

PENGARUH WAKTU DAN SUHU PENYIMPANAN TROMBOSIT KONSENTRAT TERHADAP JUMLAH TROMBOSIT

*The Influence of Time and Temperature of Thrombocyte Concentrate Storage on the
Number of Thrombocyte*

Dede Hermawan^{1*}, Eem Hayati^{2*}, Adang Durachim^{3*}, Ganjar Noviar^{4*}.

^{1, 2, 3, 4*} Poltekkes Kemenkes Bandung, Program Studi Sarjana Terapan, Jurusan Teknologi
Laboratorium Medis

Email: mlthermawan81@gmail.com

ABSTRACT

UTD PMI DKI Jakarta Province until now continues to strive to provide the best service to the community. The blood component that is often used for transfusion is concentrated platelets where the storage process can cause changes in platelet count due to platelet metabolism. The aim of this study was to determine the average number of platelets in platelet concentrates stored at refrigerator temperature (2° - 6°C) and room temperature (20° - 25°C) for 0 days, 5 days, and 10 days and the effect of time and temperature. storage of platelet concentrates on the number of platelets in UTD PMI DKI Jakarta. This research is quasi-experimental in nature, with the research unit being one bag of concentrate platelets stored without shaking at refrigerator temperature (4 - 6°C) and shaken at room temperature (20 - 25°C) for 0 days, 5 days, and 10 days, then examined Platelet count for each treatment using a Sysmex XN-350 hematology analyzer. The results showed that the average number of platelets at refrigerator temperature (4 - 6°C) with a shelf life of 0 days was 161,900 cells/ μ L, 5 days was 143,060 cells/ μ L and 10 days was 131,680 cells/ μ L. The average number of platelets at room temperature (20 - 25°C) with a shelf life of 0 days was 162,680 cells/ μ L, 5 days 214,240 cells/ μ L and 10 days 136,160 cells/ μ L. The GLM test results show the value of sig $0.000 < \alpha = 0.05$, so it can be concluded that there is a significant effect on the storage temperature of platelet concentrates at refrigerator temperature (4 - 6°C) and at room temperature (20 - 25°C).

Keywords: Concentrated Platelets, Storage Temperature, Storage Time.

ABSTRAK

UTD PMI Provinsi DKI Jakarta hingga kini terus berupaya memberikan pelayanan terbaik kepada masyarakat. Komponen darah yang sering digunakan untuk transfusi adalah trombosit konsentrat yang di mana proses penyimpanan dapat menimbulkan perubahan jumlah trombosit akibat metabolisme trombosit. Tujuan penelitian untuk mengetahui rata-rata jumlah trombosit pada trombosit konsentrat yang disimpan pada suhu *refrigerator* (2° - 6°C) dan suhu ruang (20° - 25°C) selama 0 hari, 5 hari, dan 10 hari serta pengaruh waktu dan suhu penyimpanan trombosit konsentrat terhadap jumlah trombosit di UTD PMI DKI Jakarta. Penelitian ini bersifat kuasi eksperimen dengan unit penelitian adalah satu kantung trombosit konsentrat yang disimpan dengan tanpa goyangan suhu *refrigerator* (4 - 6°C) dengan goyangan suhu ruang (20 - 25°C) selama 0 hari, 5 hari, dan 10 hari, kemudian diperiksa jumlah trombosit setiap perlakuan dengan menggunakan *hematology analyzer Sysmex XN-350*. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata jumlah trombosit pada suhu *refrigerator* (4 - 6°C) dengan lama simpan 0 hari sebesar 161.900 sel/ μ L, 5 hari sebesar 143.060 sel/ μ L dan 10 hari sebesar 131.680 sel/ μ L. Rata-rata jumlah trombosit pada suhu ruang (20 - 25°C) dengan lama simpan 0 hari sebesar 162.680 sel/ μ L, 5 hari sebesar 214.240 sel/ μ L dan 10 hari sebesar 136.160 sel/ μ L. Hasil uji GLM menunjukkan nilai sig 0,000 < α =0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang bermakna suhu simpan trombosit konsentrat pada suhu *refrigerator* (4 - 6°C) dan pada suhu ruang (20 - 25°C).

Kata Kunci: Trombosit, Suhu Simpan, Waktu Simpan.

