

PENGARUH VARIASI VOLUME SAMPEL DARAH DAN DIAMETER SEDIAAN DARAH TEBAL PADA PEMERIKSAAN *Plasmodium falciparum*

*Effect of Variation in Blood Sample Volume and Diameter of Thick Blood
Preparation on Examination of Plasmodium falciparum*

**Leberina Kawaitouw, Yuliansyah Sundara Mulia, Sulaeman Sulaeman, Mamat
Rahmat**

Jurusan Teknologi Laboratorium Medis, Politeknik Kesehatan Kemenkes Bandung
*Email: lebekawaitouw@gmail.com

ABSTRACT

Microscopic examination of Plasmodium is the gold standard in the diagnosis of infection. The blood sample to be examined is made of thick and thin blood preparations. Thick blood preparations use more blood samples so that in mild cases of malaria, parasites are easy to find. The purpose of the study was to determine the comparison between blood sample volumes of 8µl, 10µl, and 12µl in diameter 1cm and diameter 1.5cm against the number of parasites P. falciparum. This research uses quasi-experimental methods. The examination material is 3mL EDTA blood obtained from patients confirmed positive for P. falciparum, thick blood preparations with blood volumes of 8µl, 10µl, and 12µl in diameters of 1cm and 1.5cm are multiplied as many as 30 preparations. Next, the preparation is stained with Giemsa 3% and examined microscopically using quantitative calculation methods. The data were analyzed using the Anova statistical test with a 95% confidence degree, a significant value was obtained at a diameter of 1cm, a value of $0.106 > 0.005$, and then the H_a hypothesis was accepted. In a blood preparation with a diameter of 1.5cm the value of $0.000 < 0.005$, then H_o 's hypothesis is accepted. The conclusion was that there was no difference in the results of the number of P. falciparum in blood sample volumes of 8µl, 10µl and 12µl in diameters of 1cm and there were differences in the number of P. falciparum in volumes of 8µl, 10µl and 12µl in diameters of 1.5cm.

Keywords: malaria examination, malaria blood volume, number of parasites, Plasmodium falciparum, thick blood preparation diameter

ABSTRAK

Pemeriksaan *Plasmodium* secara mikroskopik merupakan *gold standart* dalam diagnosis infeksi. Sampel darah yang akan diperiksa dibuat sediaan darah tebal dan tipis. Sediaan darah tebal menggunakan sampel darah lebih banyak sehingga pada kasus malaria ringan, parasit mudah ditemukan. Tujuan penelitian untuk mengetahui perbandingan antara volume sampel darah 8µl, 10µl dan 12µl pada diameter 1cm dan diameter 1,5cm terhadap jumlah parasit *P.falciparum*. Penelitian ini menggunakan metode *quasi* eksperimen. Bahan pemeriksaan adalah darah EDTA 3mL yang diperoleh dari pasien terkonfirmasi positif *P.falciparum*, dilakukan pembuatan sediaan darah tebal dengan volume darah 8µl, 10µl dan 12µl pada diameter 1cm dan 1,5cm yang di multiplikasi sebanyak 30 sediaan. Selanjutnya sediaan diwarnai dengan Giemsa 3% dan diperiksa secara mikroskopik menggunakan metode perhitungan kuantitatif. Data dianalisis menggunakan uji statistik Anova dengan derajat kepercayaan 95% didapatkan nilai signifikan pada diameter 1cm nilai $0.106 > 0.005$ maka hipotesa H_a diterima. Pada sediaan darah diameter 1,5cm nilai $0.000 < 0.005$, maka hipotesa H_o diterima. Kesimpulan adalah tidak terdapat perbedaan hasil jumlah *P.falciparum* pada volume sampel darah 8µl, 10µl dan 12µl pada diameter 1cm dan

terdapat perbedaan jumlah *P.falciparum* pada volume 8µl, 10µl dan 12µl pada diameter 1,5cm.

