

**PERBANDINGAN DERAJAT KEASAMAN (PH) PRODUK  
THROMBOCYTECONCENTRATE: METODE APHERESIS DAN METODE  
POOLING**

**COMPARISON OF ACIDITY DEGREE (PH) ON THROMBOCYTE  
CONCENTRATEPRODUCTS: APHERESIS METHOD AND POOLING  
METHOD**

**Resti Ariani<sup>1</sup>, Abdul H Kuspranoto<sup>2</sup>, dan Intan Aulia<sup>3</sup>**

<sup>1) 3)</sup> Teknologi Bank Darah, Politeknik Bina Trada, Kota Semarang, Indonesia  
50276

<sup>2)</sup> Teknik Elektromedik, Politeknik Bina Trada, Kota Semarang, Indonesia  
50276

E-mail: restiariani@polbitrada.ac.id

**ABSTRACT**

One indicator of the decreasing quality of thrombocyte concentrate (TC) during storage is the pH value. Thrombocyte making can use pooling and apheresis methods. The pooling method is carried out by combining 4-6 bags of single thrombocytes with sterile connecting device, while apheresis method is done automatically using apheresis machine. Quality Control Inspection of TC product is conducted to ensure the quality of the product in accordance with applicable specifications. This study aims to find out the difference in acidity degree value (pH) in thrombocyte concentrate apheresis and pooling methods. This type of research is descriptive comparative with the design of cross sectional section study. The population of research was all the results of pH value examination on thrombocyte apheresis and pooling in UDD PMI Semarang city in 2020, with the number of 48 bags each. The sampling technique used is total sampling. Analysis of research data was conducted univariate and bivariate with the help of SPSS version 25. The average pH value in thrombocyte apheresis 7,145 and in thrombocyte pooling 7,417. Bivariate analysis of thrombocyte apheresis and pooling using Independent Sample T-Test has a significance value of 0.000. From the results of the analysis of research data, there is a significant difference between the pH value in thrombocytes apheresis and pooling method. Because there are differences between the two pH values in thrombocyte products, there needs to be an improvement in the evaluation and monitoring of each product.

**Keywords:** *Thrombocyte, pH value, Apheresis Method, Pooling Method*

**ABSTRAK**

Salah satu indikator menurunnya kualitas *thrombocyte concentrate* (TC) selama penyimpanan adalah nilai pH. Pembuatan trombosit bisa menggunakan metode *pooling* dan *apheresis*. Metode *pooling* dilakukan dengan menggabungkan 4-6 kantong trombosit tunggal dengan alat *sterile connecting device*, sedangkan metode *apheresis* dilakukan secara otomatis menggunakan mesin *apheresis*. Pemeriksaan Uji Mutu produk TC dilakukan untuk memastikan mutu produk sesuai dengan spesifikasi yang berlaku. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan nilai derajat keasaman (pH) pada trombosit konsentrat metode *apheresis* dan *pooling*. Jenis penelitian ini deskriptif komparatif dengan rancangan *cross sectional study*. Populasi penelitian yaitu seluruh hasil pemeriksaan nilai pH pada trombosit *apheresis* dan *pooling* di UDD PMI Kota Semarang tahun 2020, dengan jumlah masing-masing 48 kantong. Teknik pengambilan sampel menggunakan total sampling. Analisa data penelitian dilakukan secara univariat dan bivariat dengan bantuan SPSS versi 25. Didapat rata-rata nilai pH pada trombosit *apheresis* 7,145 dan pada trombosit *pooling* 7,417. Analisa bivariat pada trombosit *apheresis* dan *pooling*

dengan menggunakan uji *Independent Sample T-Test* memiliki nilai signifikansi 0,000. Dari hasil analisa data penelitian, terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai pH pada trombosit metode *apheresis* dan *pooling*. Karena ditemukan adanya perbedaan di antarakedua nilai pH pada produk trombosit, maka perlu adanya peningkatan dalam evaluasi dan monitoring terhadap setiap produk.