PENDAHULUAN

Salah satu unit kerja Palang Merah Indonesia (PMI) adalah Unit Transfusi Darah (UTD). Tanggung jawab dan fungsi utamanya adalah untuk menyediakan layanan pasokan darah yang aman, tepat waktu, murah, dan berkelanjutan serta untuk meningkatkan status kesehatan melalui manajemen darah yang berkualitas¹. UTD Salah satu dari enam UTD di Indonesia, PMI Provinsi DKI Jakarta telah mendapatkan sertifikasi dari Badan POM RI untuk Cara Pembuatan Obat yang Baik (CPOB) dan *Good Manufacturing Practice* (GMP) dalam penyediaan darah².

Pelayanan transfusi darah yang aman meliputi pengolahan komponen darah yang merupakan suatu tindakan memisahkan komponen darah donor melalui metode tertentu menjadi komponen darah yang dapat digunakan³.

Whole Blood (WB) dan komponen darah adalah dua kategori produk komponen darah, dengan *Whole Blood* membentuk 27,3% dan komponen darah membentuk 72,7% dari total. *Packed Red Cells* (PRC), *Washed Erythrocytes* (WE), *Thrombocy Concentrate* (TC), Plasma, *Fresh Frozen Plasma* (FFP), dan *Cryoprecipitate* semuanya dihasilkan dari komponen darah yang menyumbang 72,7% dari total. Komponen darah yang sering digunakan untuk transfusi adalah trombosit konsentrat yang merupakan bagian kaya akan trombosit dari darah utuh dipisahkan dengan cara sentrifugasi, kebutuhan konsentrat trombosit di Indonesia mencapai 20,40% pada tahun 2018⁴.

Sel darah merah memiliki umur yang lebih panjang daripada trombosit, yang hanya bertahan 8 - 10 hari di dalam tubuh. Bahkan lebih sedikit waktu bagi trombosit untuk bertahan hidup di kantong darah. Kelangsungan hidup trombosit pada kantong darah bahkan lebih singkat. Proses penyimpanan dapat menimbulkan perubahan terhadap TC, akibat metabolisme trombosit. Penyimpanan

dilakukan di inkubator agitator dengan suhu $22^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ memiliki umur sampai dengan 5 hari penyimpanan, sedangkan pada suhu $4^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ memiliki umur selama 3 hari tanpa goyangan⁵.

Menurut penelitian Lestariyani dan Herawati tahun 2017, rata-rata jumlah trombosit dalam konsentrat trombosit pada hari pertama, ketiga, dan kelima penyimpanan tidak banyak berubah satu sama lain. Sedangkan hasil penelitian Wen *et al.*, tahun 2018 menyatakan bahwa selama penyimpanan pada suhu 22°C dengan agitasi selama tujuh hari, viabilitas trombosit tetap baik⁶.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui rata-rata jumlah trombosit pada trombosit konsentrat yang disimpan pada suhu *refrigerator* dan suhu ruang selama 0 hari, 5 hari, dan 10 hari serta untuk mengetahui apakah terdapat pengaruh waktu dan suhu penyimpanan trombosit konsentrat terhadap jumlah trombosit di UTD PMI Jakarta.

METODE

Desain penelitian yang digunakan adalah kuasi eksperimen yaitu trombosit konsentrat akan disimpan dengan tanpa goyangan pada suhu *refrigerator* ($4 - 6^{\circ}\text{C}$) dan dengan goyangan pada suhu ruang ($20 - 25^{\circ}\text{C}$) selama 0 hari, 5 hari, dan 10 hari, kemudian diperiksa jumlah trombosit setiap perlakuan dengan menggunakan *hematology analyzer Sysmex XN-350*.

Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Penjaminan Mutu Unit Transfusi Darah (UTD) DKI Jakarta. Pada penelitian ini, data yang dikumpulkan merupakan data primer, yaitu data yang diperoleh secara langsung melalui pemeriksaan jumlah sel trombosit menggunakan alat *hematology analyzer Sysmex XN-350* dari trombosit konsentrat dengan tanpa goyangan suhu *refrigerator* ($4 - 6^{\circ}\text{C}$) dengan goyangan suhu ruang ($20 - 25^{\circ}\text{C}$) selama 0 hari, 5 hari, dan 10 hari.

