

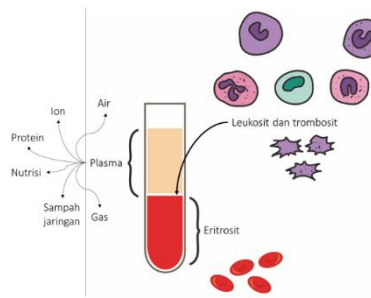
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Darah

Darah merupakan bagian dari tubuh yang jumlahnya 6-8% dari berat badan total. Darah berbentuk cairan yang berwarna merah dan agak kental. Volume darah di dalam tubuh manusia kurang lebih 1/14 atau 8% dari berat badan (Yayuningsih, dkk., 2017). Darah merupakan cairan dalam tubuh yang memiliki peran utama dalam mengangkut oksigen, nutrisi, serta berbagai zat penting lainnya ke seluruh tubuh, sambil membawa produk sampingan hasil metabolisme untuk dikeluarkan. Darah adalah jaringan cair yang terdiri dari dua komponen utama, yaitu plasma darah (bagian cair) yang mencakup sekitar 55% dan sel darah atau korpuskuler (bagian padat) yang mencakup sekitar 45%. Volume plasma darah terdiri atas 90% air dan 10% larutan protein, gula, faktor koagulasi, ion mineral, hormon dan karbon dioksida (Yayuningsih, dkk., 2017). Sel darah sendiri terdiri dari beberapa komponen, yaitu sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit) dan trombosit (platelet) (Maharani & Noviar, 2018).



Gambar 1. Komponen Darah

Sumber : Rosita, dkk., 2019

Darah adalah cairan tubuh yang sangat vital dan memiliki fungsi utama dalam menjaga kelangsungan hidup serta keseimbangan fisiologis tubuh manusia. Sebagai bagian dari sistem peredaran darah, darah berperan penting dalam mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh dan mengangkut karbon dioksida yang dihasilkan oleh sel-sel tubuh kembali ke paru-paru untuk dikeluarkan. Selain itu, darah juga membawa berbagai nutrisi yang diperlukan oleh sel-sel tubuh, seperti glukosa, asam amino dan vitamin, serta hormon-hormon yang mengatur berbagai proses tubuh.

Darah juga berfungsi sebagai media transportasi untuk membuang produk sampingan hasil metabolisme tubuh, seperti urea dan asam urat, yang nantinya akan dikeluarkan melalui ginjal. Selain itu, darah memainkan peran penting dalam mempertahankan keseimbangan pH tubuh dan mengatur suhu tubuh, sehingga tubuh tetap dalam kondisi stabil.

2. Eritrosit

Eritrosit adalah sel darah yang memiliki bentuk bundar pipih dengan lekukan di bagian tengah (bikonkaf) dan berwarna merah karena mengandung hemoglobin. Fungsi utama eritrosit adalah untuk mengangkut oksigen (O_2) dari paru-paru ke seluruh tubuh dan membawa karbon dioksida (CO_2) kembali ke paru-paru. Oleh karena itu, eritrosit yang terdapat di arteri berwarna merah cerah karena banyak mengandung oksigen, sementara eritrosit di vena berwarna merah gelap (kehitaman) karena mengandung karbon dioksida.



Gambar 2. Eritrosit

Sumber : Rosita, dkk., 2019.

Eritrosit adalah komponen utama sel darah, dengan jumlah sekitar 5 juta sel per mikroliter darah pada pria dewasa dan 4 juta sel per mikroliter pada wanita. Eritrosit diproduksi di sumsum tulang, hati dan limpa, terutama di tulang pipih. Umur eritrosit sekitar 120 hari dan sel-sel yang sudah tua akan dihancurkan di limpa dan diubah menjadi pigmen bilirubin (Yayuningsih, dkk., 2017).

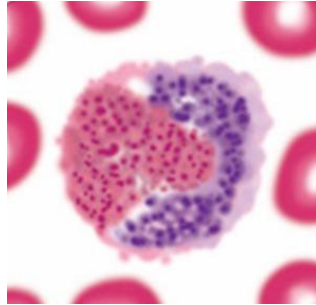
3. Leukosit

Leukosit adalah sel darah yang berwarna putih kelabu, berbentuk bulat dan memiliki rongga. Leukosit memiliki sebuah inti yang bentuk dan ukurannya bervariasi sehingga mudah dibedakan dengan eritrosit dan trombosit (Ardina dan Rosalinda, 2018). Fungsi utama leukosit adalah untuk melindungi tubuh dari infeksi dan berpartisipasi dalam respons imun. Sel-sel ini hidup sekitar 2 minggu dalam peredaran darah, setelah itu mereka akan berpindah ke jaringan tubuh atau dihancurkan di limpa. Jumlah leukosit pada orang dewasa berkisar antara 4.000 hingga 11.000 sel per mikroliter darah. Leukosit diproduksi di sumsum tulang, limpa dan kelenjar limfa (Yayuningsih, dkk., 2017).