**Kata Kunci:** *Trombosit, Nilai pH, Metode Apheresis, Metode Pooling*

## PENDAHULUAN

Salah satu komponen sel darah yang banyak digunakan untuk kebutuhan transfusi adalah trombosit (Sari, Purwanto and Julia, 2012). Trombosit menjadi komponen darah yang berperan penting dalam proses penyembuhan luka, mengatur integritas, dan hemostasis vascular. Salah satu produk olahan trombosit didistribusikan paling banyak dalam bentuk *Thrombocyte Concentrate* (TC). Hal ini dibuktikan dengan data dari Direktorat Bina Upaya Kesehatan Dasar yang menyebutkan bahwa dari total produksi komponen darah di Indonesia, sebanyak 20,40% diantaranya adalah TC metode *Plateled Rich Plasma* (RPR) atau *Buffy Coat* (BC) dan *plateled apheresis*. (Direktorat Binyankes, 2018)

Data dari UDD PMI Kota Semarang menunjukkan adanya perubahan *trend* permintaan produk TC pada tahun 2018 hingga 2020. (Kota Semarang, no date). Tingginya permintaan TC untuk kebutuhan transfusi dan pengobatan mengharuskan proses *Quality Control* TC benar-benar terjamin. Kualitas TC yang tidak baik akan meningkatkan resiko pasca transfusi seperti *thrombosis* yang membahayakan pasien (Mentari, Pebrina and Nurpratami, 2020).

Kualitas trombosit dapat dinilai dengan pemeriksaan *swirling*, volume, jumlah trombosit, residu leukosit, dan pH (Mallhi, Kumar and Philip, 2015). Kadar pH menjadi penanda yang paling rentan terpengaruhi selama proses penyimpanan, sekaligus

menjadi penentu kualitas konsentrat TC. Perubahan pH selama proses penyimpanan diduga menginduksi agregasi trombosit, pelepasan kalsium dan serotonin trombosit, serta ketersediaan faktor III trombosit (Kholmukhamedov and Jobe, 2019). Penyimpanan TC di hari kelima terbukti menyebabkan penurunan pada nilai pH dan jumlah trombosit (Setiawaty *et al.*, 2016). Indikator pH yang dijadikan standar dalam pemeriksaan produk TC sesuai dengan Permenkes RI No. 91 tahun 2015 yaitu  $> 6,4$  / unit. Nilai pH di bawah 6,0 dilaporkan dapat menyebabkan kelainan dan viabilitas yang rendah pada trombosit (Mentari, Pebrina and Nurpratami, 2020).

Pada dasarnya, produk TC dapat diperoleh dari dua cara pengolahan, yaitu konvensional dari kantong darah lengkap (*whole blood*) dan otomatis menggunakan mesin *apheresis*. Berger and Wittmann (2016) melaporkan bahwa sebanyak 60% produksi trombosit berasal dari metode *apheresis*, namun karena faktor dan biaya produksi yang relatif mahal, beberapa produksi trombosit mulai beralih ke trombosit *pooling* / *platelet pooling concentrate* (PPC). Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan nilai derajat keasaman (pH) pada produk TC metoda *apheresis* dan *pooling* pada tahun 2020 di UDD PMI Kota Semarang.

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini yaitu deskriptif komparatif, dengan rancangan *cross sectional study*. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei-Juni di UDD PMI Kota Semarang bagian Uji Mutu Produk Darah. Metode pengolahan trombosit *pooling* dan *apheresis* merupakan variabel bebas dalam penelitian ini. Sedangkan hasil pemeriksaan nilai pH pada trombosit *apheresis* dan *pooling* sebagai variabel terikat.

Populasi dalam penelitian yaitu seluruh hasil pemeriksaan nilai pH pada produk *thrombocyte concentrate* metode *apheresis* dan *pooling* tahun 2020, dengan jumlah masing-masing sampel 48 kantong. Teknik pengambilan sampel menggunakan *total sampling*, dimana seluruh seluruh populasi yang ada akan dijadikan sampel dalam penelitian ini. Data penelitian yang diperoleh diolah dan dianalisis secara univariate dan bivariate dengan SPSS versi 25.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

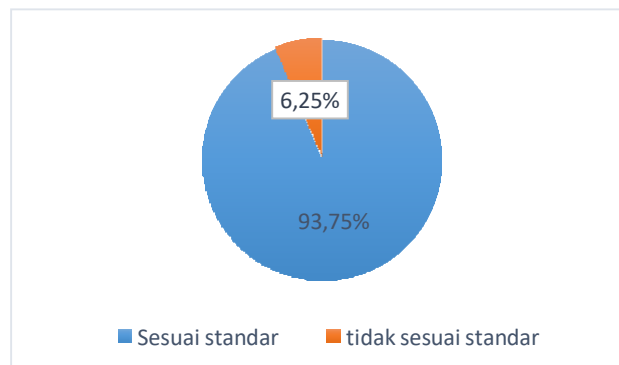
Rerata nilai pH pada trombosit *apheresis* berdasarkan hasil analisis didapatkan hasil 7,145 dan pada trombosit *pooling* memiliki rata-rata 7,417. Nilai pH pada produk trombosit *apheresis* dan *pooling* disajikan pada **Tabel 1**.

