

PEMERIKSAAN GOLONGAN DARAH METODE ABSORPSI ELUSI

Penulis:
Indah Sari
Zairinayati
Rossa Veronneca
Sukron
Citra Yolanda Sari
Rima Merdaliani
Imam Agus Faizal



GET PRESS INDONESIA

PEMERIKSAAN GOLONGAN DARAH METODE ABSORPSI ELUSI

Penulis :

Indah Sari
Zairinayati
Rossa Veronneca
Sukron
Citra Yolanda Sari
Rima Merdaliani
Imam Agus Faizal

ISBN :

Editor : Dr. Oktavianis, M.Biomed.

Penyunting: Mila Sari, M.Si

Desain Sampul dan Tata Letak : Tri Putri Wahyuni, S.Pd.

Penerbit : GET PRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

Redaksi :

Jl. Pasir Sebelah No. 30 RT 002 RW 001
Kelurahan Pasie Nan Tigo Kecamatan Koto Tengah
Padang Sumatera Barat
Website : www.getpress.co.id
Email : adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, Agustus 2024

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk
dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayahNya, maka Penulisan Buku dengan judul Pemeriksaan Golongan Darah Metode Absorpsi Elusi dapat diselesaikan. Buku ini berisikan bahasan tentang pemeriksaan golongan darah ABO, sampel, prosedur pemeriksaan, faktor yang dapat mempengaruhi hasil pemeriksaan dan penanganan limbah pemeriksaan golongan darah.

Buku ini masih banyak kekurangan dalam penyusunannya. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan kritik dan saran demi perbaikan dan kesempurnaan buku ini selanjutnya. Kami mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian Buku ini. Semoga Buku ini dapat menjadi sumber referensi dan literatur yang mudah dipahami.

Padang, Juli 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
DAFTAR TABEL.....	v
BAB 1 GOLONGAN DARAH ABO	1
1.1 Pengertian Darah	1
1.2 Fungsi Darah.....	3
1.3 Komponen Darah.....	5
1.4 Bercak Darah	7
1.5 Golongan Darah ABO	8
BAB 2 SAMPEL PEMERIKSAAN GOLONGAN DARAH	11
2.1 Jenis Sampel.....	11
2.2 Kualitas dan Penanganan Sampel	14
BAB 3 METODE PEMERIKSAAN GOLONGAN DARAH	13
3.1 Metode ABO Slide	13
3.2 Metode Absorpsi Elusi	15
3.3 Metode Tabung.....	17
BAB 4 CARA PENGGUNAAN INSTRUMEN PEMERIKSAAN GOLONGAN DARAH.....	16
4.1 Centrifuge	16
4.2 Inkubator	19
BAB 5 PROSEDUR KERJA PEMERIKSAAN GOLONGAN DARAH.....	23
5.1 Prosedur Pengambilan Darah Vena.....	23
5.2 Prosedur Pembuatan Suspensi Eritrosit	24

5.2 Proses Pemeriksaan Golongan Darah Metode Penyerapan Elusi.....	24
BAB 6 HASIL PEMERIKSAAN GOLONGAN DARAH	
METODE ABSORBSI.....	26
6.1 Faktor yang mempengaruhi Hasil Pemeriksaan	26
6.2 Pengaruh Lingkungan terhadap Perubahan Golongan Darah	31
6.3 Hasil Pemeriksaan Golongan Darah	32
6.4 Penanganan Limbah	35
DAFTAR PUSTAKA.....	51
BIODATA PENULIS	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1. Alat Centrifuge	18
Gambar 4. 2. Alat Inkubator	21
Gambar 6. 1. Persentase hasil pemeriksaan golongan darah	34
Gambar 6. 2. Wastafel, tempat pembuangan limbah cair	37
Gambar 6. 3. Tempat Pembuangan Limbah Padat Infeksius.	38
Gambar 6. 4. Tempat Penampungan Limbah Benda Tajam (<i>Safety Box</i>).....	40
Gambar 6. 5. Tempat Penampungan Limbah Non Infeksius.....	41

DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1. Standar Penyimpanan Darah	7
Tabel 6. 1. Hasil pemeriksaan golongan darah metode absorpsi elusi.....	33

BAB 1

GOLONGAN DARAH ABO

1.1 Pengertian Darah

Darah, cairan merah dalam sistem peredaran darah tertutup tubuh, sangat penting bagi kehidupan manusia. Darah mengalirkan oksigen dan nutrisi ke seluruh tubuh, sekaligus membuang karbon dioksida dan sisa metabolisme transfusi darah (Oktari & Silvia, 2016).

Sel darah merah adalah entitas seluler kompleks yang membrannya terdiri dari lipid dan juga protein. Terdapat mekanisme di dalam sel yang menjaga siklus hidup sel selama 120 hari dan menjaga fungsi hemoglobin. Pembawa utama hemoglobin, yang merupakan protein yang mengandung zat besi dan bertanggung jawab untuk mengangkut oksigen dan karbon dioksida ke seluruh tubuh, adalah sel darah merah, yang berlimpah di dalam aliran darah (Dwi Aridya et al., 2023).

Sel darah merah berwarna merah dan bikonkaf (cekung). Warna merah darah disebabkan oleh sel darah merah. Dengan 280 juta molekul hemoglobin yang tersimpan di dalam sel darah merah, setiap molekulnya mengandung atom besi. empat molekul oksigen. Selain itu, sel darah merah mengandung karbonat anhidrase yang memfasilitasi pengangkutan karbon dioksida bersama dengan hemoglobin. Karena tidak memiliki nukleus, sel darah merah tidak dapat bereproduksi atau memperbaiki dirinya sendiri. Sel darah merah diproduksi dengan kecepatan sekitar 2,5 juta per orang. kedua (Irfanudin, 2009). Sel darah merah sangat penting untuk mengetahui kondisi sel darah merah dalam proses oksigenasi organ-organ dalam tubuh, dan secara tidak langsung juga dapat mengetahui

kondisi organ-organ dalam tubuh manusia (Dwi Aridya et al., 2023).

Darah terdiri dari jaringan cair, termasuk plasma (cairan antar sel, 55%), yang mengandung sel darah (elemen padat, 45%). Darah terdiri dari dua bagian utama, plasma dan sel darah, yang terdiri dari sel darah merah, sel darah putih, dan trombosit. Tugasnya termasuk membawa bahan-bahan penting dan oksigen ke jaringan tubuh, membawa bahan kimia yang dihasilkan oleh metabolisme, dan melindungi tubuh dari virus dan bakteri. Di samping itu, darah cair dan merah merupakan bagian penting dari organisme hidup. Darah membentuk 6 sampai 8% dari total berat badan dan berupa sel-sel darah (merah, putih, dan trombosit) yang tersuspensi dalam cairan yang disebut plasma (Mamuaya, Nova Ch., 2023).

Kehadiran antigen yang disebut aglutinogen pada permukaan luar sel darah merah inilah yang menentukan golongan darah seseorang. Aglutinin, nama lain dari antibodi, adalah senyawa anti-antigen alami yang ada dalam serum. Antigen yang ditargetkan akan menjadi aglutinasi ketika antibodi ini bereaksi dengan antigen yang cocok.

Tes golongan darah serum menggunakan golongan darah golongan A, golongan B, dan golongan darah O masing-masing sebagai anti-B, anti-A, dan anti-AB. Karena reagen antisera biasanya digunakan untuk pengujian golongan darah ABO, pendekatan ini jarang digunakan dalam praktik untuk skrining golongan darah. Gagasan dasar di balik pengujian golongan darah adalah bahwa aglutinasi terjadi ketika antigen dan antibodinya yang cocok berinteraksi. Karena antibodi golongan darah adalah protein globulin yang berkontribusi pada kekebalan bawaan, mereka ditemukan dalam serum (Rahman et al., 2019).

1.2 Fungsi Darah

Salah satu fungsi utama darah, terutama eritrosit, yaitu membawa hemoglobin dan oksigen dari paru-paru ke jaringan. Selain membawa hemoglobin, hemoglobin juga berfungsi sebagai penyangga asam, seperti kebanyakan protein, yang membuatnya penting untuk proses transportasi dalam darah. (Anamisa, 2015).

Darah merupakan faktor penting untuk mengevaluasi keadaan fisiologis badan. Cairan merah yang dikenal sebagai darah terdapat dalam arteri darah dan menyediakan oksigen ke seluruh sel tubuh. Selain itu, darah membawa produk limbah dari metabolisme, memasok nutrisi ke jaringan tubuh, dan menampung komponen sistem kekebalan tubuh yang melindungi tubuh dari penyakit. Darah juga membawa hormon endokrin. Darah manusia dapat berwarna merah terang ketika kadar oksigen tinggi atau merah gelap ketika kadar oksigen rendah. Hemoglobin, protein pernapasan dalam bentuk heme yang mengandung zat besi dan berikatan dengan molekul oksigen, bertanggung jawab atas warna merah (Mamuaya, Nova Ch., 2023).

Dalam kondisi fisiologis, pembuluh darah secara teratur diisi dengan darah untuk membantu mengangkut oksigen, melindungi tubuh dari infeksi, dan menghentikan pendarahan. Selain itu, ia mengangkut makanan dari usus ke jaringan, mengedarkan air ke seluruh tubuh, dan menjaga stabilitas (Mamuaya, Nova Ch., 2023).

Berikut ini adalah di antara peran darah yang saat ini diakui:

- a. Memasok semua jaringan dan komponen tubuh dengan nutrisi dan oksigen.
- b. Produksi agen pembekuan.
- c. Mengontrol suhu internal.