Sel darah putih dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu granulosit dan agranulosit (Yuni, 2015). Pada keadaan normal, terdapat lima jenis leukosit dalam darah. Tiga diantaranya disebut granulosit, karena sitoplasmanya mengandung granula, berdasarkan warna granula pada pewarnaan sediaan apus darah tepi, sel-sel ini dapat dibagi menjadi neutrofil (granula ungu dan kecil), eosinofil (granula jingga besar) dan basofil (granula ungu tua besar). Ketiganya memiliki inti berlobus atau polimorfik sehingga dikenal sebagai leukosit polimorf (Bain, 2019).

Berdasarkan bentuk dan fungsinya, ada beberapa jenis leukosit (Yayuningsih, dkk., 2017 dan D'Hiru, 2013), yaitu:

a. Eosinofil

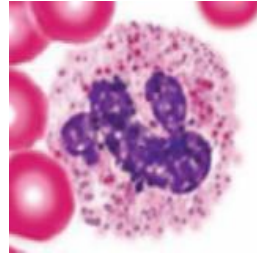


Gambar 3. Eosinofil

Sumber : Rosita, dkk., 2019.

Memiliki granula berwarna merah dan berperan dalam reaksi alergi, eosinofil kurang efisien daripada neutrofil dalam melawan bakteri. Fungsi utama eosinofil adalah pertahanan tubuh melawan infeksi parasite. Di samping fungsi manfaat ini, eosinofil mempunyai kinerja yang merugikan, yaitu sel ini terlibat dalam reaksi alergi. Hitung eosinofil meningkat selama alergi dan saat penyakit yang disebabkan oleh parasite. Pada sedimen apus darah tepi, eosinofil memiliki sitoplasma merah muda, nukleus biru muda sampai biru tua keunguan dan granula berwarna merah.

b. Basofil

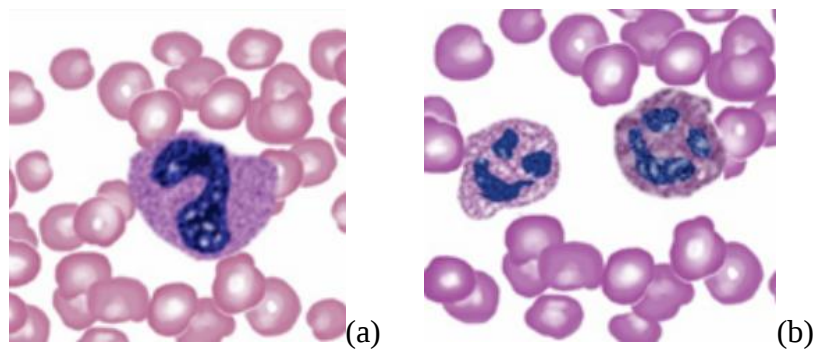


Gambar 4. Basofil

Sumber : Rosita, dkk., 2019.

Mengandung granula berwarna biru dan terlibat dalam reaksi intoksikasi atau keracunan dan alergi. Basofil adalah salah satu jenis leukosit yang terlibat dalam reaksi alergi jangka Panjang seperti asma, alergi kulit dan lainnya. Hitung basofil meningkat selama proses penyembuhan. Pada sediaan apus darah tepi, basofil memiliki sitoplasma merah muda, nukleus biru muda sampai biru tua keunguan dan granula berwarna biru tua.

c. Neutrofil (batang dan segmen)

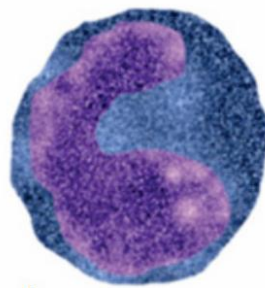


Gambar 5. (a) Neutrofil Batang (b) Neutrofil Segmen

Sumber : Rosita, dkk., 2019.

Juga disebut sel polimorfonuklear, berfungsi sebagai fagosit untuk menghancurkan patogen (infeksi, inflamasi atau kematian sel). Sel ini hanya berada dalam sirkulasi sekitar 7 jam. Neutrofil menelan bakteri dan material asing lain di jaringan, dengan proses yang disebut fagositosis. Neutrofil adalah yang paling banyak terdapat dalam sirkulasi dan berespon lebih cepat terhadap inflamasi dan sisi cedera jaringan. Neutrofil merupakan garis depan pertahanan tubuh. Segmen adalah neutrofil yang matur, sedangkan batang adalah neutrofil yang imatur yang dapat bermultiplikasi dengan cepat selama infeksi akut. Pada sediaan apus darah tepi, neutrofil segmen memiliki sitoplasma merah muda, nukleus biru muda sampai biru tua keunguan, granula ungu muda dan nukleus berlobus-lobus (Arif, 2015). Sedangkan neutrofil batang memiliki sitoplasma merah muda, nukleus biru muda sampai biru tua keunguan, granula ungu muda, nukleus seperti takap kuda atau bulan sabit.