**Tabel 1. Deskripsi Data Nilai pH pada Trombosit Apheresis dan Pooling**

| Jenis trombosit  | Jumlah pemeriksaan(N) | Nilai derajat keasaman (pH) |         |         |                 |
|------------------|-----------------------|-----------------------------|---------|---------|-----------------|
|                  |                       | Mean (/unit)                | Minimum | Maximum | Standar Deviasi |
| <i>Apheresis</i> | 48                    | 7,145                       | 6,02    | 7,96    | 0,405           |
| <i>Pooling</i>   | 48                    | 7,417                       | 6,90    | 7,72    | 0,235           |

Nilai pH sesuai standar spesifikasi Permenkes RI No. 91 tahun 2015 yaitu > 6,4 / unit. Hasil pemeriksaan nilai pH produk TC *apheresis* dan *pooling* di UDD PMI Kota Semarang pada tahun 2020 terdapat 3 nilai yang tidak sesuai standar dari Permenkes RI No 91 tahun 2015 (**Gambar 2**). Nilai pH yang tidak sesuai standar

terdapat pada produk TC *apheresis* dengan presentasi 6,25% atau 3 sampel dari total 48 sampel pemeriksaan. Sedangkan pada produk TC *pooling*, semua sampel memiliki nilai pH sesuai standar spesifikasi yang telah ditetapkan.



**Gambar 2. Nilai pH pada Trombosit *apheresis* dan *pooling***

Data hasil pemeriksaan nilai pH pada produk TC *apheresis* dan *pooling* dapat dilihat pada **Tabel 2**. Uji beda nilai pH produk trombosit *apheresis* dan *pooling* dengan *Independent Sample T-Test* memiliki nilai *p value* 0,000 ( $p < 0,05$ ), artinya terdapat perbedaan yang signifikan antara nilai pH pada trombosit *apheresis* dan trombosit *pooling*. Hasil uji beda dapat dilihat pada **Tabel 3**.

**Tabel 2. Hasil pemeriksaan Nilai pH pada Produk TC *apheresis* dan TC *pooling***

| Jenis          | Hasil Pemeriksaan Nilai pH |       |                       | Total |
|----------------|----------------------------|-------|-----------------------|-------|
|                | Nilai                      | pH    | Nilai pH >6,4<br><6,4 |       |
| Trombosit      | n                          | 3     | 45                    | 48    |
|                | %                          | 6,25% | 93,75%                | 100%  |
| <i>Pooling</i> | n                          | 0     | 48                    | 48    |
|                | %                          | 0%    | 100%                  | 100%  |

**Tabel 3. Hasil Perhitungan Uji Beda Menggunakan *Independent Sample T-Test***

| Test                             | Nilai signifikasi<br>( <i>p value</i> ) |
|----------------------------------|-----------------------------------------|
| <i>Independent Sample T-Test</i> | 0,000                                   |

Hasil analisa univariat, didapatkan nilai rerata pH dan standar deviasi pada trombosit *apheresis* 7,145 dan 0,405. Sedangkan nilai rerata pH dan standar deviasi pada trombosit *pooling* 7,417 dan 0,235. Nilai pH trombosit metode *apheresis* dan *pooling* sama-sama berada pada angkatujuh. Namun, pH lebih tinggi pada trombosit metode *pooling*. Kondisi ini dimungkinkan akibat pengaruh dari keberadaan antikoagulan dengan kandungan fospat pada trombosit *pooling* yaitu

*Citrate Phosphate Dextrose* (CPD/CPD-A). Fospat berfungsi sebagai

*buffer*/penyangga derajat keasaman (pH). Pada trombosit *apheresis* hanya mengandung antikoagulan *Acid Citrate Dextrose* (ACD/ACD-A) dan pada prosesnya dengan cepat akan dimetabolisme menghasilkan CO<sub>2</sub> dan air. Hasil penelitian ini bertentangan dengan penelitian *National Blood Authority Australia* dimana nilai rerata pH pada trombosit *apheresis* dan trombosit *pooling* memiliki nilai yang hampir sama. Rata-rata nilai pH pada trombosit *apheresis* 7,1 dengan standar deviasi 0,2, sedangkan pada trombosit *pooling* 7,1 dengan standar deviasi 0,1 (*National Blood Authority Australia*, 2015).