Data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan kemudian dilakukan pengolahan dengan Program SPSS uji deskriptif dan dilanjutkan uji *General Linear Model Univariat* untuk menentukan pengaruh suhu simpan dan lama simpan terhadap jumlah trombosit.

HASIL

Pada penelitian ini dilakukan pemeriksaan jumlah sel trombosit menggunakan alat *hematology analyzer Sysmex XN-350* dari trombosit konsentrat dengan tanpa goyangan suhu *refrigerator* (4 - 6°C) dengan goyangan suhu ruang (20 - 25°C) selama 0 hari, 5 hari, dan 10 hari di Laboratorium Penjaminan Mutu UTD PMI Provinsi DKI Jakarta. Alat *hematology analyzer Sysmex XN-350* dilakukan *control level 1 (low)*, *level 2 (normal)* dan *level 3 (high)*, bahwa hasil kontrol pada alat dinyatakan valid karena masuk dalam *range* nilai kontrol. Hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 1. sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Penelitian

Pengulangan	Jumlah Trombosit (sel/μL)					
	Suhu refrigerator (4 - 6°C)			Suhu ruang (20 - 25°C)		
	0 hari	5 hari	10 hari	0 hari	5 hari	10 hari
1	166.100	142.000	124.800	164.800	211.300	136.700
2	162.800	144.600	130.700	160.100	211.300	135.900
3	162.100	141.700	139.000	162.000	214.700	138.600
4	162.000	141.800	131.800	164.400	211.700	133.100
5	162.700	143.200	132.300	162.100	218.800	136.500
rata-rata	161.900	143.060	131.680	162.680	214.240	136.160

Berdasarkan Tabel 1. menunjukkan hasil rata-rata jumlah trombosit pada suhu *refrigerator* (4 - 6°C) dengan lama simpan 0 hari sebesar 161.900 sel/μL, 5 hari sebesar 143.060 sel/μL, dan 10 hari sebesar 131.680 sel/μL. Sedangkan rata-rata jumlah trombosit pada suhu ruang (20 - 25°C) dengan lama simpan 0 hari sebesar 162.680 sel/μL, 5 hari sebesar 214.240 sel/μL, dan 10 hari sebesar 136.160 sel/μL. Dari data di atas dapat disimpulkan rata-rata jumlah trombosit pada suhu *refrigerator* (4 - 6°C) yang disimpan 0 hari, 5 hari, dan 10 hari mengalami penurunan, sedangkan rata-rata jumlah trombosit pada suhu ruang (20 - 25°C) dengan goyangan yang disimpan 0 hari, 5 hari, dan 10 hari lebih stabil terutama pada hari ke-5 terjadi

peningkatan jumlah trombosit akibat adanya goyangan pada agitator yang mengurangi terjadinya agregasi trombosit.

Data hasil penelitian yang diperoleh kemudian dilakukan uji deskriptif yang disajikan pada Tabel 2. sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Uji Deskriptif

Suhu Refrigerator (4 - 6°C)			
Lama simpan	Jumlah Trombosit (sel/μL)		
	N	Mean	Standar Deviation
0 Hari	5	161.900	1051.190
5 Hari	5	143.060	1696.467
10 Hari	5	131.680	5056.382
Suhu Ruang (20 - 25°C)			
Lama simpan	Jumlah Trombosit (sel/μL)		
	N	Mean	Standar Deviation
0 Hari	5	162.680	1930.544
5 Hari	5	214.240	2357.541
10 Hari	5	136.160	1986.957

Dilihat pada Tabel 2. menunjukkan hasil rata-rata jumlah trombosit pada suhu *refrigerator* (4 - 6°C) dengan lama simpan 0 hari sebesar 161.900 sel/μL (SD= 1051.190), 5 hari sebesar 143.060 sel/μL (SD= 1696.467), dan 10 hari sebesar 131.680 sel/μL (SD= 5056.382). Sedangkan rata-rata jumlah trombosit pada suhu ruang (20 - 25°C) dengan lama simpan 0 hari sebesar 162.680 sel/μL (SD= 1930.544), 5 hari sebesar 214.240 sel/μL (SD= 2357.541), dan 10 hari sebesar 136.160 sel/μL (SD = 1986.957).