Kata Kunci : diameter sediaan darah kental, jumlah parasit, pemeriksaan malaria, *Plasmodium falciparum*, volume darah malaria

PENDAHULUAN

Malaria adalah salah satu penyakit pada masyarakat yang disebabkan oleh parasit *Plasmodium* yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Anopheles* betina dengan gejala infeksi ringan, berat sampai pada kematian. Di Indonesia dikenal 5 (lima) macam spesies yaitu *P. falciparum*, *P.vivax*, *P.ovale*, *P. malariae* dan *P.knowlesi*. *P.falciparum* adalah salah satu spesies parasit penyebab penyakit malaria tropika dengan angka kesakitan dan kematian yang tinggi pada manusia^{1,2,3}

World Health Organization (WHO) melaporkan secara global, pada tahun 2022 sebanyak 249 juta kasus malaria.⁴ WHO Bersama Kemenkes RI melakukan estimasi jumlah kasus malaria tahun 2022 untuk setiap kabupaten/kota endemis malaria. Hasil estimasi mengindikasikan bahwa terdapat 3,8 juta orang suspek malaria dan 1.700 diantaranya merupakan penderita malaria. Hampir 94% kasus nasional disumbangkan oleh kombinasi Provinsi Papua dan Papua Barat.⁵ Kasus positif sebanyak 356.889 di Provinsi Papua.^{6,7}

Salah satu upaya pengendalian penyakit malaria pada manusia adalah dengan melakukan pemeriksaan laboratorium untuk menemukan penyebab infeksi yaitu parasit *Plasmodium* pada sampel darah penderita. Metode pemeriksaan secara mikroskopik merupakan *gold standart*⁸ dalam diagnosis infeksi parasit *Plasmodium*. Sampel darah yang akan diperiksa dibuat dalam bentuk dua sediaan yaitu sediaan darah tebal dan sediaan darah tipis. Pemeriksaan mikroskopis terhadap sediaan darah tebal lebih mudah dan cepat dimana parasit yang ada terkonsentrasi pada area yang lebih kecil. Parasit lebih cepat ditemukan dengan volume darah

yang lebih banyak sehingga pada kasus malaria dengan infeksi ringan, parasit mudah ditemukan. Hal ini dipengaruhi oleh banyaknya volume sampel darah yang digunakan dalam pembuatan sediaan darah tebal.^{1,9}

Volume darah standar untuk sediaan darah tipis menggunakan volume 2µl dan darah tebal 6µl dengan bulatan diameter 1–1,5 cm. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan tetesan darah secara langsung dari jari akan berbeda dengan penggunaan mikropipet dalam pembuatan sediaan darah tebal. Jumlah volume darah yang tidak tepat dapat disebabkan oleh kedalaman tusukan pada jari, dan pengaruh penekanan pada jari.^{9,10,11}

Penelitian oleh Puasa (2019) melakukan studi perbandingan jumlah *Plasmodium* malaria menggunakan variasi volume darah pada sediaan darah tebal diperoleh hasil adanya perbedaan yang signifikan antara volume standar 6µl dengan variasi 10µl, 16µl, dan 20µl. Dimana semakin besar jumlah volume darah yang digunakan, makin meningkat jumlah parasit namun pada proses pewarnaan, penyerapan zat warna tidak maksimal, sedangkan pada volume darah yang kecil, jumlah sel leukosit rendah. Sediaan darah tebal dengan volume 10µl dapat mengidentifikasi dan menghitung jumlah *Plasmodium* dengan baik dan sel leukosit mencapai 10-20 / LPB sesuai dengan standar.⁹

Penelitian oleh Mau (2018) mengenai perbedaan jumlah parasit malaria *falciparum* antara sampel darah vena dengan kapiler berdasarkan hasil uji statistik terdapat perbedaan jumlah parasit malaria *falciparum* antara sampel darah vena dengan kapiler sehingga untuk pemeriksaan malaria sebaiknya menggunakan darah kapiler dibandingkan darah vena.¹²

Penelitian yang sama dilakukan oleh Maharani (2022) yaitu komparasi densitas *Plasmodium* sp pada darah vena dengan darah kapiler. Hasil penelitian menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan densitas *Plasmodium* sp pada darah vena dengan darah kapiler.¹³

Dengan melihat data penelitian sebelumnya, maka volume darah yang sedikit ataupun yang banyak dapat disesuaikan dengan ukuran diameter sediaan agar sebaran leukosit dan penyerapan zat warna giemsa optimal. Sampel darah yang digunakan adalah darah vena dikarenakan volume darah yang dibutuhkan banyak. Maka peneliti tertarik untuk melakukan variasi volume sampel darah 8 μ l, 10 μ l dan 12 μ l dengan ketentuan diameter sediaan 1 cm dan 1,5 cm.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan antara volume sampel darah 8 μ l, 10 μ l dan 12 μ l pada diameter 1cm dan diameter 1,5cm terhadap jumlah parasit *P.falciparum*.