Analisa bivariat pada sampel uji menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara nilai pH pada trombosit *apheresis* dan trombosit *pooling* dengan nilai  $p < 0,05$  ( $p = 0,000$ ). Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Malhi (2015) di mana terdapat perbedaan yang signifikan pada nilai pH antara produk TC metode *apheresis* dan *pooling*.

Pada penelitian ini, nilai pH trombosit *apheresis* lebih rendah dibandingkan trombosit *pooling*, tetapi hasil penelitian ini bertolak belakang dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Malhi (2015) di mana nilai pH pada trombosit *apheresis* lebih baik daripada trombosit *pooling*. Hal ini dapat disebabkan karena pemeriksaan nilai pH pada produk TC di UDD PMI Kota Semarang dilakukan pada hari kelima. Produk TC *apheresis* yang ada di UDD PMI Kota Semarang tidak dilakukan penyimpanan. Pengambilan darah donor hanya dilakukan bila terdapat permintaan produk tersebut dari pasien di rumah sakit (Wijaya, 2021).

Penurunan pH pada TC diduga dipengaruhi oleh metabolisme trombosit melalui

glikolisis. Glikolisis adalah pemecahan glukosa menjadi energi yang berfungsi untuk mempertahankan kualitas trombosit pra dan pasca transfusi. Ada beberapa faktor kemungkinan yang menyebabkan rendahnya nilai pH pada trombosit *apheresis*, yaitu faktor suhu penyimpanan dan agitasi, kantong penyimpanan, volume, dan antikoagulan. Suhu optimal untuk penyimpanan trombosit adalah  $20^{\circ}$  –  $24^{\circ}\text{C}$  dengan agitasi dan masa simpan selama 3-5 hari (Setyati, Julia, Soemantri, 2010). Penyimpanan pada suhu  $20^{\circ}$  –  $24^{\circ}\text{C}$  dengan agitasi berlaku untuk semua jenis produk TC, termasuk trombosit *apheresis* dan *pooling*.

Penurunan pH dapat juga disebabkan karena produksi asam laktat dari proses glikolisis trombosit (Thazha and Rengan, 2019). Perubahan nilai pH dapat dipengaruhi oleh monitoring alat dan suhu penyimpanan yang kurang optimal selama berada dalam agitator. Adanya agitasi, dapat meningkatkan sirkulasi oksigen. Penyimpanan trombosit tanpa agitasi dapat meningkatkan regulasi glikolisis asam laktat dan menyebabkan penurunan nilai pH pada trombosit (Siddon, Tormey and Snyder, 2019).

Pada praktiknya, semua kantong trombosit dibuat berpori-pori untuk memungkinkan adanya pertukaran  $\text{O}_2$  dan  $\text{CO}_2$ . Oksigenasi inilah yang memenuhi terjadinya fosforilasi oksidatif pada mitokondria secara *aerob* dan berfungsi dalam pemeliharaan nilai pH (Cushing and Desimone, 2019). Secara teori, trombosit beraktivasi dengan mengonsumsi glukosa dan menghasilkan asam piruvat dan metabolisme berlanjut ke siklus asam sitrat *aerob* dan menghasilkan energi berupa ATP dan  $\text{CO}_2$ . Selanjutnya, ATP akan diubah menjadi ADP dan berfungsi sebagai

