelet volume and swirling in stored platelet concentrates with and without platelet additive solution. *Journal of Applied Hematology*, 5(1), 10. <https://doi.org/10.4103/1658-5127.131819>.
-

- Coêlho, M. J. D., Monteiro, T. de C., Vasquez, F. G., Silva, K. L. T., dos Santos, K. S. B., de Oliveira, V. M. A., & Cavalcante, F. de O. (2011). Platelet aggregation and quality control of platelet concentrates produced in the Amazon blood bank. *Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia*, 33(2), 110-114. <https://doi.org/10.5581/1516-8484.20110030>.
- Combs, M., Denomme, G., Grossman, B., Haley, N., Harris, T., Jett, B., Leger, R., Linden, J., McFarland, J., Perkins, J., Roseff, S., Sweeney, J., & Triulzi, D. (2005). *Technical Manual AABB* (M. Brecher (ed.); Issue 86). AABB.
- Farias, M. G., Schunck, E. G., Dal Bó, S., & De Castro, S. M. (2010). Definition of reference ranges for the platelet distribution width (PDW): A local need. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 48(2), 255-257. <https://doi.org/10.1515/CCLM.2010.035>.
- Gawlita, M., Wasilewski, J., Osadnik, T., Reguła, R., Bujak, K., & Gonera, M. (2016). Mean platelet volume and platelet-large cell ratio as prognostic factors for coronary artery disease and myocardial infarction. *Folia Cardiologica*, 10(6), 418-422. <https://doi.org/10.5603/fc.2015.0079>.
- PMK Republik Indonesia No 91 Tahun 2015 Tantang Standar Pelayanan Transfusi Darah, 2009 (2015).
- Marpaung, E., Setiawaty, V., Ritchie, N. K., & Timana, I. S. (2016). Function and platelet count in platelets concentrate during the storage storage. *Health Science Jurnal of Indonesia*, 6(JUNE 2015), 48-51.
- Patel, Swapnil; Ranapurwala, Mustafa; Shah, M. (2016). Quality Control Of Blood Components-A Step Towards Efficient Supply Of Blood Products. *International Journal of Advanced Research*, 4(6), 625-634. <https://doi.org/10.21474/IJAR01>.
- Reddy, R. S., & Khan, M. I. (2018). A study of platelet large cell ratio [P-LCR] in thrombocytopenia. *Saudi Journal of Medicine (SJM)*, 100, 8. <https://doi.org/10.21276/sjm.2018.3.4.3>.
- Sultan, S., Zaheer, H. A., Waheed, U., Baig, M. A., Rehan, A., & Irfan, S. M. (2018). Internal quality control of blood products: An experience from a tertiary care hospital blood bank from Southern Pakistan. *Journal of Laboratory Physicians*, 10(01), 064-067. [https://doi.org/10.4103/jlp.jlp\\_97\\_17](https://doi.org/10.4103/jlp.jlp_97_17).
- Sysmex. (2018). *White Paper The Role Of The Immature Platelet Fraction (IPF) In The Differential Diagnosis Of Thrombocytopenia The Value-Driven The Value-Driven Laboratory*.
- Trivedi, Manasi P; Modi, Mitul B; Dalsaniya, S. B. M. I. P. T. J. D. (2017). Improved Quality and Number of Platelet Count in Apheresis-Platelet Concentrate> Buffy Coat-Platelet Concentrate & Platelet Rich Plasma-Platelet Concentrate, Assessed by Study of Quality Parameters in 119 Units of Platelet Concentrate. *Hematology & Transfusion International Journal*, 5(6), 335-337. <https://doi.org/10.15406/htij.2017.05.00139>.
-

Vagdatli, E., Gounari, E., Lazaridou, E., Katsibourlia, E., Tsikopoulou, F., & Labrianou, I. (2010). Platelet distribution width: A simple, practical and specific marker of activation of coagulation. *Hippokratia*, 14(1), 28-32.

---