d. Limfosit

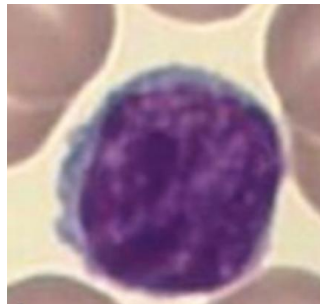


Gambar 6. Limfosit

Sumber : Rosita, dkk., 2019.

Kadang memiliki granula dan berperan dalam sistem kekebalan tubuh. Limfosit adalah sel yang lebih kecil daripada granulosit dan memiliki nukleus bulat. Sebagian kecil di antaranya memiliki sedikit granula sitoplasma. Salah satu leukosit yang berperan dalam proses kekebalan dan pembentukan antibody. Peningkatan jumlah limfosit terjadi pada infeksi kronis dan virus. Limfositosis berat umumnya disebabkan oleh leukimia limfositik kronis. Limfosit berperan penting dalam sistem respons imun sebagai limfosit B dan limfosit T. Pada sediaan apus darah tepi, limfosit memiliki sitoplasma merah muda kebiruan, nukleus biru tua keunguan ukuran rata-rata lebih kecil dari sel leukosit lainnya (Sucipto, 2015).

e. Monosit



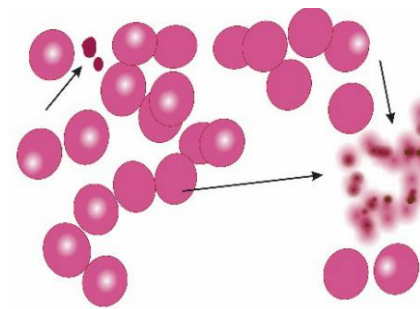
Gambar 7. Monosit

Sumber : Rosita, dkk., 2019.

Tidak memiliki granula dan merupakan leukosit terbesar, berfungsi sebagai fagosit untuk menangani patogen yang lebih besar, seperti jamur dan parasit. Monosit berada di sirkulasi selama beberapa hari, meskipun peran utamanya adalah di jaringan. Di

dalam jaringan, monosit mematangkan diri menjadi makrofag kemudian mampu melakukan fagositosis dan membunuh mikroorganisme serta dapat memecah dan membersihkan sisa-sisa sel. Monosit juga menyekresi banyak sitokin yang meningkatkan respons inflamasi terhadap infeksi serta menyekresi faktor-faktor pertumbuhan yang memicu produksi neutrofil dan monosit. Selain itu, monosit menghancurkan parasite dan partikel lain dari eritrosit. Monosit menghancurkan eritrosit pada akhir masa hidup eritrosit dan menyimpan besi yang dilepaskan dari hemoglobin untuk dipakai kembali. Pada sedian apus darah tepi, monosit memiliki sitoplasma merah muda kebiruan, nukleus biru tua keunguan, ukuran rata-rata lebih besar dari sel leukosit lainnya, 2 kali lebih besar dari eritrosit. Sitoplasma dan inti sel tampak rapuh (tidak padat).

4. Trombosit



Gambar 8. Trombosit

Sumber : Rosita, dkk., 2019.

Trombosit adalah sel darah yang berbentuk keping atau cakram, tanpa inti, dengan sitoplasma biru yang mengandung granula berwarna

ungu dan berukuran paling kecil di antara sel darah lainnya. Trombosit terbentuk dari pecahan sitoplasma sel megakariosit dan mengandung berbagai faktor pembekuan. Sel-sel ini diproduksi di sumsum tulang dan jumlah trombosit dalam peredaran darah orang dewasa berkisar antara 150.000 hingga 500.000 sel per mikroliter darah. Umur trombosit berkisar antara 3 hingga 10 hari. Fungsi utama trombosit adalah membantu penyembuhan luka atau trauma dengan cara menempel pada lapisan endotel pembuluh darah yang rusak (luka) dan membentuk sumbatan. Selanjutnya, trombosit merangsang proses pembekuan darah untuk menghentikan pendarahan (Yayuningsih, dkk., 2018). Apabila teraktifkan, trombosit mengubah fosfolipid dipermukaanya untuk dapat berinteraksi dengan faktor koagulasi sehingga mencetuskan pembekuan darah pada Lokasi luka jaringan (Bain, 2014).