pemeliharaan fungsi trombosit sedangkan CO<sub>2</sub> akan dilepaskan melalui pori-pori yang ada pada kantong trombosit. Apabila oksigen terbatas, maka glukosa akan dipecah dalam kondisi anaerob, sehingga asam piruvat berubah menjadi asam laktat dan bisa menyebabkan penurunan pH (Vassallo, 2014). Tiga sampel dalam penelitian ini memiliki nilai pH yang tidak memenuhi standar, yaitu kurang dari 6,4/ unit. Penyebab rendahnya nilai pH pada sampel tersebut belum diketahui secara pasti, namun pengaruh terbesar ditengarai berasal dari proses penyimpanan. Penurunan pH pada komponen darah TC diduga dipengaruhi oleh metabolisme trombosit melalui glikolisis. Proses glikolisis merupakan salah satu tahapan untuk mensintesis ATP yang digunakan sebagai sumber energi bagi trombosit. Energi yang dihasilkan akan digunakan untuk respirasi seluler (Kholmukhamedov and Jobe, 2019). Pada akhir proses glikolisis akan dihasilkan 2 molekul ATP, 2 molekul ADP dan 2 molekul CO<sub>2</sub>. Senyawa CO<sub>2</sub> yang terlarut ini akan menyebabkan kondisi dalam kantong menjadi asam, sehingga terjadi penurunan pH.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Marpaung *et al.*, (2015) dan Mentari *et al.*, (2015) di mana selama masa penyimpanan TC terjadi penumpukan asam laktat dan menyebabkan kondisi dalam kantong cenderung asam, sehingga kurva pH turun dari hari ke hari. Selama masa penyimpanan, trombosit secara berkala menimbun laktat dan ion H<sup>+</sup> dari hasil metabolisme trombosit di jalur *anaerob* karena kurangnya oksigen yang terakhir disangga oleh plasma bikarbonat dan menghasilkan CO<sub>2</sub>. Hasil dari glikolisis trombosit di jalur *anerob* adalah asam laktat yang dapat menyebabkan kerusakan pada membran trombosit (lisis), hal ini

yang menyebabkan suasana lebih asam pada masa akhir penyimpanan.(Setiawaty *et al.*, 2016)

Terbatasnya oksigenasi dalam kantong trombosit menyebabkan penumpukan CO<sub>2</sub> dari respirasi aerob dan sebagai produk akhirnya terjadi penipisan bikarbonat plasma sehingga mempengaruhi penurunan pH (Harmening, 2012). Apabila bikarbonat plasma menipis, tidak ada lagi *buffer* untuk derajat keasaman pada trombosit, maka adanya antikoagulan *phosphate* dapat berperan sebagai *buffer* tambahan untuk derajat keasaman (pH) selain pada plasma bikarbonat.

Kualitas TC yang mengalami penurunan sebelum ditransfusikan akan menyebabkan tidak efektifnya proses transfusi trombosit sebagai terapi pada pasien, karena jumlah trombosit yang diberikan turun sebagai akibat dari banyaknya sel trombosit yang lisis selama penyimpanan. Sel trombosit yang lisis akan menyebabkan granul-granul yang terkandung di dalam trombosit keluar. Granul ini berisi beberapa komponen, di antaranya Adenosin Difosfat (ADP), *von Willebrand Factor* (vWF) dan ion kalsium (Hou *et al.*, 2015). Padahal agregasi trombosit diinisiasi oleh ADP dan kemudian menyebabkan trombosit melekat pada jaringan subendotel yang luka (disebut agregasi trombosit primer dan bersifat *reversible*) (Mentari, Pebrina and Nurpratami, 2020). Padaakhirnya, trombosit akan mengeluarkan ADP dan digunakan untuk aktivasi dari trombosit lainnya sehingga menimbulkan agregasi sekunder dan bersifat *irreversible*.

Darah donor harus dipertahankan kualitasnya dengan memperhatikan syarat – syarat dalam penyimpanan darah *invitro* (Maharani, Eva Ayu ; Noviar, 2018). Syarat

dalam penyimpanan darah secara *invitro* yaitu harus mempertahankan sel darah tetap hidup dan berfungsi. Trombosit mengalami perubahan selama pengumpulan, pemrosesan, dan penyimpanan yang berdampak buruk pada struktur dan fungsinya (Siddon, Tormey and Snyder, 2019). Tujuan dari penyimpanan yang optimal untuk TC (*Thrombocyte Concentrate*) yaitu mengurangi aktivasi trombosit, serta mengurangi metabolisme trombosit dengan mengurangi produksi asam laktat yang menyebabkan penurunan nilai pH, sehingga kualitas TC tetap terjaga dan aman untuk didistribusikan.