- d. Produksi antibodi terhadap penyakit yang disebabkan oleh patogen.
- e. Pergerakan produk limbah dari metabolisme ke hati dan ginjal untuk penyaringan.
- f. Pengiriman hormon ke jaringan dan organ tertentu dari sel tubuh.

Sistem peredaran darah, yang pada gilirannya terhubung dengan sistem pernapasan, pencernaan, ekskresi, sekretori, dan imunologis manusia, terkait erat dengan darah. Sebagai hasil dari peran penting sel darah dalam mendukung sistem tubuh dan kemampuannya untuk bersirkulasi ke seluruh tubuh, darah juga dikategorikan sebagai jaringan ikat, lebih tepatnya jaringan ikat cairan.

Tubuh manusia menggunakan sirkulasi darah untuk melakukan sejumlah proses yang diperlukan agar setiap sistem dapat beroperasi dengan benar, termasuk pengiriman glukosa dan nutrisi lainnya ke setiap sel di setiap organ, yang mendukung proses fisiologis pada manusia. Fungsi jantung sebagai pompa, yang menggerakkan darah ke seluruh tubuh (sistem kardiovaskular), terkait erat dengan sirkulasi darah

Sirkuit paru dan sirkuit sistemik adalah dua sirkuit yang membentuk sistem peredaran darah manusia tertutup (Whittemore, 2009). Sisi kanan jantung bertanggung jawab atas sirkuit paru, yang mendorong pertukaran darah kaya oksigen dengan darah miskin oksigen (tinggi kadar CO₂) di paru-paru. Di sisi lain, sisi kiri jantung memompa darah yang kaya oksigen ke setiap organ dalam tubuh melalui sirkuit sistemik. Hormon dan sistem neurologis mengontrol tekanan darah dan detak jantung saat darah dipompa dari jantung ke tubuh dan kembali. Kekuatan yang diterapkan darah pada dinding saluran darah ketika jantung memompa darah ke dan dari jantung menghasilkan tekanan darah (Rosita et al., 2019).

1.3 Komponen Darah

Darah terdapat dari dua bagian: bagian padat yang dikenal sebagai sel darah dan bagian cair yang disebut plasma. Ada tiga jenis sel darah yang berbeda: trombosit, sel darah putih, dan sel darah merah. Tujuan utama sel darah merah dalam tubuh manusia adalah untuk membawa karbon dioksida dan oksigen dari paru-paru ke berbagai jaringan. Sel darah merah mengandung protein yang disebut hemoglobin (Hb), yang sangat penting untuk mekanisme transit ini (Tiara et al., 2016).

Darah memuat dari sel darah dan plasma, cairan yang mengandung berbagai nutrisi dan bahan lainnya. Cairan ini, atau plasma, terdiri dari sekitar 55% darah, dengan sel darah merah yang terdiri dari 45% sisanya. Komponen sel darah yang paling umum adalah sel darah merah. Darah adalah jaringan cair yang terdiri dari dua bagian: plasma dan sel darah. Sel darah terdiri dari tiga jenis, yaitu sel darah merah, sel darah putih, dan trombosit. Total volume darah adalah setengah dari berat badan atau sekitar lima liter. Sekitar 55% adalah plasma, 45% sisanya adalah sel darah.. (Fauzi & Bahagia, 2019).

Komponen darah adalah sebagai berikut:

1. (*Whole Blood* (WB))

Ini adalah darah yang belum diproses lebih lanjut dan digunakan untuk transfusi. WB adalah titik awal untuk produksi komponen darah lainnya.

2. Sel Darah Merah Lengkap (PRC)

Darah utuh diproses untuk menghilangkan sebagian besar plasma, sehingga menghasilkan PRC. Jumlah leukosit dan trombosit dalam PRC mungkin masih cukup tinggi, tergantung pada teknik sentrifugasi yang digunakan.

3. Liquid Plasma (LP)

Komponen cairan darah yang berasal dari darah lengkap, berwarna kuning. Bermanfaat untuk meningkatkan faktor pembekuan yang stabil (faktor pembekuan II, VII, X, dan XI) dan meningkatkan volume plasma.

4. Trombosit Pekat (TC)

Darah utuh yang memiliki trombosit yang tersuspensi dalam plasma dan dikumpulkan dalam sistem kantong darah steril dengan kantong transfer terintegrasi digunakan untuk membuat TC.

5. FFP (Plasma Beku Segar)

Darah lengkap yang diperoleh dalam sistem kantong darah steril dengan kantong transfer terintegrasi digunakan untuk membuat FFP. Setelah sentrifugasi putaran cepat, FFP diisolasi dari darah lengkap atau plasma kaya trombosit dan segera dibekukan untuk mempertahankan fungsi faktor pembekuan yang labil.

6. AHF, atau Faktor Anti-Hemofilik

Plasma yang telah diekstraksi fraksi krioglobulinnya dari FFP termasuk dalam AHF, suatu komponen darah. Komponen ini dibuat dari darah utuh dan diproses.

Setiap bagian darah dimasukkan ke dalam suatu golongan darah, yang merupakan klasifikasi darah seseorang menurut ada atau tidaknya antigen genetik tertentu pada membran sel darah merah. Berbagai jenis protein dan karbohidrat yang ada pada membran sel darah merah menimbulkan klasifikasi ini. Jenis antigen dan antibodi yang ditemukan dalam darah seseorang menentukan golongan darahnya (Fauzi & Bahagia, 2019).

Tabel 1. 1. Standar Penyimpanan Darah

Komponen Darah	Suhu Optimal	Tempat Penyimpanan	<i>Lifetime</i>
WB	2 ^o – 6 ^o C	<i>Cool room</i>	35 hari
PRC	2 ^o – 6 ^o C	<i>Cool room</i>	35 hari
LP	2 ^o – 6 ^o C	<i>Blood bank</i>	35 hari
TC	20 ^o – 24 ^o C	<i>Blood Aligator</i>	5 hari
FPP	≤ – 18 ^o C	<i>Blood freezer</i>	36 bulan
AHF	≤ – 18 ^o C	<i>Blood freezer</i>	36 bulan

1.4 Bercak Darah

Darah atau noda darah adalah bukti kejahatan dan dapat digunakan untuk mendeteksi TKP secara ilmiah. Mengingat bahwa darah sering kali ada dalam kejadian kekerasan, laboratorium forensik sering kali melakukan tes pada sampel darah. Dalam ilmu forensik, menentukan apakah noda merah atau noda mirip darah yang ditemukan di TKP sebenarnya adalah darah atau noda serupa lainnya memerlukan serangkaian studi noda darah termasuk tes yang mengkonfirmasi asumsi tersebut. Tes khusus dan tes dengan penelitian DNA. (Debarun Chakraborty, 2016).

Kejahatan terhadap kemanusiaan, termasuk pembunuhan, terjadi setiap saat. Laporan dari berbagai media massa, termasuk media cetak dan elektronik, memperjelas hal ini. Kedokteran forensik sangat penting dalam investigasi kriminal karena membantu memecahkan kasus pembunuhan. Hal ini dilakukan dengan menggunakan protokol yang digunakan di tempat kejadian perkara (TKP).

Noda darah adalah salah satu dari sekian banyak barang bukti yang biasanya ditemukan selama penyelidikan. Noda darah terdiri dari tetesan darah yang keluar dari tubuh dan mengendap di permukaan, yang akhirnya mengering dan berubah warna. Biasanya, perubahan warna ini terjadi antara jam pertama dan jam ke-48. Warna bercak darah akan berhenti berubah setelah waktu tersebut. Oksidasi molekul HbO₂ menjadi methemoglobin adalah penyebab proses ini. Selanjutnya, methemoglobin mengalami proses hemikrom, yang menghasilkan disintegrasi dan penggelapan bercak darah (Afdanil, 2014).

1.5 Golongan Darah ABO

Sebuah teknik yang disebut penggolongan darah digunakan untuk mengkategorikan golongan darah menurut jenis antigen-yang dapat berupa protein atau karbohidrat-yang ada. Karl Landsteiner pertama kali menemukan sistem golongan darah ABO pada tahun 1900 ketika melakukan tes di mana ia menggabungkan sel darah merah dengan serum rekan-rekannya. Penelitian Landsteiner menghasilkan golongan darah A, B, dan O - tiga dari empat golongan darah dalam sistem ABO. Pada tahun 1901, golongan darah keempat, AB, ditemukan (Darmawati, 2019).

Jenis antigen dan antibodi yang ditemukan dalam darah seseorang menentukan golongan darah ABO mereka. Sel darah merah yang termasuk dalam golongan darah A, misalnya, memiliki antigen A pada permukaannya dan membuat antibodi terhadap antigen lain. Sel darah merah golongan darah B memiliki antigen B pada permukaannya, dan serumnya mengandung antibodi terhadap antigen A. Sel darah merah golongan darah AB memiliki antigen permukaan untuk A dan B dan tidak mengembangkan antibodi terhadap kedua antigen tersebut. Sebaliknya, golongan darah O tidak memiliki antigen

dalam sel darah merahnya, namun serumnya mengandung antibodi terhadap antigen A dan B. (Darmawati, 2019).

Setiap orang harus mengetahui golongan darah mereka karena hal ini memengaruhi banyak aspek kesehatan, seperti kebutuhan transfusi organ dan darah serta masalah yang berkaitan dengan kehamilan. Banyak prosedur medis yang secara signifikan lebih berhasil bila ada kecocokan golongan darah. Selain itu, karena golongan darah diwariskan dari orang tua, maka golongan darah merupakan bagian dasar dan penting dalam kehidupan manusia (Musa et al., 2024).