Sebagai langkah awal, dilakukan uji *Equality of Error Variances^a* untuk mengetahui apakah data penelitian berdistribusi normal atau tidak yang disajikan pada Tabel 3. sebagai berikut:

Tabel 3. Hasil Uji *Equality of Error Variances^a*

Dependent Variable: Jumlah Trombosit				
F	df1	df2	Sig.	
1.108	5	24	.382	

Tabel 3. menunjukkan nilai sig 0,382 > α= (0,05), sehingga menunjukkan bahwa *error variance variabel dependent* adalah sama untuk semua kelompok data dan terdistribusi normal.

Setelah diketahui bahwa data yang didapatkan berdistribusi secara normal, maka dilakukan uji *General Linear Model Univariat* untuk melihat apakah ada pengaruh faktor suhu simpan dan lama simpan trombosit konsentrat terhadap jumlah trombosit yang disajikan pada Tabel 4. sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Uji *General Linear Model Univariat*

Sumber	Mean Square	F	Sig.	Partial Eta Squared
Suhu_simpan	4869228000.000	682.873	.000	.966
Waktu_simpan	5122132333.333	718.341	.000	.964
Suhu_simpan * Waktu_simpan	3924475000.000	550.379	.000	.979
Error	7130500.000			

Berdasarkan Tabel 4. dapat terlihat bahwa faktor suhu simpan memiliki nilai sig $0,000 < \alpha=0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang bermakna suhu simpan trombosit konsentrat pada suhu *refrigerator* (4 - 6°C) yang dan pada suhu ruang (20 - 25°C) dengan goyangan terhadap jumlah trombosit. Sedangkan faktor lama simpan memiliki nilai sig $0,000 < \alpha=0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang bermakna lama simpan trombosit konsentrat 0 hari, 5 hari, dan 10 hari terhadap jumlah trombosit. Sehingga dapat disimpulkan terdapat pengaruh yang bermakna suhu simpan dan lama simpan trombosit konsentrat terhadap jumlah trombosit.

PEMBAHASAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa rata-rata jumlah trombosit pada suhu *refrigerator* (4 - 6°C) yang disimpan 0 hari, 5 hari, dan 10 hari mengalami penurunan, sedangkan rata-rata jumlah trombosit pada suhu ruang (20 - 25°C) dengan goyangan yang disimpan 0 hari, 5 hari, dan 10 hari lebih stabil terutama pada hari ke 5 terjadi peningkatan jumlah trombosit dengan rata-rata 214.240 sel/ μ L akibat adanya goyangan pada agitator yang mengurangi terjadinya agregasi trombosit.

Kemudian dilakukan uji GLM terlihat bahwa faktor suhu simpan memiliki nilai sig $0,000 < \alpha=0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang bermakna suhu simpan trombosit

konsentrat pada suhu *refrigerator* (4 - 6°C) dan pada suhu ruang (20 - 25°C) dengan goyangan terhadap jumlah trombosit.

Sedangkan faktor lama simpan memiliki nilai sig $0,000 < \alpha=0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang bermakna lama simpan trombosit konsentrat 0 hari, 5 hari, dan 10 hari terhadap jumlah trombosit. Sehingga dapat disimpulkan terdapat pengaruh yang bermakna suhu simpan dan lama simpan trombosit konsentrat terhadap jumlah trombosit.

Sel darah yang disebut trombosit sangat penting untuk menjaga hemostasis. Pasien dengan trombositopenia kongenital atau didapat penyakit trombositopatik harus mendapatkan transfusi trombosit sebagai pengobatan profilaksis atau hemostatik. Karena umur simpan trombosit yang terbatas, transfusi trombosit adalah pengobatan yang menyelamatkan jiwa dan masalah dalam layanan transfusi darah. *American Association of Blood Banks* (AABB) menyarankan untuk menjaga trombosit pada suhu ruang (20 - 24°C) selama 5 hari dengan agitasi konstan⁷. Jika dibandingkan dengan penyimpanan pada suhu 37°C, dapat menyebabkan penurunan aktivitas metabolisme trombosit sebesar 60%⁸.