5. Pemeriksaan Hematologi

Pemeriksaan laboratorium hematologi merupakan pemeriksaan cairan darah yang berhubungan dengan sel-sel darah dan biokimiawi yang berhubungan dengan sel darah. Pemeriksaan laboratorium hematologi terdiri dari banyak macam pemeriksaan, namun secara garis besar dibagi menjadi 2 jenis pemeriksaan (Riswanto, 2013), yaitu :

- a. Pemeriksaan hematologi yang berperan dalam mendefinisikan sel-sel darah atau pigmen darah yang normal dan abnormal serta menentukan sifat kelainan tersebut.

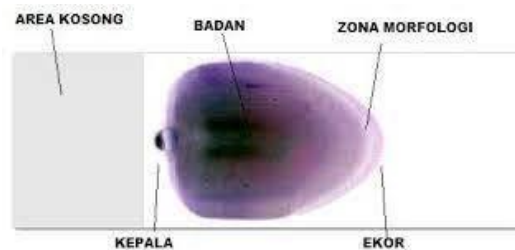
- b. Pemeriksaan hematologi yang berperan dalam mengevaluasi gangguan hemostatis (gangguan pada mekanisme pembekuan darah), baik yang berupa pendarahan berlebihan (lama) maupun yang dapat menyebabkan terjadinya trombosis.

6. Sediaan Apus Darah Tepi

Sediaan apus darah tepi (SADT) adalah preparat mikroskopis yang dibuat dengan cara mengambil sampel darah, kemudian dibuat apusan pada kaca objek untuk dilihat di bawah mikroskop. Sediaan apus darah tepi merupakan suatu teknik yang digunakan dalam pemeriksaan hematologi yang bertujuan untuk menilai berbagai unsur sel darah seperti, eritrosit (sel darah merah), leukosit (sel darah putih) dan trombosit (sel darah platelet) (Sari, dkk., 2021). Pemeriksaan ini berguna untuk mendeteksi berbagai kondisi medis, termasuk infeksi, kelainan darah, atau penyakit lain yang berhubungan dengan sistem peredaran darah. Pembuatan sediaan ini menggunakan sel darah merah manusia dan kemudian diwarnai, kualitas dari warna ini akan menjadi tolak ukur dalam pemeriksaan. Sediaan apus darah tepi digunakan dengan tujuan untuk memudahkan pengamatan morfologi darah dan komponen lain dalam darah di bawah mikroskop. Dengan menggunakan teknik apusan darah tepi, setiap jenis sel darah dapat dibedakan dengan jelas dan kelainan bentuk serta ukuran sel dapat terlihat secara rinci, sehingga kondisi masing-masing sel darah dapat dilaporkan (Yayuningsih, dkk., 2017).

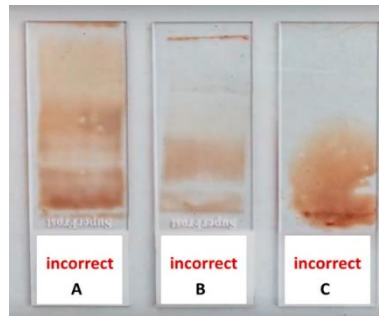
Menurut Kiswari (2014) dan Riswanto (2013) ada beberapa persyaratan apusan darah tepi yang baik secara visual, diantaranya yaitu:

- a. Ketebalannya gradual, paling tebal di daerah kepala, makin menipis ke arah ekor.
- b. Apusan tidak melebar/melampaui/menyentuh tepi kaca objek.
- c. Panjang apusan kira-kira $\frac{2}{3}$ panjang kaca objek.
- d. Tidak bergelombang atau terputus-putus.
- e. Tidak berlubang-lubang.
- f. Bagian ekornya tidak membentuk “bendera robek”.
- g. Pada bagian yang tipis, eritrosit terletak berdekatan dan tidak bertumpukan atau membentuk gumpalan. Sel-sel leukosit tersebar merata, tidak menggerombol di pinggir atau ujung sediaan.



Gambar 9. Preparat Sediaan Apus Darah Tepi yang Baik

Sumber : Arif, 2015.



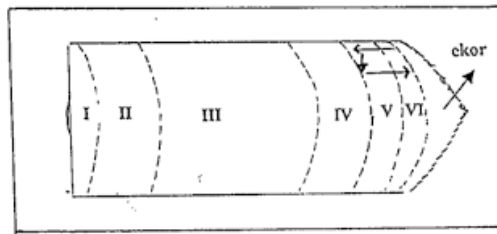
Gambar 10. Preparat Sediaan Apus Darah Tepi yang Tidak Baik

Sumber : Zaninetti dan Greinacher, 2020.