Istilah "golongan darah" mengacu pada sistem klasifikasi darah secara keseluruhan, yang didasarkan pada antigen yang ditemukan pada sel darah merah. Istilah ini juga menggambarkan pola respons yang berbeda yang terlihat pada antiserum tertentu. Ada dua jenis golongan darah, yang terpenting adalah pengelompokan yang telah diidentifikasi lebih banyak lagi golongan darah, aglutinin ABO dan faktor Rhesus (Rh) tetap merupakan dua sistem golongan darah yang paling penting (Musa et al., 2024).

Dua penanda genetik yang berguna untuk meneliti populasi manusia adalah ABO dan Rh. Sistem golongan darah ini juga penting untuk kompatibilitas pernikahan dan transfusi darah. Mendapatkan darah golongan AB dapat menjadi tantangan saat menerima transfusi darah. Ketidaktahuan akan golongan darah dapat menyebabkan kematian dan memperpanjang prosedur transfusi darah. Menikah dengan seseorang yang golongan darahnya tidak cocok juga dapat menyebabkan masalah kesehatan yang serius bagi anak, seperti anemia hemolitik, gagal ginjal, syok, keguguran, eritrositosis janin, dan bahkan kematian (Musa et al., 2024).

Berdasarkan jenis antigen dan antibodi, klasifikasi golongan darah ABO membagi orang ke dalam empat golongan darah primer: A, B, AB, dan O. Delapan golongan primer terdiri

dari sistem golongan darah Rhesus (Rh) manusia: A, B, AB, O, dan O Rh (+), A, B, AB, O, dan O Rh (-), B, AB, dan O Rh (+). Orang Asia dan Indonesia merupakan mayoritas pemilik golongan darah Rh (+). Sekitar 15% orang kulit putih termasuk dalam kelompok Rh (-). Orang Asia dengan golongan darah Rh (-) jarang ditemukan, kecuali jika mereka menikah dengan orang luar yang membawa golongan darah tersebut (Musa et al., 2024).

Penanda genetik seperti Rh dan ABO berguna untuk meneliti populasi manusia. Kedua skema klasifikasi darah ini juga penting untuk mengendalikan pernikahan yang tidak kompatibel dan transfusi darah. Menemukan golongan darah AB bisa sangat sulit saat menerima transfusi darah. Masalah serius termasuk anemia hemolitik, gagal ginjal, syok, keguguran, erythroblastosis fetalis, dan bahkan kematian dapat diakibatkan oleh pernikahan yang tidak cocok. Golongan darah ABO dan Rh adalah golongan darah yang paling penting, meskipun ada banyak lainnya. Sementara sistem Rh dikendalikan oleh dua alel gen, Rh+ dan Rh-, golongan darah ABO ditentukan oleh beberapa alel, khususnya IA, IB, dan i. Di seluruh dunia, prevalensi golongan darah ABO dan Rh bervariasi dan tidak didistribusikan secara merata di berbagai kelompok etnis.

Manusia memiliki sifat keturunan yang disebut golongan darah. Setiap orang tua mentransmisikan satu alel golongan darah ke keturunan mereka. Karl Landsteiner menetapkan sistem golongan darah ABO pada tahun 1901, yang menyatakan bahwa setiap orang memiliki golongan darah unik yang dikategorikan sebagai A, B, atau O. Golongan darah ABO dan AB diselesaikan pada tahun 1902 oleh Alfred Decastello dan Adriana Sturli. Oleh karena itu, setiap individu akan memiliki salah satu dari empat golongan darah berikut: A, B, AB, atau O. Kemudian, pada tahun 1940, Karl Landsteiner dan Weinbrener mengembangkan golongan darah Rhesus (Rh) (Hikma et al., 2021).

BAB 2

SAMPEL PEMERIKSAAN GOLONGAN DARAH

2.1 Jenis Sampel

Golongan darah A diuji dengan anti-B, golongan darah B dengan anti-A, dan golongan darah O dengan anti-AB selama analisis serum sampel golongan darah. Namun, karena antisera biasanya digunakan dalam tes darah sistem ABO, maka serum jarang digunakan untuk tes golongan darah. Proses dasar dari tes golongan darah adalah aglutinasi, yang dihasilkan ketika antigen dan antibodi yang cocok bereaksi. Karena antibodi golongan darah adalah protein globulin yang terlibat dalam imunitas bawaan tubuh, maka serum mengandung antibodi (Darmawati, 2019).

Serum darah terdiri dari komponen selain sel darah dan protein pembekuan. Dengan mengambil fibrinogen, maka fibrinogen diisolasi dari plasma. Semua protein yang tidak terlibat dalam pembekuan ditemukan dalam serum, bersama dengan elektrolit, antibodi, antigen, hormon, dan bahan eksogen (obat dan mikroba). Serum dapat dibagi menjadi tiga kategori berdasarkan susunannya: serum lipoprotein, serum globulin, dan serum albumin (Darmawati, 2019).

Sebagian plasma yang disebut serum terutama terdiri dari molekul yang relatif besar yang disebut protein. Cairan jernih yang dikenal sebagai serum tertinggal setelah protein dalam darah dipisahkan dengan sentrifugasi. Darah yang telah dibiarkan menggumpal menyisakan serum, yang terdiri dari beberapa bahan kimia yang dapat larut tetapi tidak memiliki sel.

Zat ini mengandung molekul antibodi, yang juga disebut sebagai imunoglobulin karena dikategorikan sebagai globulin, yaitu protein (Darmawati, 2019).

Jenis sampel dan penggunaannya dalam pemeriksaan golongan darah ABO:

1. Darah Vena

- a. Pengambilan: Darah diambil dari vena, biasanya dari vena antekubital (di lengan bagian dalam) menggunakan jarum suntik atau sistem vakutainer. Antikoagulan: Sampel darah vena biasanya ditampung dalam tabung yang mengandung antikoagulan seperti EDTA (Ethylenediaminetetraacetic acid) untuk mencegah pembekuan darah. Keuntungan: Volume yang diambil lebih besar, memungkinkan untuk melakukan beberapa tes jika diperlukan. Lebih stabil dan cenderung memiliki kualitas yang lebih baik untuk analisis laboratorium.
- b. Prosedur Pengambilan: Menggunakan teknik aseptik untuk menghindari kontaminasi. Darah ditampung dalam tabung yang sesuai dengan antikoagulan yang benar.

2. Darah Kapiler

- a. Pengambilan: Darah diambil dari tusukan pada ujung jari (atau tumit pada bayi) menggunakan lancet. Antikoagulan: Biasanya, darah kapiler ditampung dalam tabung kapiler kecil yang mungkin mengandung antikoagulan heparin untuk mencegah pembekuan. Keuntungan: Pengambilan lebih cepat dan lebih sederhana, terutama di lingkungan point-of-care (tempat perawatan pasien). Minimal invasif dan nyaman untuk pasien, terutama pada bayi dan anak-anak.

- b. Prosedur Pengambilan: Menggunakan teknik aseptik untuk menghindari kontaminasi. Darah dikumpulkan dalam tabung kapiler atau pada kartu tes khusus untuk golongan darah. Kapas kering digunakan untuk mengambil tetesan darah pertama yang muncul saat mengambil darah kapiler. Pengujian kemudian dilakukan pada tetesan darah berikutnya. Hal ini karena, sebelum penusukan, sejumlah kecil tekanan biasanya diberikan pada jari, yang dapat menyebabkan tetesan darah awal merusak cairan jaringan dan mungkin sisa alkohol, sehingga mengurangi kecocokannya sebagai sampel karena pengenceran. Area yang akan ditusuk dibersihkan dengan alkohol 70% dan dibiarkan mengering sebelum darah kapiler dikumpulkan. Karena alkohol membunuh bakteri melalui uapnya dan bukan melalui cairannya, alkohol harus benar-benar kering untuk memberikan antiseptis yang efektif. Sebaiknya hindari menusuk kulit dengan alkohol saat kulit masih basah (Irawan, 2023).

3. Darah Tanpa Antikoagulan

- a. Pengambilan: Darah vena juga dapat diambil tanpa antikoagulan, terutama jika sampel akan digunakan untuk tes aglutinasi di laboratorium.
- b. Penggunaan: Biasanya digunakan untuk memastikan hasil golongan darah melalui reaksi aglutinasi yang memerlukan serum dari darah yang sudah memisah secara alami. Keuntungan: Penggunaan langsung dari serum darah yang memungkinkan pengujian aglutinasi antibodi yang lebih jelas.

4. Spesimen Khusus

Kartu Darah: Darah dapat ditempatkan pada kartu darah khusus untuk pengujian golongan darah yang dapat dilakukan di lokasi lain atau dikirim ke laboratorium.

2.2 Kualitas dan Penanganan Sampel

Dalam pemeriksaan golongan darah, kualitas dan penanganan sampel sangat penting untuk memastikan hasil yang akurat. Berikut adalah kriteria yang perlu diperhatikan untuk sampel yang digunakan dalam pemeriksaan golongan darah:

1. Jenis Sampel
 - Darah Vena: Darah biasanya diambil dari vena menggunakan jarum suntik dan ditampung dalam tabung khusus.
 - Darah Kapiler: Darah juga bisa diambil dari tusukan jari, terutama untuk pemeriksaan di tempat perawatan (*point-of-care testing*).
2. Antikoagulan
 - EDTA (Ethylenediaminetetraacetic acid): Umumnya digunakan untuk pengambilan darah yang akan digunakan dalam pemeriksaan hematologi, termasuk golongan darah.
 - Tanpa Antikoagulan: Beberapa tes golongan darah, seperti uji aglutinasi, mungkin memerlukan sampel tanpa antikoagulan untuk memastikan hasil yang jelas.
3. Volume Sampel
 - Volume yang Cukup: Pastikan volume darah yang diambil cukup untuk melakukan semua tes yang diperlukan. Biasanya, 5-10 ml darah vena sudah cukup.
 - Hindari Pengambilan Berlebihan: Mengambil darah terlalu banyak bisa menyebabkan hemolisis, yang mempengaruhi hasil.
4. Penanganan dan Penyimpanan
 - Pengambilan yang Bersih: Gunakan teknik aseptik selama pengambilan untuk menghindari kontaminasi.