METODE

Metode penelitian ini adalah penelitian Eksperimen semu (*Quasi Experiment*) dengan desain penelitian perbandingan kelompok statik (*Static Group Comparison*) hasil penelitian dianalisis secara statistik menggunakan uji Anova. Uji ini digunakan untuk untuk menentukan apakah terdapat perbedaan yang signifikan dengan membandingkan rata-rata satu variabel dengan variabel lainnya.^{14,15}

Penelitian dilakukan pada bulan September - Oktober 2023 di Laboratorium Puskesmas Hamadi Kota Jayapura, Provinsi Papua sebagai tempat pengumpulan sampel darah sedangkan pembuatan sediaan dan pemeriksaan secara mikroskopik dilakukan di Laboratorium Parasitologi Poltekkes Kemenkes Bandung.

Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah darah pasien positif malaria *P.falciparum* sebanyak 3

ml. Selanjutnya dilakukan pembuatan sediaan darah tebal dengan perlakuan volume sampel 8 μ l, 12 μ l, dan 10 μ l (sebagai kontrol) dengan ukuran diameter masing-masing sediaan 1 cm dan 1,5 cm dimana pengulangan dilakukan sebanyak 5 kali.

Adapun kriteria sampel dalam penelitian ini meliputi kriteria inklusi yaitu parasit *P.falciparum* stadium trophozoit. Kriteria eksklusi yaitu darah pasien yang telah lisis, mengalami pembekuan, dan *P.falciparum* stadium gametosit.

Pembuatan sediaan darah tebal menggunakan alat dan bahan ; objek glass, kapas alkohol, tabung vakum EDTA, mikro pipet dan tipe. Sampel darah vena pada tabung EDTA dihomogenkan kemudian dipipet menggunakan mikro pipet volume 8 μ l, selanjutnya darah dikeluarkan pada objek glass dan dibuat sediaan darah tebal sesuai pola berbentuk lingkaran berdiameter 1cm yang diletakkan pada bagian bawah objek glass. Cara yang sama dilakukan pada volume sampel 10 μ l dan 12 μ l diameter 1 cm dan 1,5 cm. Pewarnaan sediaan menggunakan larutan giemsa 3% dan pemeriksaan sediaan menggunakan mikroskop lensa objektif 100x dengan minyak imersi. Jumlah parasit/ μ l darah, dihitung berdasarkan jumlah leukosit pada SD tebal dimana jika ditemukan ≥ 100 parasit maka dihitung per 200 leukosit sedangkan jika ditemukan ≤ 99 parasit maka dihitung per 500 leukosit. Hasil perhitungan dikalkulasi menggunakan rumus perhitungan parasit secara kuantitatif. Jumlah parasit dan leukosit dikalikan dengan jumlah leukosit/ μ l. Bila tidak dilakukan pemeriksaan leukosit, maka digunakan standar, yaitu 8.000 (rata-rata jumlah leukosit normal). Jika dijumpai 50 parasit per 500 leukosit, jumlah leukosit 8.000/ μ L, maka hitung parasit = $8.000/500 \times 50$ parasit = 800 parasit/ μ L.^{2,8}

HASIL

Hasil pengamatan mikroskopik merupakan hasil dari panelis 1, panelis

2, dan panelis 3 yang melakukan penghitungan pada terhadap 5 (lima) sediaan darah tebal dari setiap varian volume dan diameter menggunakan metode kuantitatif. Jumlah *P.falciparum* dihitung bersamaan dengan jumlah leukosit per lapang pandang. Hasil perhitungan diperoleh jumlah parasit < 99 sehingga dihitung per 500 leukosit. Hasil jumlah parasit dan jumlah leukosit dikonversi menggunakan rumus perhitungan kuantitatif untuk mendapatkan hasil rata-rata parasit / μL darah. Hasil konversi dibuat rata-rata dan disajikan pada tabel 1 dan 2.