Menurut Kiswari (2014) morfologi sediaan apus darah tepi berbagi menjadi enam zona berdasarkan distribusi eritrosit :

- a. Zona I (*Irregular Zone*), distribusi eritrosit tidak teratur, ada yang bergerombol sedikit atau banyak, zona ini kira-kira 3% dari seluruh badan preparat.
- b. Zona II (*Thin Zone*), distribusi eritrosit tidak teratur, saling bertumpukan (overlap) atau berdesakan. Zona ini meliputi kira-kira 14%.
- c. Zona III (*Thick Zone*), distribusi eritrosit saling bergerombol lebih rapat dibandingkan zona II, bertumpukan dan berdesakan, merupakan daerah yang paling luas. Zona ini meliputi kira-kira 45% dari seluruh dari badan preparat.
- d. Zona VI (*Thin Zone*), keadaannya sama dengan zona II. Distribusi eritrosit tidak teratur, saling bertumpukan (overlap) dan berdesakan. Zona ini meliputi kira-kira 18%.

- e. Zona V (*Even Zone*), distribusi eritrosit tersebar merata, tidak saling bertumpukkan atau berdesakan, sehingga bentuknya masih utuh. Zona ini meliputi 11 %.
- f. Zona VI (*Very Thin Zone*), merupakan daerah yang terletak di ujung preparat, bersebelahan dengan daerah ekor. Distribusi agak longgar dibandingkan populasi pada zona II dan IV. Zona ini meliputi kira-kira 9%.



Gambar 11. Zona SADT Berdasarkan Distribusi Eritrosit

Sumber : Budiwiyo, 1995.

7. Fiksasi

Fiksasi adalah proses untuk mengawetkan dan mempertahankan struktur sel atau jaringan agar tetap stabil dan tidak berubah selama pemeriksaan laboratorium, biasanya dengan menggunakan bahan kimia tertentu. Sediaan Apus Darah Tepi (SADT) adalah slide yang satu permukaannya dilapisi dengan lapisan tipis darah, kemudian diwarnai dengan pewarnaan Giemsa atau Wright. Sebelum proses pewarnaan, preparat terlebih dahulu difiksasi menggunakan methanol (methyl alcohol) 96%. Fiksasi bertujuan untuk merekatkan apusan darah pada

kaca objek agar tidak terkelupas dan menghentikan proses metabolisme sel tanpa merusak struktur sel itu sendiri.

Methanol 96% jika didiamkan terlalu lama dalam udara akan menguap dan mengandung air sehingga akan mempengaruhi morfologi eritrosit. Fiksasi methanol 96% berfungsi agar apusan darah dapat menyerap cat dengan sempurna, juga dapat melekatkan apusan darah pada obyek glass sehingga apusan darah tidak mengelupas serta menghentikan proses metabolisme tanpa mengubah keadaan (struktur) sebenarnya (Warsita, dkk., 2019). Proses fiksasi dengan methanol 96% selama lima menit berfungsi untuk membuka dinding sel eritrosit agar cat giemsa dapat masuk sehingga dapat mewarnai sel eritrosit. Jika larutan fiksasi tidak efektif karena penguapan atau penurunan konsentrasi, hal ini dapat menyebabkan perubahan morfologi sel dan perlekatan yang buruk pada preparat, yang pada akhirnya mempengaruhi kualitas hasil pemeriksaan (Ghofur, dkk., 2022).

8. Pewarnaan Giemsa

Penggunaan pewarna giemsa harus diencerkan terlebih dahulu sebelum dipakai mewarnai apusan darah tepi. Larutan pengencer cat giemsa yang digunakan mempunyai pengaruh besar terhadap hasil pewarnaan. Pewarna cat giemsa untuk sediaan darah biasanya menggunakan pengencer larutan buffer fosfat (Mustafa, dkk., 2024). Larutan buffer merupakan suatu zat yang hanya akan mengalami sedikit perubahan pada pH bila sejumlah kecil asam kuat atau basa kuat

ditambahkan (Haryono, 2019). Pewarnaan sediaan apus darah tepi tanpa infeksi malaria menggunakan larutan buffer dengan pH 6,8. Jika pH larutan buffer yang akan digunakan tidak mencapai 6,8, maka pH larutan buffer perlu disesuaikan terlebih dahulu sebelum digunakan, hal ini dilakukan dengan menambahkan asam jika pH larutan buffer terlalu basa atau menambahkan basa jika pH larutan buffer terlalu asam. Pengencer giemsa harus memenuhi tiga kriteria untuk dapat digunakan yaitu harus isotonis, mempunyai sifat buffer dan mempunyai pH antara 6,8 - 7,2 (Diarti, dkk., 2016).

Pewarna Giemsa tidak mengandung methanol, maka sediaan perlu difiksasi terlebih dahulu sebelum proses pewarnaan. Ini berbeda dengan zat warna Wright yang sudah mengandung methanol dalam konsentrasi tinggi, sehingga tidak memerlukan fiksasi. Pewarnaan Giemsa memiliki kualitas yang setara dengan Wright untuk darah yang tidak memiliki banyak kelainan morfologi (Andika dan Puspitasari, 2019). Perbedaan utama adalah pewarnaan Giemsa tidak dapat menampilkan granula basofil karena granula tersebut larut dan eritrosit akan tampak berwarna abu-abu (Riswanto, 2013).