- Penyimpanan yang Tepat: Simpan sampel pada suhu yang sesuai jika tidak langsung diperiksa. Biasanya, suhu kamar atau dalam pendingin tergantung pada waktu penundaan.
 - Pengiriman yang Cepat: Kirim sampel ke laboratorium secepat mungkin untuk menghindari degradasi atau hemolisis.
5. Kondisi Sampel
- Tidak Hemolisis: Pastikan sampel tidak mengalami hemolisis (pecahnya sel darah merah), yang dapat mengganggu hasil pemeriksaan.
 - Tidak Menggumpal: Pastikan darah tidak menggumpal jika menggunakan antikoagulan. Penggumpalan dapat menyebabkan hasil yang tidak akurat.
6. Label dan Identifikasi
- Label yang Jelas: Setiap sampel harus memperoleh label dengan jelas, termasuk nama pasien, tanggal dan waktu pengambilan, serta informasi lain yang relevan.
 - Identifikasi yang Akurat: Pastikan identifikasi pasien yang akurat untuk menghindari kesalahan dalam hasil golongan darah.
7. Waktu Pengambilan
- Segera Diproses: Usahakan untuk memproses sampel segera setelah pengambilan untuk menghindari perubahan kondisi darah.
 - Stabilitas Sampel: Pahami stabilitas sampel dalam kondisi tertentu, misalnya berapa lama sampel tetap stabil pada suhu kamar atau dalam pendingin.
8. Peralatan yang Digunakan
- Jarum dan Tabung yang Steril: Gunakan peralatan yang steril untuk menghindari kontaminasi dan infeksi.
 - Peralatan yang Tepat: Gunakan peralatan yang sesuai dengan jenis tes yang akan dilakukan (contoh: tabung EDTA untuk hematologi).

9. Prosedur Pengambilan

- Teknik Pengambilan yang Benar: Ikuti prosedur standar pengambilan darah untuk menghindari hemolisis atau kontaminasi.
- Pengadukan yang Benar: Jika menggunakan antikoagulan, aduk sampel dengan lembut segera setelah pengambilan untuk mencegah pembekuan.

Stabilitas sampel dapat dipengaruhi oleh kesalahan yang dibuat selama pengumpulan dan pemrosesan sampel, seperti ketika sampel darah lengkap mengandung gumpalan, ketika volume sampel tidak sesuai, ketika antikoagulan yang salah digunakan, ketika suhu penyimpanan tidak tepat, dan ketika terjadi hemolisis. Sebagai komponen penting dari tahap pra-analitik, stabilitas sampel memiliki dampak besar pada seberapa akurat hasil laboratorium klinis. Penelitian tentang aspek pra-analitik seperti penanganan, penyimpanan, dan pengumpulan spesimen telah menunjukkan bahwa 93% kesalahan tidak ada hubungannya dengan prosedur analitik. Hasil tes hematologi yang teratur sangat penting karena mempengaruhi diagnosis dan terapi. Penundaan analisis sampel dapat menyebabkan parameter yang diukur berubah, yang akan membuat interpretasi data menjadi lebih sulit.

Ketika sampel disimpan dalam kondisi tertentu, stabilitas sampel adalah kemampuan sampel untuk mempertahankan nilai pengukuran awal secara kuantitatif selama jangka waktu tertentu. Ketika pengujian tertunda, sampel harus dikirim ke laboratorium yang berbeda, atau sampel harus disimpan untuk mencegah perlunya pengambilan sampel ulang jika diperlukan pengujian yang lebih banyak atau berulang, penyimpanan sampel yang tepat sangat penting. Temuan tes hematologi dapat sangat dipengaruhi oleh bagaimana sampel darah ditangani dan disimpan, dan penanganan atau penyimpanan yang salah dapat menghasilkan hasil yang salah (Puspitasari & Aliviameita, 2022).

BAB 3

METODE PEMERIKSAAN GOLONGAN DARAH

Metode slide, metode tabung, dan metode absorpsi-elusi adalah teknik penelitian golongan darah. Salah satu pendekatan untuk menguji golongan darah dalam situasi kriminal adalah metode absorpsi-elusi. Metode elusi absorpsi yang digunakan oleh semua laboratorium forensik efektif untuk penentuan golongan darah karena terbukti lebih sensitif dan konsisten. Pada metode ini, swab berisi sampel darah dengan hasil tes positif dimasukkan ke dalam tabung reaksi untuk direaksikan dengan antiserum (Rahayu et al., 2021). Adapun Metode Pemeriksaan golongan darah terdiri dari :

3.1 Metode ABO Slide

Sebagai antisera, juga menggunakan serum yang mengandung antibodi anti A dan anti B. Prinsip penentuan golongan darah adalah reaksi antigen yang ada pada permukaan sel darah merah dengan reagen anti A dan anti B (Darmawati, 2019).

Antigen golongan darah A dan B adalah yang paling penting. Gula tertentu yang secara langsung menempelkan pada dinding sel atau terikat pada protein yang memanjang dari lapisan bilipid adalah yang menentukan antigen ini. Ketika menguji golongan darah ABO, reagen antisera digunakan. Reagen ini dibuat dari supernatan kultur in vitro yang diproduksi ketika imunoglobulin dari sel tikus melakukan

hibridisasi. Aglutinasi, hasil tes, terjadi, misalnya, ketika reagen antisera A, B, dan AB ditambahkan ke golongan darah A. Darah yang diolah dengan reagen antisera B dan AB, tetapi tidak dengan reagen antisera A, menunjukkan aglutinasi. Namun, serum dapat digunakan sebagai pilihan yang lebih terjangkau dalam pengujian golongan darah ABO karena mahalnya reagen ini.

Dua protein utama yang ditemukan dalam serum, cairan kekuningan yang ditemukan dalam darah, adalah albumin dan globulin. Karena antibodi golongan darah adalah protein globulin, yang sangat penting untuk pertahanan alami tubuh terhadap antigen eksternal, maka antibodi ditemukan dalam serum (Oktari, 2016).

Metode slide umumnya digunakan untuk pengujian golongan darah ABO, yang digunakan untuk memastikan golongan darah seseorang. Tes golongan darah dapat dilakukan dengan cepat dan mudah menggunakan metode slide. Prosedur ini melibatkan reaksi darah dengan antisera A dan B untuk mengidentifikasi antigen pada permukaan membran eritrosit. Ide di balik tes ini adalah untuk menentukan golongan darah dengan mengamati bagaimana darah dan antisera bereaksi satu sama lain.

Aglutinasi akan terjadi jika antigen pada eritrosit cocok dengan jenis antibodi yang diberikan dengan reagen antisera. Aglutinasi, yang menghasilkan penciptaan tautan yang menyatukan banyak sel, adalah penggumpalan eritrosit yang disebabkan oleh interaksi antara antibodi dan antigen pada eritrosit. Reagen antisera komersial, yang berasal dari supernatan kultur *in vitro* yang dibuat dari imunoglobulin sel tikus yang dihibridisasi, digunakan untuk pengujian golongan darah. Aglutinasi adalah bentuk hasil tes (Abror, 2023).

3.2 Metode Absorpsi Elusi

Cara ini digunakan oleh semua laboratorium forensik untuk menentukan golongan darah karena pasti lebih sensitif dan konsisten. Pada metode ini, swab berisi sampel darah dengan hasil tes positif dimasukkan untuk bereaksi dengan antiserum di dalam tabung reaksi. Reagen yang digunakan untuk menguji golongan darah ABO disebut antiserum.. Tiga antisera berbeda disediakan untuk mendeteksi golongan darah yang berbeda dari sampel darah yang terdapat di setiap usap. Hasil positif menunjukkan adanya aglutinasi akibat reaksi darah dengan antiserum yang diberikan, sedangkan hasil negatif menunjukkan tidak adanya aglutinasi dan adanya lisis yang ditandai dengan kekeruhan sampel pada saat homogenisasi tabung reaksi. Jika terjadi aglutinasi pada tabung berisi usap yang bereaksi dengan antiserum A, maka sampel darah yang ada pada usapan tersebut adalah darah golongan A. Penafsiran ini juga berlaku pada hasil reaksi yang dilakukan dengan antiserum lain (Rahayu et al., 2021).

Golongan darah ABO lebih mudah ditentukan dari sampel darah segar dibandingkan dari sampel darah kering. Sel darah kering yang rusak adalah penyebabnya. Karena antigen sel darah merah dipertahankan pada permukaannya bahkan setelah kerusakan sel, golongan darah masih dapat diidentifikasi dari sampel darah kering. Untuk mengkategorikan sampel darah kering, metode absorpsi-elusi sering digunakan. Antigen dapat dideteksi secara tidak langsung dengan menggunakan pendekatan yang sangat sensitif ini (Rahayu et al., 2021).