1) Analisa Univariat

Tabel 1 Hasil Rata-Rata *P. falciparum* Dari Volume 8 μL , 10 μL , dan 12 μL diameter 1 cm

Kode	Jumlah Plasmodium (μL darah)		
	(a)	(b)	(c)
	8 μL	10 μL	12 μL
1	122	129	141
2	113	109	114
3	114	80	66
4	83	149	129
5	111	168	66

Berdasarkan tabel 1, diketahui jumlah *P.falciparum* tertinggi pada volume (a) sebanyak 122/ μL pada kode sampel 1a, volume (b) sebanyak 168/ μL pada kode sampel 5b, sedangkan volume (c) sebanyak 141/ μL darah pada sediaan darah dengan kode 1c. Hasil menunjukkan adanya perbedaan jumlah pada setiap volume.

Tabel 2 Hasil Rata-Rata *P. falciparum* Dari Volume 8 μL , 10 μL , dan 12 μL diameter 1,5 cm

Kode	Jumlah Plasmodium (μL darah)		
	(a)	(b)	(c)
	8 μL	10 μL	12 μL
1	193	181	195
2	167	191	184
3	168	207	117
4	209	212	155
5	214	213	106

Berdasarkan tabel 2, diketahui jumlah *P.falciparum* tertinggi pada volume (a) sebanyak 214/ μL pada kode sampel 5a, volume (b) sebanyak 213/ μL pada kode sampel 5b, sedangkan volume (c) sebanyak 195/ μL darah pada sediaan darah dengan kode 1c. Hasil menunjukkan adanya perbedaan jumlah pada setiap volume.

2) Analisa Bivariat

Analisa bivariat untuk mengetahui hubungan antar masing-masing variabel menggunakan uji *one way anova*. Hasil uji *one way anova* disajikan pada tabel 3.

Tabel 3 Hasil Uji One Way Anova

Variasi Volume	Diameter	Nilai Sig	Hasil
8 μL , 10 μL , 12 μL	1 cm	0,106	$p > 0,05$
8 μL , 10 μL , 12 μL	1,5 cm	0,000	$p < 0,05$

Berdasarkan data tabel 3 diperoleh *p value* / nilai $p = 0,106 > 0,005$ maka tidak ada perbedaan antara volume 8 μL , 10 μL , 12 μL pada diameter 1 cm. Pada variabel lainnya *p value* / nilai $p = 0,000 < 0,005$ maka H_0 diterima dan H_a ditolak. dengan demikian maka ada perbedaan antara volume 8 μL , 10 μL , 12 μL diameter 1 cm dan 1,5 cm.

PEMBAHASAN

Pemeriksaan jumlah *Plasmodium falciparum* dilakukan menggunakan sediaan darah tebal dengan variasi volume dan diameter yang berbeda untuk menilai kepadatan parasit *P.falciparum* dalam darah penderita dengan tujuan agar penderita mendapatkan pengobatan. Pemeriksaan *Plasmodium* secara mikroskopik merupakan *gold standar* dalam diagnosis infeksi. Pemeriksaan ini mudah dilakukan dan memberikan hasil yang cepat dalam waktu beberapa jam setelah pengambilan darah penderita.^{8,16,17, 18}

Pada penelitian ini, sampel darah yang digunakan berasal dari penderita terkonfirmasi positif *Plasmodium falciparum*. Setelah itu dilakukan pengambilan darah vena untuk mendapatkan sampel dan peneliti membuat sediaan darah tetes tebal berbentuk bulat diameter 1 cm dan 1 cm dengan variasi volume ; 8 μ L, 10 μ L, dan 12 μ L. Hasil pemeriksaan sediaan darah tebal terhadap *P.falciparum* secara mikroskopik dikalkulasikan menggunakan rumus perhitungan secara kuantitatif, jumlah parasit yang ditemukan ≤ 99 maka jumlah parasit dihitung per 500 leukosit.^{2,8} Pemeriksaan secara mikroskopik dilakukan oleh Panelis 1 & 2 yang merupakan malaria *expert* tersertifikasi dan Panelis 3 merupakan Peneliti.