## KESIMPULAN

Produk TC yang diperoleh dengan metode *Apheresis* dan *Pooling* menunjukkan nilai pH yang berbeda signifikan. Perubahan nilai pH pada produk TC diakibatkan oleh banyak faktor, mulai dari proses pengumpulan, pemrosesan, hingga penyimpanan yang dapat mempengaruhi metabolisme produk TC *apheresis* maupun TC *pooling*. Diperlukan penelitian lanjut perbandingan nilai pH pada produk TC konvensional, sebagai bahan evaluasi dalam menjaga kualitas produk TC khususnya di UDD PMI Kota Semarang dan mencegah bahaya yang ditimbulkan pasca transfusi trombosit.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada semua pihak-pihak yang terlibat dan membantu dalam kegiatan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

Berger, K. and Wittmann, G. (2016) 'Blood Product Supply in Germany : The Impact of

- Apheresis and Pooled Platelet Concentrates', pp. 389–394. doi: 10.1159/000445442.
- Cushing, M. M. and Desimone, R. A. (2019) *Platelet Products*. Third Edit, *Transfusion Medicine and Hemostasis*. Third Edit. Elsevier Inc. doi: 10.1016/B978-0-12-813726-0.00035-0.
- Direktorat Binyankes (2018) 'Pelayanan darah Indonesia', in. Jakarta.
- Harmening, D. M. (2012) *Modern Blood Banking and Transfusion Practices*. 6th edn, F.A.Davis Company. 6th edn. Edited by N. J. Peterson. USA: F.A.Davis Company. doi: 10.1093/ajcp/93.5.719.
- Hou, Y. *et al.* (2015) 'Platelets in hemostasis and thrombosis: Novel mechanisms of fibrinogen-independent platelet aggregation and fibronectin-mediated protein wave of hemostasis', 29(October), pp. 437–444. doi: 10.7555/JBR.29.20150121.
- K Thazha, S. and S Rengan, S. (2019) 'Platelet transfusion: A study of methods of preparation, storage, quality control, and indications of whole blood-derived platelet concentrates', *International Journal of Blood Transfusion and Immunohematology*, 9, p. 1. doi: 10.5348/100049z02st2019ra.
- Kholmukhamedov, A. and Jobe, S. (2019). Platelet Respiration. *Blood Adv.*, 3(4):599- 602.
- Kota Semarang, U. P. (no date) *Laporan Unit Transfusi Darah Tahun 2016-2020*. Kota Semarang.
- Maharani, Eva Ayu ; Noviar, G. (2018) *Imunohematologi Dan Bank Darah*. pertama. Jakarta.
- Mallhi, R. S., Kumar, S. and Philip, J. (2015) 'A Comparative Assessment of Quality of Platelet Concentrates Prepared by Buffy Coat Poor Platelet Concentrate Method and Apheresis Derived Platelet Concentrate Method', *Indian Journal of Hematology and Blood Transfusion*, 31(4), pp. 453–459. doi: 10.1007/s12288-014-0476-z.
- Mentari, D., Pebrina, R. and Nurpratami, D. (2020) 'Pengaruh Waktu Simpan Terhadap Perubahan

- pH, Kadar Glukosa, Laktat Dehidrogenase (LDH), Kalsium, Mean Platelet Volume (MVP) Sebagai Indikator Kualitas Thrombocyte Concentrate', *Biomedika*, 12(1), pp. 7–15. doi: 10.23917/biomedika.v12i1.8981.
- National Blood Authority Australia (2015) 'Clinical Indications for Apheresis and Whole Blood Pooled Platelets', (November), pp. 1–16.
- Sari, N. P., Purwanto and Julia (2012) 'Residu Leukosit dalam Thrombocyte Concentrate', *Indonesian Journal of Clinical Pathology and Medical Laboratory*, 19(1), pp. 19–23.
- 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
- Setyati J & Soemantri A. (2010) *TRANSFUSI DARAH YANG RASIONAL*. Semarang: Pelita Insani Semarang.
- Siddon, A. J., Tormey, C. A. and Snyder, E. L. (2019) *64 - Platelet Transfusion Medicine*. 4th edn, *Platelets*. 4th edn. Elsevier Inc. doi: 10.1016/B978-0-12-813456-6.00064-3.
- Vassallo, R. R. (2014) *Platelet Storage, Pathobiology of Human Disease*. Elsevier Inc. doi: 10.1016/B978-0-12-386456-7.06208-0.
- Wijaya, G. H. interview (2021) *Penggunaan dan Pemeriksaan Mutu Produk Thrombocyte Concentrate Metode Apheresis dan Pooling di UDD PMI Kota Semarang*. Kota Semarang.