Golongan darah dipastikan melalui metode absorpsi-elusi, yang mencari antigen dalam sampel. Menurut Fitri et al, uji absorpsi-elusi dapat digunakan untuk menentukan golongan darah pada rambut, air liur, dan darah kering dengan cara mencari aglutinasi pada sampel. Hal ini sejalan dengan temuan Utami et al, yang melaporkan tingkat keberhasilan 100% dalam

menggunakan metode ini untuk mengidentifikasi golongan darah dari sampel darah kering yang disimpan pada suhu kamar. Lebih lanjut, metode ini juga efektif digunakan oleh Eldiana dkk untuk menentukan golongan darah pada empat varian substrat kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*) yang berbeda dalam kondisi yang terkontrol (Mayangsari et al., 2022).

Sampel kain kasa dipecah menjadi lembaran benang dan dimasukkan ke dalam tiga tabung reaksi, A, B, dan O, dengan masing-masing tujuh hingga sepuluh keping. Tabung reaksi A, B, dan O masing-masing diisi dengan antisera A, B, dan anti-H. Setelah itu, tabung reaksi direndam dan disimpan di lemari es pada suhu 4°C selama sehari penuh agar antisera dapat masuk ke benang. Sampel dibilas tujuh kali dengan 0,98% NaCl selama tahap pencucian atau elusi untuk menghilangkan kelebihan antisera dan kontaminan yang tidak terikat oleh antibodi atau antigen. Setelah itu, sampel dipanaskan hingga 56°C selama 20 menit untuk memisahkan antisera dan antibodi pada benang yang berikatan.

Benang tabung reaksi kemudian dikeluarkan dan dibuang setelah sampel mendingin hingga suhu kamar. Langkah berikut melibatkan penambahan dua hingga tiga tetes suspensi eritrosit A, B, dan O disiapkan dua hari sebelum pemeriksaan golongan darah sesuai dengan golongan darah yang diperiksa. Setelah membiarkan tabung duduk selama kira-kira sepuluh menit, tabung disentrifugasi selama satu menit pada 1000 rpm. Mengocok tabung dengan lembut setelah sentrifugasi memungkinkan seseorang untuk mengamati apakah aglutinasi telah terbentuk (Sari & Pathia, 2024).

3.3 Metode Tabung

Ada dua cara untuk memeriksa golongan darah menggunakan metode probe: serum pooling dan cell pooling. Pengetikan sel adalah tes golongan darah di mana Serum digunakan untuk menganalisis sel darah merah pasien yang mengandung antibodi yang mengidentifikasi antigen yang diketahui dari sel darah merah yang diuji. Interpretasi hasil golongan darah menurut metode yang tepat dilakukan dengan cara aglutinasi (Khoolidah & Qomariyah, 2019).

Adanya aglutinasi adalah tanda hubungan yang terbentuk antara antigen dan antibodi. Ketika antigen bertemu dengan antibodi yang sesuai, terjadi reaksi aglutinasi. Pembentukan aglutinasi adalah tanda hubungan yang dibentuk oleh respons antigen dan antibodi semakin besar dan nyata aglutinasinya serta semakin kuat pula reaksinya. Tingkat aglomerasinya lebih tinggi. Hal ini memudahkan dan efisien bagi staf laboratorium untuk memastikan apakah sampel mengental atau tidak (Khoolidah & Qomariyah, 2019).

Suspensi sel berdasarkan sel darah merah dan pelarut NaCl 0,9% digunakan untuk menentukan golongan darah menggunakan metode yang tepat. Jumlah sel darah merah dalam suspensi sel meningkat seiring dengan konsentrasi, yang meningkatkan tingkat antigen. Probabilitas respons antigen-antibodi meningkat seiring dengan tingkat antigen (Khoolidah & Qomariyah, 2019).

BAB 4

CARA PENGGUNAAN INSTRUMEN PEMERIKSAAN GOLONGAN DARAH

4.1 Centrifuge

4.1.1 Pengertian Alat *Centrifuge*

Centrifuge adalah peralatan yang digunakan di laboratorium untuk membagi bahan sesuai dengan variasi kepadatannya, densitasnya melalui pemutaran dengan kecepatan tinggi. Prinsip kerja centrifuge didasarkan pada gaya sentrifugal, yang menyebabkan partikel dalam cairan bergerak menjauh dari pusat rotasi. Alat ini diperlukan dalam berbagai bidang, termasuk biologi, biokimia, kedokteran, dan penelitian ilmiah, untuk memisahkan sel, organel sel, protein, nukleotida, dan berbagai komponen lainnya.

4.1.2 Prinsip Kerja Alat *Centrifuge*

Centrifuge beroperasi lewat memutar sampel dalam tabung pada partikel dengan densitas yang lebih tinggi dipaksa ke bagian bawah tabung oleh gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh kecepatan tinggi, sementara partikel dengan densitas yang lebih rendah tetap berada di bagian atas. Komponen Utama Alat Centrifuge :

1. Rotor

- Jenis Rotor : Terdapat dua macam rotor utama, yaitu rotor sudut tetap (*fixed-angle rotor*) dan rotor ayun (*swinging-bucket rotor*). Tabung diposisikan pada sudut tertentu oleh rotor sudut tetap,

sementara rotor ayun memungkinkan tabung bergerak ke posisi horizontal saat berputar.

- Penempatan Tabung: Tabung sampel ditempatkan dalam lubang rotor yang dirancang untuk menampungnya dengan aman selama rotasi.

2. Gaya Sentrifugal

- Akselerasi Radial: Saat rotor berputar, gaya sentrifugal yang dihasilkan menyebabkan partikel-partikel dalam sampel mengalami akselerasi radial menjauh dari sumbu rotasi.
- Pemisahan Berdasarkan Densitas: Partikel dengan kepadatan yang lebih tinggi akan turun lebih cepat ke bagian bawah tabung, sedangkan partikel dengan kepadatan yang lebih rendah akan tetap berada di bagian atas.

3. Kecepatan dan Waktu

- RPM (*Revolutions Per Minute*): Kecepatan rotasi diukur dalam putaran per menit (RPM). Kecepatan yang lebih tinggi menghasilkan gaya sentrifugal yang lebih besar.
- Waktu Pemutaran: Waktu yang dibutuhkan untuk mencapai pemisahan yang diinginkan bervariasi tergantung pada jenis sampel dan kecepatan rotasi.

4. Kontrol dan Keselamatan

- Pengontrol Kecepatan dan Timer: *Centrifuge* dilengkapi dengan kontrol elektronik untuk mengatur kecepatan rotasi dan durasi pemutaran.
- Keseimbangan: Sangat penting untuk memastikan bahwa tabung sampel seimbang dalam rotor untuk mencegah kerusakan alat dan memastikan pemisahan yang efektif. Penutup Pengaman: *Centrifuge* biasanya memiliki penutup pengaman yang harus dikunci selama operasi untuk mencegah kecelakaan.

4.1.3 Penggunaan Centrifuge dalam Laboratorium

1. Pemisahan Sel dan Organisme
 - Darah: Membagi bagian darah layaknya sel darah merah, sel darah putih, dan plasma.
 - Kultur Sel: Mengumpulkan sel dari media kultur untuk analisis lebih lanjut.
2. Isolasi Molekul
 - Protein: Memisahkan protein dari campuran lisat sel.
 - DNA/RNA: Mengendapkan asam nukleat dari larutan setelah ekstraksi.
3. Pemurnian dan Klarifikasi
 - Suspensi Partikel: Memurnikan partikel atau mikroorganisme dari suspensi.
 - Klarifikasi Cairan: Menghilangkan partikel padat dari cairan untuk memperoleh supernatan yang jernih.



Gambar 4. 1. Alat Centrifuge

4.2 Inkubator

4.2.1 Pengertian Alat Inkubator Suhu

Inkubator suhu adalah alat laboratorium yang dirancang untuk menyediakan lingkungan dengan suhu yang terkontrol secara stabil untuk mendukung pertumbuhan dan pengembangan mikroorganisme, sel, atau embrio. Alat ini digunakan secara luas dalam mikrobiologi, bioteknologi, kedokteran, dan penelitian ilmiah untuk memastikan bahwa kondisi lingkungan seperti suhu tetap konsisten dan optimal untuk eksperimen atau kultur.

4.2.2 Prinsip Kerja Alat Inkubator Suhu

Inkubator suhu bekerja berdasarkan prinsip pengendalian suhu untuk menciptakan lingkungan yang stabil dan optimal.

4.2.3 Komponen Utama

1. Pengendalian Suhu
 - Elemen Pemanas: Inkubator dilengkapi dengan elemen pemanas yang biasanya terbuat dari bahan seperti logam atau keramik. Elemen ini menghasilkan panas saat dialiri listrik.
 - Sensor Suhu: Sensor suhu, seperti termokopel atau termistor, ditempatkan di dalam ruang inkubator untuk mengukur suhu secara real-time.
 - Termostat atau Pengontrol Mikroprosesor: Termostat atau pengontrol mikroprosesor menerima data dari sensor suhu dan mengatur elemen pemanas untuk menjaga suhu tetap pada set point yang diinginkan. Pengontrol ini akan mematikan elemen pemanas saat suhu mencapai set point dan menyalakannya kembali saat suhu turun.

2. Isolasi dan Keseragaman Suhu

- Bahan Isolasi: Dinding inkubator biasanya dilapisi dengan bahan isolasi termal untuk mencegah kehilangan panas dan menjaga suhu internal yang stabil. Bahan isolasi ini memastikan efisiensi energi dan kestabilan suhu.
- Sirkulasi Udara: Banyak inkubator dilengkapi dengan kipas atau sistem sirkulasi udara untuk memastikan distribusi panas yang merata di seluruh ruang inkubator. Ini penting untuk menghindari hot spots dan cold spots yang dapat mempengaruhi hasil eksperimen.