Pada tabel hasil jumlah *P.falciparum* dari setiap varian volume dan diameter, diperoleh jumlah parasit *P.falciparum* tertinggi terdapat pada volume 8 μ L diameter 1,5 cm sebanyak 228/ μ L darah dengan hasil identifikasi leukosit per lapang pandang sebanyak 18-22/LPB. Pada volume 10 μ L diameter 1,5 cm sebanyak 227/ μ L, cm darah dengan jumlah leukosit sebanyak 20-30 leukosit/LPB, sedangkan pada volume 12 μ L diperoleh hasil jumlah parasit *P.falciparum* sebanyak 197/ μ L darah dengan jumlah leukosit sebanyak 25-35 leukosit /LPB. Hasil yang diperoleh peneliti berbeda dengan penelitian Puasa (2019) pada volume sampel darah 10 μ L diperoleh jumlah parasit sebanyak 500 parasit/ μ L dengan jumlah leukosit sebanyak 10-20 leukosit/LPB.⁹

Pada hasil uji analisa bivariat yang dilakukan menggunakan SPSS dengan uji Anova, pada variabel sediaan darah tebal volume 8 μ L, 10 μ L dan 12 μ L diameter 1 cm tidak terdapat perbedaan dengan nilai Sig $>0,05$. Pada variabel sediaan darah tebal volume 8 μ L, 10 μ L dan 12 μ L diameter 1 cm terdapat perbedaan dengan nilai Sig $<0,05$. Pada uji Anova secara

keseluruhan menunjukkan hasil nilai Sig $<0,05$ sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan antar variasi volume dan ukuran dalam pemeriksaan hitung jumlah parasit *P.falciparum* secara mikroskopik menggunakan metode kuantitatif.

Menurut Dirjen P2P Kemenkes RI (2020), sediaan darah tebal dengan volume yang banyak mempengaruhi tingkat konsentrasi parasit dalam darah karena parasit dan sel darah yang ada terkonsentrasi pada area yang lebih kecil dan diameter standar yang digunakan dalam pembuatan sediaan darah tebal yaitu 1-1,5 cm. Berdasarkan data Peneliti secara keseluruhan, adanya peningkatan jumlah parasit dari volume 8 μ L ke volume 10 μ L sedangkan pada volume 12 μ L terjadi penurunan jumlah. Hal ini dapat dipengaruhi oleh besarnya volume sampel dan diameter sediaan yang menyebabkan adanya penumpukan komponen sel pada bagian dasar kaca sediaan sehingga pada proses pewarnaan, eritrosit tidak lisis sempurna sehingga *Plasmodium* masih terperangkap dalam eritrosit dan tidak menyerap zat pewarna dengan maksimal.^{9,19}

Selain itu peningkatan jumlah rata-rata leukosit pada setiap volume dipengaruhi oleh kondisi dari pasien dimana pasien mengalami leukositosis. Variasi jumlah leukosit atau perubahan jumlah leukosit adalah perubahan hematologi yang umum terjadi pada pasien malaria yang berhubungan dengan banyak faktor termasuk tingkat keparahan infeksi, parasitemia, tingkat keparahan penyakit, keadaan kekebalan tubuh terhadap malaria (endemisitas) dan infeksi yang terjadi bersamaan. Leukositosis dianggap sebagai penanda prognosis yang lebih buruk sehubungan dengan morbiditas dan mortalitas terutama pada anak-anak dengan malaria *falciparum*.^{19,20}

SIMPULAN

Dari hasil penelitian pemeriksaan sediaan darah tebal terhadap jumlah

parasit *Plasmodium falciparum* didapatkan kesimpulan tidak ada perbedaan antara variasi volume dengan diameter 1 cm namun pada pemeriksaan dengan diameter 1,5 cm terdapat perbedaan antara variasi volume tersebut.

Saran dalam penelitian ini adalah Pemeriksaan jumlah parasit *P.falciparum* terhadap sediaan darah tebal dengan diameter 1 cm dapat menggunakan volume minimal 8 µl dan maksimal 12 µl, pemeriksaan jumlah parasit *P.falciparum* terhadap sediaan darah tebal dengan diameter 1,5 cm dapat menggunakan volume minimal 8 µl dan maksimal 10 µl, Peneliti selanjutnya dapat melakukan pemeriksaan menggunakan volume dan diameter tersebut terhadap jenis *Plasmodium* lainnya secara kuantitatif. Dapat juga melakukan perbandingan darah kapiler dan darah vena, variasi berdasarkan kelompok umur, usia, dan jenis kelamin terhadap jumlah parasit *Plasmodium*.