Karena kemungkinan infeksi bakteri, umur simpan komponen darah TC terbatas. Selain itu, trombosit rentan pada perubahan lingkungan selama penyimpanan yang dapat berdampak pada kualitas dan disebut sebagai *lesions*⁹. Kelangsungan hidup trombosit dapat dipengaruhi oleh perubahan kualitas ini, yang juga dapat mengurangi aktivitas hemostatik¹⁰. *Platelete storage lesion* disebabkan oleh banyak proses yang kurang dikenal, diantaranya yaitu oleh sejumlah variabel, seperti prosedur yang digunakan untuk mengambil darah, pembuatan komponen, penyimpanan, dan modifikasi setelah pengambilan darah¹¹.

Penelitian sebelumnya oleh Bashir *et al.*, pada tahun 2014 menyatakan bahwa komponen darah TC mempertahankan fungsinya secara memuaskan jika disimpan selama 5 hari, setelah itu mungkin ada penurunan viabilitas dan

fungsi trombosit secara bertahap selama penyimpanan trombosit¹².

Saat terkena permukaan asing, trauma, pH rendah, agonis (trombin, ADP), dan *shear stress*, trombosit dapat menjadi aktif. Trombosit kehilangan struktur diskoidnya setelah aktivasi dan terlihat lebih bulat dengan banyak pseudopoda¹³. Selain mengaktifkan trombosit, paparan *shear stress*, seperti yang terlihat selama proses sentrifugasi yang digunakan untuk membuat komponen, juga dapat memicu lisis dan *calpain* teraktivasi. Sebagai hasil dari lisis trombosit ini, *cytosolic Dehidrogenase Laktat* (LDH) dapat terbentuk dan isi granular dapat dilepaskan. Pembacaan MPV dapat menurun akibat degradasi protein sitoskeletal seperti aktin, talin, dan *actin binding protein* oleh *calpain* (protease), yang juga menghasilkan pembentukan mikrovesikel¹⁴.

Jumlah trombosit berkurang pada hari kelima penyimpanan, menurut penelitian tahun 2015 oleh Gupta *et al.*, Tetapi penurunan itu tidak substansial, sehingga masih dianggap baik. Hal ini sebagai akibat dari lisis penyimpanan trombosit yang dihasilkan dari *platelet storage lesions* dan menunjukkan penurunan pH yang substansial selama penyimpanan. PH komponen TC dalam penelitian ini berkisar antara 7,20 - 7,33, oleh karena itu TC dianggap dalam kondisi sangat baik dan dapat ditoleransi. *The American Association of Blood Banks* (AABB) merekomendasikan bahwa trombosit dengan pH <6,2 dan pH >7,4 tidak dapat digunakan untuk transfusi. Beberapa diantaranya yaitu pH, penggunaan glukosa, dan pembentukan laktat semuanya dipengaruhi oleh suhu penyimpanan. Ketika pH turun di bawah 6,0, perubahan bentuk yang ireversibel dan hilangnya viabilitas trombosit terjadi akibat pengaruh penurunan pH (<6,8) pada morfologi trombosit¹⁵.

Aktivitas metabolisme trombosit selama penyimpanan menghasilkan konsumsi O₂ dan pembentukan CO₂, yang menghasilkan pola penurunan O₂ dan peningkatan CO₂ dalam kantong TC. Hasil penelitian ini, pCO₂ menurun secara signifikan, namun pO₂ tidak turun secara

signifikan. Kemungkinan besar terjadi karena sifat pertukaran gas yang baik pada kantong TC yang digunakan dalam penelitian ini. Signifikansi dampak agitator pada kualitas trombosit yang disimpan pada suhu ruang pertama kali diketahui oleh Murphy dan Gardner. Pertukaran gas yang baik yang diciptakan oleh penggunaan agitator mencegah asam laktat menumpuk dan menurunkan pH dalam kantong TC¹⁶.

Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan bahwa penyimpanan TC selama 5 hari pada suhu ruang (20 - 25°C) dengan goyangan tidak menyebabkan perubahan aktifitas metabolik, morfologi sel, dan penurunan jumlah trombosit. Nilai pH dan pCO₂ dari TC menurun dan nilai MPV meningkat secara signifikan tetapi tetap dalam batas yang dapat diterima setelah disimpan pada suhu ruang (20 - 25°C) dengan goyangan selama 5 hari. Karena jumlah trombosit sedikit atau tidak ada pengaruhnya, TC yang disimpan selama 5 hari masih dalam kondisi baik.