3. Kontrol Kelembapan dan Atmosfer (Opsional)

- Kontrol Kelembapan: Beberapa inkubator suhu juga dilengkapi dengan sistem kontrol kelembapan untuk menyediakan kondisi yang lebih spesifik, seperti yang diperlukan dalam kultur sel atau mikroorganisme tertentu.
- Kontrol CO₂ dan O₂: Inkubator untuk kultur sel mamalia sering kali memiliki sistem kontrol CO₂ untuk menjaga pH medium kultur. Inkubator khusus juga dapat mengontrol kadar O₂.

4.2.4 Langkah-langkah Penggunaan Inkubator Suhu

1. Persiapan Alat

Pastikan inkubator terhubung ke sumber listrik yang benar dan dalam kondisi bersih. Kalibrasi sensor suhu jika diperlukan untuk memastikan akurasi.

2. Pengaturan Suhu

Atur suhu yang diinginkan pada pengontrol termostat atau mikroprosesor sesuai dengan kebutuhan eksperimen atau kultur. Periksa pengaturan tambahan seperti kelembapan atau CO₂ jika alat dilengkapi dengan fitur tersebut.

3. Pemanasan Awal

Biarkan inkubator mencapai suhu yang diinginkan sebelum memasukkan sampel. Waktu pemanasan awal ini memungkinkan lingkungan dalam inkubator menjadi stabil.

4. Penempatan Sampel

Letakkan sampel dalam inkubator dengan hati-hati untuk memastikan aliran udara yang baik dan distribusi suhu yang merata. Jangan menumpuk sampel terlalu dekat satu sama lain atau menghalangi ventilasi.

5. Pemantauan

Pantau suhu dan kondisi lainnya secara berkala melalui display digital atau indikator lain yang tersedia. Sesuaikan pengaturan jika diperlukan untuk menjaga kondisi optimal.

6. Penyelesaian dan Pembersihan

Setelah selesai, keluarkan sampel dengan hati-hati. Matikan inkubator dan biarkan mendingin sebelum membersihkannya untuk penggunaan selanjutnya.



Gambar 4. 2. Alat Inkubator

BAB 5

PROSEDUR KERJA PEMERIKSAAN GOLONGAN DARAH

Golongan darah yakni satu cara yang dilakukan untuk melakukan kriminal di masyarakat. Dengan tes golongan darah ini dapat digunakan untuk mengevaluasi apakah bukti nyata yang ditemukan di lokasi kejahatan (TCP) ada kaitannya dengan kejadian tersebut. Contohnya, dalam penyelidikan pembunuhan, tes golongan darah dapat menentukan apakah golongan darah korban atau pembunuh ada di TKP (Susilo et al., 2020).

Kelebihan dan tujuan penggolongan darah adalah : untuk keperluan transfusi dan untuk Identifikasi dalam investigasi kriminal dan kasus forensik lainnya (Darmawati, 2019). Dasar penelitian golongan darah adalah aglutinasi yang terjadi ketika antibodi mengenali antigen tertentu pada permukaan sel darah merah (Suyasa et al., 2017). Umumnya terdapat 4 macam golongan darah dan 2 macam golongan darah Rhesus pada tubuh manusia, walaupun ada beberapa golongan yang mempunyai beberapa golongan darah lain (Maharani, 2018).

5.1 Prosedur Pengambilan Darah Vena

(Debarun Chakraborty, 2016)

1. Kumpulkan peralatan dan perlengkapan yang Anda butuhkan.
2. Posisikan tourniquet sekitar 10 sentimeter di atas siku.
3. Gunakan ujung jari Anda untuk menemukan pembuluh darah.

4. Setelah itu bersihkan lokasi vena pada lengan, darahnya diperoleh dengan membiarkan kapas yang telah dicelupkan ke dalam alkohol 70% mengering.
5. Saat spuit dimasukkan ke dalam vena dengan sudut 45 derajat, tourniquet dilepaskan saat darah mulai masuk ke spuit
6. Setelah mencapai volume darah penuh, dipasang kapas kering dan steril
7. Jarum suntik dilepaskan dan darah dibiarkan melalui Tabung reaksi disusun di dinding.

5.2 Prosedur Pembuatan Suspensi Eritrosit

(Utami et al., 2021)

1. Dengan asumsi bahwa golongan darah A, B, dan O telah ditentukan, siapkan tiga tabung reaksi dan beri nama A, B, dan O. Kemudian, tambahkan 50 tetes larutan NaCl 0,98% dan 8 tetes sampel darah yang diambil dari probe ujung jari.
2. Setelah mencampur sampel, mereka disentrifugasi selama satu menit pada suhu kamar pada 1000 rpm.
3. Setelah itu melakukan pencucian dengan cara membuang supernatan hasil sentrifugasi, kemudian menambahkan 50 tetes NaCl 0,98% dan melakukan sentrifugasi kembali. Langkah pencucian diulang sebanyak 5 kali.
4. Setelah menambahkan 50 tetes 0,98% NaCl ke suspensi sel eritrosit akhir, ditutup dengan bungkus plastik dan disimpan di lemari es pada suhu 4°C sampai darah menggumpal (48 jam).

5.2 Proses Pemeriksaan Golongan Darah Metode Penyerapan Elusi

(Utami et al., 2021)

1. Bagilah sampel kain kasa menjadi sepuluh serat atau lebih, lalu pindahkan serat ke dalam tabung reaksi bertanda A, B, dan O. Isi tabung A, B, dan O dengan

- antiserum A, B, dan anti-H, masing-masing. Untuk membiarkan antiserum masuk ke serat, dinginkan tabung pada suhu 4°C selama sehari penuh.
2. Emulsifikasi, atau pencucian, adalah tahap berikut. Bilas sampel tujuh kali dalam NaCl 0,98% untuk menghilangkan kontaminan yang tidak menempel pada antigen atau antibodi. Menghilangkan antiserum ekstra adalah manfaat lain dari pencucian ini.
 3. Untuk membebaskan antiserum dan antibodi yang terikat pada serat, sampel kemudian dipanggang selama 20 menit pada suhu 56°C.
 4. Sampel kemudian dibiarkan dingin hingga suhu kamar, dan serat dikeluarkan dari tabung dan dibuang.
 5. Tergantung pada golongan darah yang diuji, sampel yang diperoleh dua hari sebelum pemeriksaan golongan darah perlu ditambahkan dua hingga tiga tetes suspensi eritrosit A, B, dan O ke dalamnya.
 6. Setelah membiarkan tabung mengendap selama sekitar sepuluh menit, tabung disentrifugasi selama satu menit pada 1000 rpm.
 7. Untuk memeriksa aglutinasi, tabung reaksi kemudian diguncang dengan lembut di bawah pengamatan.
 8. Pengamatan kualitatif dibuat. Sampel yang hanya menunjukkan aglutinasi tabung A diklasifikasikan sebagai golongan darah A; sampel yang hanya menunjukkan aglutinasi tabung B diklasifikasikan sebagai golongan darah B. Sampel dikenali sebagai golongan darah AB jika aglutinasi terlihat di tabung A dan B. Sampel diidentifikasi sebagai golongan darah O jika aglutinasi secara eksklusif terlihat pada tabung O. Tabel golongan darah kemudian berisi hasilnya.

BAB 6

HASIL PEMERIKSAAN GOLONGAN DARAH METODE ABSORBSI

6.1 Faktor yang mempengaruhi Hasil Pemeriksaan

Suhu adalah salah satu faktor yang mempengaruhi penentuan golongan darah karena antibodi bereaksi paling baik pada 37°C. Noda darah dapat terdegradasi lebih cepat dalam situasi dengan suhu tinggi dan paparan cahaya. Noda darah juga dapat berubah warna karena perubahan suhu, kelembaban, adanya jamur, dan intensitas cahaya (Rahayu, 2021). Selain itu juga dipengaruhi oleh aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme tertentu (Masyrur et al., 2019).

Jenis antigen (aglutinogen) pada permukaan sel darah merah menentukan golongan darah seseorang. Molekul yang terkait dengan golongan darah sistemik ABO adalah D-galaktosa, N-asetilgalaktosamin, N-asetilglukosamin dan L-fukosa. Pemecahan antigen ini dapat menyebabkan golongan darah A, B, dan AB disalahartikan sebagai golongan darah semu O. Enzim yang dibuat oleh bakteri yang mencemari darah mungkin menjadi penyebab proses ini. Alpha-N-acetylgalactosamine dan alpha-galaktosa, yang merupakan bagian dari faktor aglutinasi dalam sel darah merah, adalah substrat untuk enzim bakteri seperti alpha-1,3-N-acetylgalactosaminidase dan alpha-1,3-galactosidase. Enzim-enzim ini menyebabkan malapetaka dengan antigen sel darah merah, yang ketika terpapar dapat menyebabkan golongan darah non-O didiagnosis secara keliru sebagai golongan darah O. bakteri penghasil enzim dalam jangka waktu tertentu (Susilo et al., 2020).

Kemampuan antiserum (antibodi) untuk mengikat atau bereaksi dengan sel darah merah (antigen) mempengaruhi kekuatan atau potensi reaksi aglutinasi yang terlihat pada tes golongan darah. Kekuatan ionik, suhu, pH, rasio antibodi-ke-antigen, kesegaran serum dan sel darah merah, dan beban ionik sel darah merah adalah beberapa variabel yang mempengaruhi interaksi ini. Rasio antibodi terhadap antigen sangat penting untuk penentuan golongan darah bergantung pada suspensi sel yang digunakan. Jika suspensi lebih kecil maka volume aglutinasinya lebih kecil, karena antigen dalam suspensi sel eritrosit lebih kecil dibandingkan antigen pada suspensi sel darah merah yang jumlah sel darah merahnya lebih banyak, sehingga reaksi aglutinasi total pada tes golongan darah lebih besar dibandingkan pada suspensi yang lebih kecil (Sastriani et al., 2023).