DAFTAR RUJUKAN

1. Kementerian Kesehatan RI. *Buku Saku Penatalaksanaan Kasus Malaria*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2019.
2. Menteri Kesehatan RI. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor HK.01.07/MENKES/556/2019 Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Malaria. *Kementeri Kesehat RI*. Published online 2019.
3. Mbanefo A, Kumar N. Evaluation of malaria diagnostic methods as a key for successful control and elimination programs. *Trop Med Infect Dis*. 2020;5(2). doi:10.3390/tropicalmed5020102
4. WHO. *World Malaria Report 2023*. Word Health Organization; 2023. <https://reliefweb.int/report/world/world-malaria-report-2023-enarruzh#:~:text=The 2023 World malaria report,the malaria-carrying Anopheles mosquito.>
5. Dirjen P2P Kemenkes RI. *Laporan Tahunan 2022 Malaria*.; 2023.
6. Nazhid ARM, Wulandari S. Mengulas Eliminasi Malaria. *Bul APBN*. 2023;8(23):3-6. <https://berkas.dpr.go.id/pa3kn/buletin-apbn/public-file/buletin-apbn-public-192.pdf>
7. Dinas Kesehatan Kabupaten Jayapura. *Pencangan Percepatan Eliminasi Malaria Dan Percepatan Stop Buang Air Besar Sembarangan (SBS) di Papua*. Dinas Kesehatan Kabupaten Jayapura. Published 2022. <https://dinkes.jayapurakab.go.id/pencangan-percepatan-eliminasi-malaria-dan-percepatan-stop-buang-air-besar-sembarangan-sbs-di-papua/>
8. Kementerian Kesehatan RI. *Modul Pelatihan Mikroskopis Malaria Bagi Tenaga ATLM (Ahli Teknologi Laboratorium Medik)*.; 2020. <https://www.scribd.com/document/498383376/modul-mikroskopis-malaria-2020-bagi-tenaga-ATLM>
9. Puasa R. Studi Perbandingan Jumlah Plasmodium Malaria Menggunakan Variasi Volume Di Laboratorium RSUD dr. H. Chasan Boesoirie Ternate. *J Anal Kesehat*. 2020;8(2):27. doi:10.26630/jak.v8i2.1859
10. Kemenkes RI. *Petunjuk Teknis Jejaring Dan Pemantapan Mutu Laboratorium Pemeriksa Malaria*. Kementerian Kesehatan R I; 2020. <https://repository.kemkes.go.id/book/532>
11. Sucipta I, Simatupang JW, Kaswandi C, Purnama I. Prototipe Pemantauan Tetes Cairan Infus Berbasis IoT Terkoneksi Perangkat Android. *J Teknol Elektro*. 2021;12(3):113. doi:10.22441/jte.2021.v12i3.003
12. Mau RV. *Perbedaan Jumlah Parasit Malaria Falciparum Antara Sampel Darah Vena Dengan Kapiler*.

- Politeknik Kesehatan Kemenkes Denpasar; 2018.
13. Septia Maharani, Marhamah L. *Komparasi Densitas Plasmodium Sp Pada Darah Vena Dengan Darah Kapiler Di Puskesmas Sukamaju Kecamatan Teluk Betung Timur Kota Bandar Lampung Tahun 2022*. Politeknik Kesehatan Tanungkarang; 2022.
14. ANOVA OW. 분산분석 (ANOVA : Analysis of Variance) 분산분석 (ANOVA : Analysis of Variance). 2016;2:1-20.
15. Raharjo S. Cara Melakukan Analisis Anova Satu Faktor dengan SPSS. SPSS Indonesia. Published 2017. <https://www.spssindonesia.com/2017/10/analisis-anova-satu-faktor-spss.html>
16. CDC. Malaria Diagnostic Tests. CDC Malaria. Published 2020. <https://www.cdc.gov/malaria/hcp/diagnosis-testing/malaria-diagnostic-tests.html>
17. Mathison BA, Pritt BS. Update on malaria diagnostics and test utilization. *J Clin Microbiol*. 2017;55(7):2009-2017. doi:10.1128/JCM.02562-16
18. Retnoningrum D, Ariosta, Rachmawati B, W NS, K.S.L IE. *Panduan Skrining Malaria Di Unit Transfusi Darah*. FK Undip; 2021.
19. Kini RG, Chandrashekhar J. Parasite and the circulating pool-characterisation of leukocyte number and morphology in malaria. *J Clin Diagnostic Res*. 2016;10(5):EC44-EC48. doi:10.7860/JCDR/2016/16425.7887
20. Kotepui M, Kotepui KU, Milanez GD, Masangkay FR. Reduction in total leukocytes in malaria patients compared to febrile controls: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2020;15(6):1-28. doi:10.1371/journal.pone.0233913