Pewarnaan Giemsa termasuk dalam kelompok pewarnaan Romanowsky, yang menggunakan kombinasi pewarna methylene blue, azure B dan eosin. Prinsip Romanowsky menjelaskan bahwa elemen seluler yang bersifat asam, seperti nukleoprotein, asam nukleat, granula basofil dan protein plasma, bereaksi dengan pewarna basa seperti

methylene blue dan azure B, sehingga terwarnai biru karena bersifat mengikat anion. Elemen seluler ini disebut "basofilik". Sementara itu, elemen yang bersifat basa, seperti hemoglobin, granula eosinofil dan beberapa komponen sitoplasma leukosit, bereaksi dengan pewarna asam eosin dan terwarnai oranye-merah karena bersifat mengikat kation, yang disebut "asidofilik" atau "eosinofilik". Elemen seluler yang bersifat netral, seperti beberapa organela sel, bereaksi dengan kedua jenis pewarna, menunjukkan warna ungu yang merupakan campuran antara biru dan merah dan disebut "neutrofil" (Kiswari, 2014).

Penelitian ini menggunakan pewarnaan Giemsa yang diencerkan menggunakan buffer 6,8 yang bertujuan untuk menstabilkan pH, kemudian cat digunakan secara berulang yang disimpan pada *Chamber stain*, hal ini bertujuan untuk mengevaluasi apakah penggunaan pewarnaan Giemsa secara berulang dapat mempertahankan kualitas pewarnaan, serta memastikan apakah pewarnaan tetap efektif meskipun digunakan beberapa kali. Dalam penelitian ini pewarnaan giemsa akan digunakan secara berulang selama 5 hari yang disimpan pada *Chamber stain* dengan suhu ruang.

9. Sumber Kesalahan Pewarnaan Sediaan Apus Darah Tepi

Yayuningsih, dkk 2017, mecantumkan kesalahan berikut ini yang dapat mempengaruhi hasil pada sediaan apusan darah tepi :

- a. Kesalahan dalam persiapan pasien, pengambilan dan penyimpanan bahan pemeriksaan, hal ini akan menyebabkan

perubahan hasil dari nilai yang sebenarnya (sampel yang tidak representatif).

- b. Sediaan apus terlalu biru memungkinkan disebabkan oleh apusan yang terlampaui tebal, pewarnaan terlalu lama, kurang pencucian, zat warna atau larutan dapa yang alkalis.
- c. Sediaan apus terlalu merah mungkin disebabkan oleh zat warna sediaan atau larutan dapa yang asam. Larutan dapa yang terlalu asam dapat menyebabkan leukosit hancur.
- d. Bercak-bercak zat warna pada sediaan apus darah tepi dapat disebabkan oleh zat warna yang tidak disaring sebelum dipakai atau pewarnaan terlalu lama sehingga zat warna mengering pada sediaan.
- e. Morfologi sel yang terbaik adalah bila menggunakan darah tepi langsung tanpa antikoagulan. Bila menggunakan antikoagulan sediaan apus harus dibuat segera, tidak lebih dari 1 jam setelah pengambilan darah. Penggunaan antikoagulan heparin akan menyebabkan latar belakang berwarna biru dan leukosit menggumpal.
- f. Sediaan apus yang tidak rata dapat disebabkan oleh kaca apusan yang tidak bersih atau piggirannya tidak rata atau oleh kaca objek yang berdebu, berlemak dan terdapat sidik jari.
- g. Fiksasi yang tidak baik menyebabkan perubahan morfologi dan warna sediaan. Ini mungkin terjadi apabila fiksasi dilakukan

menggunakan methanol yang tidak absolute karena telah menyerap uap air akibat penyimpanan yang kurang baik.

- h. Fiksasi yang tidak dilakukan segera setelah sediaan apus kering dapat mengakibatkan perubahan morfologi leukosit.

10. Efisiensi dan Efektivitas

Efisiensi mengacu pada penggunaan sumber daya yang tepat dalam mencapai tujuan, yaitu dengan mengoptimalkan penggunaan waktu, biaya atau tenaga kerja. Efisiensi penggunaan *Chamber stain* berkaitan dengan seberapa baik metode ini dapat digunakan untuk menghasilkan sediaan apus darah tepi yang baik dengan menggunakan waktu yang lebih singkat, biaya yang lebih rendah, atau tenaga yang lebih sedikit. Efektivitas merujuk pada sejauh mana suatu metode atau alat mencapai tujuan atau hasil yang diinginkan. Efektivitas mengacu pada kemampuan *Chamber stain* untuk memberikan hasil pewarnaan yang tepat, akurat, dan sesuai dengan tujuan dari pemeriksaan apus darah tepi, seperti mengidentifikasi sel darah atau mikroskopi sel darah.