Penggumpalan sel darah merah memiliki dua fase yang mungkin. Sel darah merah terpapar antibodi pada tahap pertama, yang menyebabkan sel-sel saling menempel dan membentuk aglutinasi. Pada tahap kedua, antibodi terlibat dengan sel darah merah. Suhu, pH medium, konstanta afinitas antibodi, lamanya masa inkubasi, kekuatan ionik medium, dan rasio antibodi terhadap antigen semuanya mempengaruhi tahap pertama aglutinasi. Jarak antar sel, muatan molekul tersuspensi, deformasi membran, molekul permukaan pada membran, dan bentuk molekul semuanya berdampak pada tahap kedua aglutinasi (Mulyantari & Yasa, 2016).

Berikut adalah macam-macam variabel yang bisa mempengaruhi reaksi antigen dan antibodi pada pemeriksaan golongan darah:

1. Muatan ion sel darah merah

Karena setiap membran memiliki muatan negatif, sel darah merah biasanya tidak berasosiasi atau menyatu satu sama lain dalam kondisi fisiologis, baik *in vivo* maupun *in*

vitro. Gugus asam neuraminik pada membran sel darah merah menghasilkan muatan negatif ini. Lapisan ion positif terbentuk di sekitar sel darah merah yang tersuspensi dalam larutan elektrolit sebagai akibat dari muatan negatifnya yang menarik ion positif (dikenal sebagai potensial Zeta). Sel darah merah dapat berkumpul lebih dekat ketika antibodi menempelkan padanya karena mereka mengurangi muatan negatif pada permukaan sel. Sebaliknya, antibodi adalah

Sel darah sangat penting untuk pengangkutan tubuh dari banyak zat, seperti panas, nutrisi, oksigen, karbon dioksida, limbah metabolisme, hormon dari kelenjar endokrin, dan dukungan untuk sistem kekebalan tubuh (Dutta, Beskok, dan Warburton, 2013). Penelitian sebelumnya menggunakan dua elektroda untuk mengirimkan tegangan listrik telah menunjukkan bahwa medan listrik dapat mempengaruhi perilaku sel biologis. Temuan serupa dilaporkan oleh Abidin, Baik, dan Hafifudin (2008), yang menemukan bahwa sel bergerak lebih banyak ketika ada medan listrik yang lebih kuat. Kecepatan drift adalah kecepatan gerak yang berkorelasi langsung dengan konstanta mobilitas sel dan kekuatan medan listrik. Penelitian lain menggunakan elektroforesis, teknik yang menggunakan dioda untuk memisahkan muatan.

Sel darah bergerak melalui media cair antara elektroda positif dan negatif dalam medan listrik yang kuat. Kami memperlakukan sel-sel darah ini seolah-olah mereka adalah partikel koloid yang bersirkulasi melalui cairan. Cairan mengerahkan gaya Stokes pada sel saat mengalir. Muatan yang bergerak di bawah pengaruh kekuatan medan listrik E merasakan gaya yang mengarah ke kecepatan drift dengan, menurut teori chip paralel.

Gaya Stokes, bagaimanapun, menentang gerakan ini dan menghasilkan kecepatan termal tanpa percepatan. Gaya sekarang seimbang, menghasilkan Akibatnya, dalam media homogen dengan medan listrik konstan, kecepatan drift rata-rata (Proborini & Racmawanto, 2020).

2. Temperatur

Pada suhu yang berbeda, antibodi yang berbeda menunjukkan reaktivitas terbaiknya. Antibodi golongan darah Rhesus, di sisi lain, bereaksi paling baik pada 37°C, sedangkan antibodi golongan darah ABO bereaksi paling baik pada 4°C.

3. pH

Kisaran pH ideal untuk sebagian besar antibodi golongan darah bereaksi adalah antara 6,5 dan 7,5. Reaksi dapat diperlambat jika pH terlalu basa atau asam.

4. Sampel Usia Serum dan Eritrosit

Sampel serum dan eritrosit segar biasanya menghasilkan hasil terbaik. Akibatnya, jika serum tidak segera digunakan, yang terbaik adalah menyimpannya pada suhu -20°C atau lebih rendah atau selalu menggunakan sel darah merah segar.

5. Rasio antigen dan antibodi

Rasio antigen/antibodi merupakan faktor penting dalam menentukan seberapa kuat reaksinya. Respon yang lebih kuat dihasilkan ketika lebih banyak antibodi menempel pada antigen di permukaan sel darah merah. Suspensi sel darah merah yang telah dibuat secara akurat sangat penting karena larutan yang terlalu pekat akan mengikat lebih sedikit antibodi dan menghasilkan reaksi yang lebih lemah. Dalam uji aglutinasi, suspensi sel 2-5% dianggap ideal untuk mendapatkan reaksi terbaik.

6. Kekuatan ionik

Laju reaksi antigen-antibodi bisa dikembangkan dengan mengurangi kekuatan ion media suspensi sel darah merah. Penggunaan larutan kekuatan ion rendah (LISS) dapat mengurangi waktu inkubasi pengujian globulin anti-manusia menjadi 15 menit. Keberhasilan penentuan keadaan sampel darah kering yang ditemukan di sana berdampak besar pada golongan darah yang dapat ditemukan dengan menggunakan prosedur ini. Seringkali lebih sulit untuk mendeteksi sampel darah kering yang telah disimpan untuk jangka waktu yang lama daripada sampel darah kering yang cukup segar. Dengan demikian, salah satu aspek terpenting dari proses identifikasi adalah seberapa cepat sampel ini diproses. Selanjutnya, kondisi sampel darah yang sudah dikeringkan juga dipengaruhi oleh jenis substrat yang ditempeli noda darah. Matriks tertentu diyakini lebih mampu menyerap dan menahan sampel darah yang kering untuk memperpanjang umur simpannya pada matriks semacam itu. Pada saat yang sama, jenis substrat lain ditemukan tidak mampu menampung sampel yang ternoda darah karena porositasnya tidak cukup untuk memungkinkan sampel yang ternoda darah dapat dibuang ke lingkungan dengan lebih mudah. Tiang dinding adalah salah satu jenis permukaan di mana hal ini mungkin terjadi. Permukaan ini bisa dicat dengan cat dinding, ditutupi cat minyak, atau memiliki dinding yang mengelupas, di antara perawatan lainnya. Lingkungan di sekitar substrat berdampak pada kemampuannya untuk menahan sampel darah kering di dinding. Misalnya, sampel darah kering di permukaan dinding yang terkena air hujan cenderung tersapu lebih cepat di lingkungan terbuka, membuat penentuan golongan darah tidak mungkin.

6.2 Pengaruh Lingkungan terhadap Perubahan Golongan Darah

Protein dan karbohidrat yang berbeda yang ada di permukaan membran sel darah merah setiap individu menentukan fitur spesifik dari golongan darah mereka. Salah satu teknik paling penting untuk menentukan golongan darah adalah sistem ABO, yang membagi darah manusia menjadi empat kelompok: A, B, AB, dan O. Seseorang dapat mewarisi golongan darah mereka dari kedua orang tua. Berdasarkan adanya antigen A dan B dalam eritrosit, atau sel darah merah, klasifikasi ini dibuat. Protein, polisakarida, glikolipid, dan glikoprotein adalah bentuk yang mungkin dari antigen ini. Protein antigen ini ditemukan di membran sel darah merah, di mana mikroorganisme mungkin menggunakannya untuk tujuan metabolisme.

- a. Menurut penelitian Utami (2011), setelah disimpan pada permukaan keramik dan aluminium selama 16 hingga 32 hari, darah kering manusia mengalami pergeseran kategorisasi. Hal yang sama juga ditemukan dalam penelitian Putri (2015) yang menemukan bahwa setelah disimpan pada permukaan besi dan kayu selama 25 hingga 30 hari, darah kering manusia mengalami perubahan klasifikasi. Kelembaban mendorong pertumbuhan jamur dan bakteri serta merusak bahan melalui aktivitas enzimatik. Faktor-faktor ini dapat menyebabkan hasil tes yang tidak jelas atau berkualitas rendah.
- b. Eksposur adalah jumlah cahaya yang ada di ruang terbuka. Noda darah dapat terdegradasi lebih cepat di lingkungan dengan suhu yang lebih tinggi dan kontak cahaya. Selain itu, noda darah dapat berubah rona oleh variasi suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya (Rahayu et al., 2021).
- c. Hujan adalah komponen lingkungan yang memiliki dampak terbesar pada keberhasilan deteksi golongan

- darah dalam pengaturan terbuka. Misalnya, hujan lebat berlanjut selama 6 jam setelah 0 jam paparan. Karena hujan yang signifikan yang mengikuti periode paparan pertama, sampel darah hilang dari permukaan substrat, yang merupakan alasan utama mengapa golongan darah tidak dapat dideteksi dalam pengaturan terbuka.
- d. Sampel darah tidak diberi cukup waktu untuk menembus permukaan substrat dan dilindungi olehnya. Air memiliki sejumlah karakteristik, antara lain kemampuan untuk melakukan perjalanan ke lokasi yang lebih rendah, melarutkan zat tertentu, menempati ruang, dan memiliki bobot (Rahayu et al., 2021). Oleh karena itu, diperlukan penyelidikan lebih lanjut untuk menentukan faktor lingkungan mana yang paling berdampak pada identifikasi akurat golongan darah dari sampel darah.