TC sangat rentan terhadap kontaminasi bakteri yang bisa berbahaya pada pasien dengan konsekuensi timbulnya gejala klinis bahkan menyebabkan kematian. Berdasarkan ketentuan *Food and Drug Administration* (FDA) penentuan kulaitas TC selain dari jumlah trombosit dalam kantong darah, UTD PMI DKI Jakarta melakukan uji mutu komponen darah TC dengan uji kontaminasi bakteri menggunakan Bact/ALERT® dari BioMérieux Inc. Hasil menunjukkan penyimpanan TC pada suhu *refrigerator* (4 - 6°C) tanpa goyangan lebih dari 3 hari dan pada suhu ruang (20 - 25°C) tanpa goyangan lebih dari 5 hari sudah terkontaminasi bakteri diantaranya *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus aureus* dan *Serratia marcescens*².

SIMPULAN

Hasil uji statistik *General Linear Model Univariat* disimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang bermakna suhu simpan dan lama simpan trombosit konsentrat terhadap jumlah trombosit.

DAFTAR RUJUKAN

1. Permenkes RI.2015. 'PMK No. 91 Tahun 2015', *Permenkes Nomor 91*, 2009, p. 32.
2. UTD PMI DKI Jakarta. 2022. Profil UTD PMI Jakarta. diakses tanggal 30 Desember 2022 dari <https://utdpmidkijakarta.or.id/profil>
3. Komaretno R, D. R.2021.*Production Of Blood Components Packed Red Cells Buffy Coat Removed*. PCR', 4(1), pp. 9–14.
4. PUSDATIN RI. 2018. Infodatin Pelayanan Darah Di Indonesia, p. 156. Diakses 2 Agustus 2022 dari : <https://pusdatin.kemkes.go.id/article/view/18091000001/pelayanan-darah-di-indonesia-2018.html>
5. Setiawaty, V. *et al.* 2016. 'Function and platelet count in platelets concentrate during the storage storage', *Health science Jurnal of Indonesia*, 6(JUNE 2015), pp. 48–51.
6. Lestariyani, N dan Herawati, S. 2017. Perbedaan Jumlah Trombosit Konsentrat Trombosit Pada Penyimpanan Hari I, Iii, V Di Unit Donor Darah Pmi Provinsi Bali/Rsup Sanglah Denpasar', *E-Jurnal Medika Udayana*, 6(3), pp. 1–4.
7. Handigund M, Cho Y. 2015. Insight into platelet storage and the need for multiple approaches. *Ann Clin Lab Sci* : 45(6): 713-719.
8. Simon T, McCullough J, Snyder E, Solheim B, Strauss R. 2016. Preparation, preservation, and storage of platelet concentrates in Rossi's principles of transfusion medicine. *Wiley Blackwell*; 5: 231-232.
9. NasrEldin E. 2017. Effect of cold storage on platelets quality stored in a small containers: Implications for pediatric transfusion. *J Pediatr Hematol Oncol* ; 2: 29-34.
10. Kaushanky K. 2013. Megakaryopoiesis and thrombopoiesis in William's Hematology. USA: McGraw Hill.
11. Singh H, Chaudhary R, Ray V.2003.Evaluation of platelet storage lesions in platelet concentrates stored for seven days. *Indian J Med Res*; 118: 243-246.
12. 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. *J Appl Hematol*; 5: 10-4.
13. Arnason N, Sigurjonsson O. 2017. New strategies to understand platelet storage lesion. *ISBT Science Series*; 1-5.
14. Kaur R, Mittal K. 2015. Platelet storage lesion: An update. *Asian J Transfus Sci* ; 9(1).
15. Gupta A, Chandra T, Kumar A. 2011. In vitro function of random donor platelets stored for 7 days in composol platelet additive solution. *Asian J Transfus Sci*;5(2): 160-163.
16. Xhetani M, Metka A, Seferi I. 2014. Evaluation of the correlation between pH and MPV platelet concentrates prepared in Tirana Blood Transfusion Center. *Albanian J Agric Sci*; 267-26