11. Chamber stain

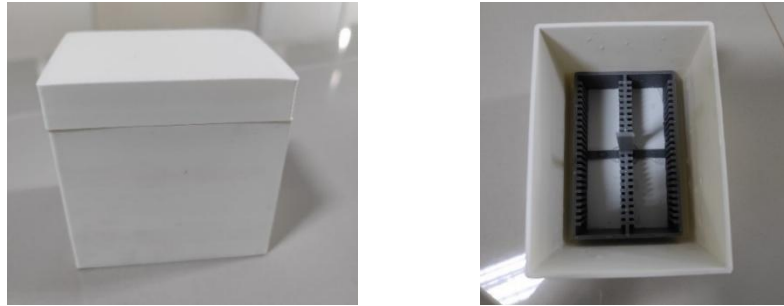
Dalam proses pewarnaan sediaan apus darah tepi, terdapat beberapa alat yang digunakan untuk mempermudah tahapan pewarnaan, salah satu diantaranya adalah *staining jar*. *Staining jar* merupakan tempat atau wadah larutan cat yang digunakan saat proses pewarnaan (Tim Sitohistoteknologi USB, 2023). *Staining jar* umumnya berbahan kaca dan dapat menampung hingga 10 preparat.



Gambar 12. *Staining Jar*

Sumber : Tim Sitohistoteknologi USB, 2023.

Selain *staining jar*, terdapat pula *Chamber stain* yang merupakan produk baru buatan Poltekkes Kemeskes Yogyakarta Jurusan Teknologi Laboratorium Medis. *Chamber stain* adalah alat dengan ukuran 10,5 x 10,5 x 8 cm, berbahan *plastic 3D printing* yang dibuat khusus untuk mempermudah dan mengoptimalkan proses pewarnaan pada sediaan preparat. Alat ini berfungsi untuk menampung larutan pewarna dalam jumlah yang terkontrol dan memastikan aplikasi pewarnaan secara merata pada preparat. Salah satu keunggulan utama dari *Chamber stain* adalah kemampuannya untuk menampung hingga 46 preparat sekaligus, memungkinkan penanganan sampel dalam jumlah besar secara efisien.



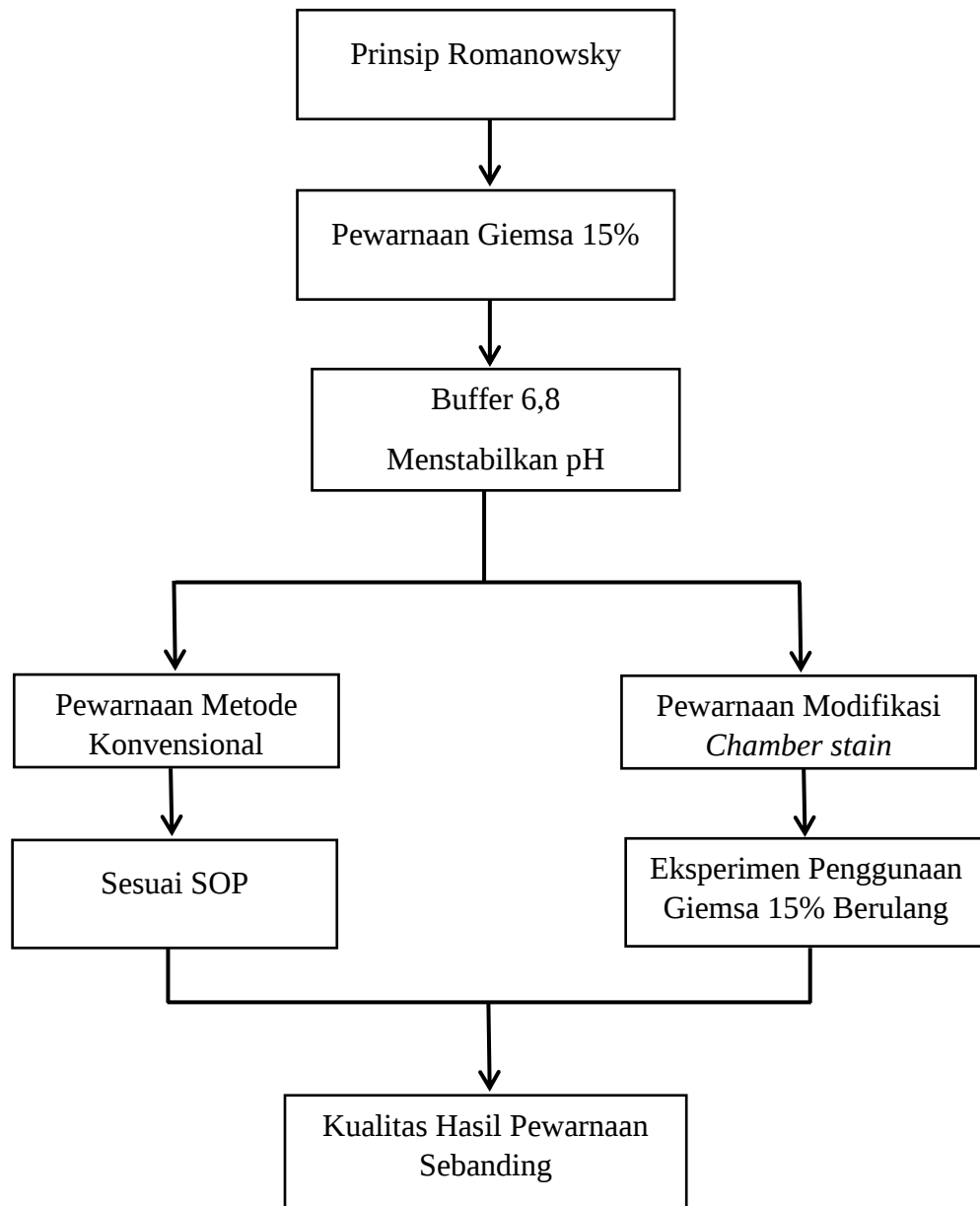
Gambar 13. *Chamber stain*

Sumber : Polkesyo Jurusan Teknologi Laboratorium Medis, 2024.

Selain itu, *Chamber stain* dapat menampung pewarna hingga 400 ml yang memungkinkan penggunaan bahan pewarna dalam jumlah yang tepat, mengurangi pemborosan dan memastikan pewarnaan yang konsisten pada setiap preparat. Posisi preparate yang vertikal saat di dalam *Chamber stain* juga menjadi salah satu keunggulan *Chamber stain*, karena dengan posisi vertikal tidak akan terjadi pengendapan cat pada sediaan preparate. Penggunaan *Chamber stain* memberikan kontrol yang lebih baik terhadap volume dan durasi pewarnaan, sehingga mempercepat proses pengecatan dan menghasilkan hasil yang lebih akurat dan homogen.

B. Kerangka Teori

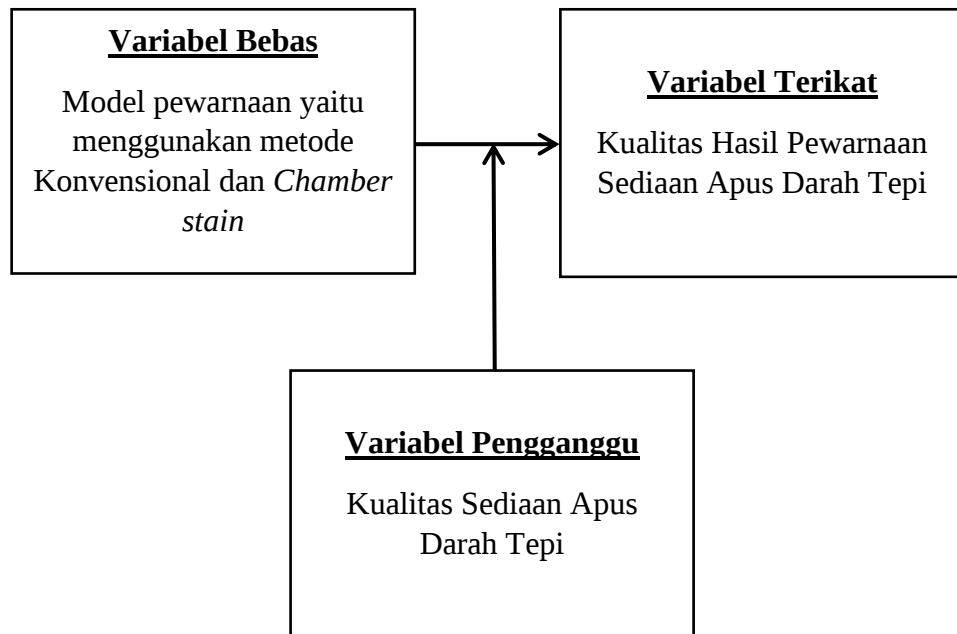
Kerangka teori penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Kerangka Teori

C. Hubungan Antar Variabel

Hubungan antar variabel penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 15.



Gambar 15. Hubungan Antar Variabel

D. Hipotesis

Pemakaian pewarnaan Giemsa 15% secara berulang yang di simpan dalam *Chamber stain* tidak mengurangi kualitas hasil pewarnaan sediaan apus darah tepi.