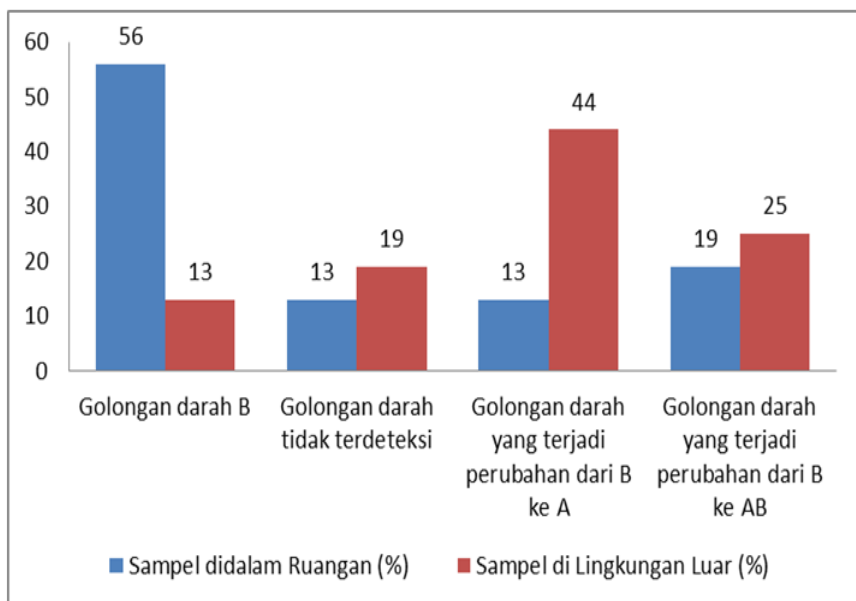
6.3 Hasil Pemeriksaan Golongan Darah

Pemeriksaan golongan darah metode absorpsi elusi dilakukan bertujuan untuk mengevaluasi bagaimana faktor lingkungan mempengaruhi variasi golongan darah dalam sampel darah. Pengujian golongan darah dengan metode absorpsi-elusi ditunjukkan **Tabel 6.1** Pengujian sampel di dalam ruangan, diperoleh 14 sampel positif aglutinasi dan 2 sampel negatif aglutinasi setelah 8 minggu, sedangkan sampel di luar ruanganruangan diperoleh 13 sampel positif aglutinasi setelah 8 minggu dan 3 sampel negatif aglutinasi.

Tabel 6. 1. Hasil pemeriksaan golongan darah metode absorpsi elusi

Sampel di dalam ruangan	Golongan darah sebenarnya	Pemeriksaan Metode Absorpsi Elusi			Golongan darah setelah pemeriksaan	Sampel di lingkungan luar	Golongan darah sebenarnya	Pemeriksaan Metode Absorpsi Elusi			Golongan darah setelah pemeriksaan
		A	B	O				A	B	O	
D1	B	+	+	-	AB	L1	B	+	-	-	A
D2	B	+	-	-	A	L2	B	+	-	-	A
D3	B	+	+	-	AB	L3	B	+	-	-	A
D4	B	+	+	-	AB	L4	B	+	-	-	A
D5	B	-	+	-	B	L5	B	+	+	-	AB
D6	B	+	-	-	A	L6	B	+	-	-	A
D7	B	-	+	-	B	L7	B	+	+	-	AB
D8	B	-	+	-	B	L8	B	+	+	-	AB
D9	B	-	-	-	-	L9	B	-	-	-	-
D10	B	-	+	-	B	L10	B	-	+	-	B
D11	B	-	+	-	B	L11	B	+	-	-	A
D12	B	-	+	-	B	L12	B	-	-	-	-
D13	B	-	+	-	B	L13	B	+	+	-	AB
D14	B	-	+	-	B	L14	B	+	-	-	A
D15	B	-	+	-	B	L15	B	-	+	-	B
D16	B	-	-	-	-	L16	B	-	-	-	-

Persentase perubahan golongan darah setelah pemeriksaan metode absorpsi-elusi pada sampel di dalam ruangan dan di luar ruangan ditunjukkan pada Gambar 6.1 di dalam ruangan terdeteksi 56% golongan darah B dan tidak terdeteksi 13%, namun jumlah golongan darah B yang berubah menjadi A adalah 13% dan menjadi AB adalah 19%. Sampel di luar ruangan mendapatkan hasil menurut data, golongan darah yang berubah dari B ke A mencapai 44%, golongan darah yang berpindah dari B ke AB mencapai 25%, golongan darah tak dikenal membentuk 19%, dan golongan darah B mencapai 13%.



Gambar 6. 1. Persentase hasil pemeriksaan golongan darah

Penyimpanan darah digunakan dengan pengetahuan bahwa pasien mungkin tidak selalu dapat menerima darah segar bila diperlukan, seperti yang diminta oleh dokter yang merawat, dari unit layanan darah. Kantong polistirena polivinil klorida (PVC) yang mengandung Diethyl Hexyl Phthalate (DEHP) adalah wadah penyimpanan khas untuk darah yang disumbangkan. Dengan interkalasi dengan membran sel darah merah (RBC), DEHP membantu mengurangi hemolisis selama penyimpanan

Darah yang dikumpulkan di UDD PMI memiliki jangka waktu penyimpanan 35 hari; akibatnya, darah yang mencapai BDRS seringkali lebih tua dari enam hari. Upaya dilakukan untuk menggunakan kantong darah sesuai dengan tanggal masuk ketika dikeluarkan dari lemari es (Nelma & Adiratna, 2023).

6.4 Penanganan Limbah

Pengelolaan sampah merupakan suatu upaya untuk mengatur peredaran sampah, mulai dari kondisi tata ruang, komposisi, pendaurulangan sampah, dan kemudian proses pemanfaatannya guna mencegah terjadinya penimbunan sampah secara terus-menerus (Galuh, 2022).

Pengelolaan sampah merupakan serangkaian kegiatan pengelolaan sampah yang dimulai dari pengemasan, pengumpulan, pengangkutan, dan pengolahan. Pengelolaan sampah dirancang agar sampah tidak mencemari lingkungan. Limbah industri adalah limbah yang dihasilkan selama operasional laboratorium. Limbah kerja meliputi bahan baku kadaluwarsa, bahan habis pakai (baki benih yang tidak terpakai), hasil proses percobaan (sampah sampel), dan limbah hasil pembuangan (jarum setelah dikukus) (Galuh, 2022).

Sampah adalah sampah atau hasil suatu proses atau kegiatan komersial yang dibuang dan tidak dimanfaatkan serta dapat menimbulkan dampak negatif terhadap makhluk hidup dan lingkungan hidup. Sampah dapat digolongkan menjadi tiga jenis, yaitu sampah padat, sampah cair, dan sampah gas. Peredaran sampah dapat dibedakan menjadi sampah infeksius dan sampah non infeksius (Saputro dan Dwiprigitaningtias, 2022). Limbah padat medis adalah limbah padat yang meliputi limbah infeksius, limbah patologis, limbah akut, limbah medis, limbah sitotoksik, limbah kimia, limbah radioaktif, dan limbah yang mengandung logam berat. Limbah beracun dan limbah berbahaya adalah limbah yang mempunyai sifat berbahaya dan beracun seperti bahan kimia beracun, merkuri, kadmium dan kandungan logam berat yang tinggi, termasuk limbah padat farmasi (IPL, 2016).

Berikut adalah jenis – jenis limbah :

6.4.1 Limbah Infeksius

Sampah yang terkontaminasi darah dan cairan tubuh disimpan dalam kantong plastik berwarna kuning. Contohnya termasuk sampel laboratorium dan limbah patologis (jaringan, organ, bagian tubuh, otopsi, cairan tubuh, dan produk darah termasuk serum, plasma, trombosit, dll). Popok dianggap limbah infeksius bila digunakan oleh pasien dengan peradangan saluran cerna, menstruasi, atau pasien dengan infeksi yang ditularkan melalui darah atau cairan tubuh lainnya (Galuh, 2022).

Limbah yang mengandung organisme patogen yang biasanya tidak ditemukan di lingkungan disebut sebagai limbah infeksius. Ada banyak makhluk ini, dan mereka cukup ganas untuk menyebarkan penyakit kepada orang-orang yang rentan (Mutiar Nur Izzati & Nisrina Hayati, 2022).

Berikut ini adalah prosedur untuk mengelola sampah infeksius di rumah:

1. Kumpulkan Sampah Infeksius: Kenakan sarung tangan, masker, dan pakaian pelindung serta alat pelindung diri (APD) lainnya.
2. Menyiapkan Masker Medis: Potong masker medis sebelum membuangnya untuk menghindari kesalahan penanganan.
3. Kemasan Terpisah: Tempatkan sampah infeksius dalam wadah tertutup bertuliskan "Sampah Infeksius," dan pisahkan dari sampah lainnya.
4. Pengumpulan oleh Petugas: Sebelum mengirimkan sampah infeksius ke pengolah sampah B3, petugas yang ditunjuk bertanggung jawab untuk mengumpulkan sampah tersebut dari setiap sumber dan membawanya ke lokasi pengumpulan yang telah ditentukan.

5. APD untuk Petugas Kebersihan dan Pengelola: Masker, sarung tangan, dan sepatu safety adalah beberapa APD yang wajib digunakan oleh petugas kebersihan dan pengelola sampah. Barang-barang ini harus dibersihkan setiap hari (Mutiara Nur Izzati & Nisrina Hayati, 2022).

1. Limbah Infeksius Cair



Gambar 6. 2. Wastafel, tempat pembuangan limbah cair (Galuh, 2022).

Limbah cair rumah sakit juga harus ditangani sejak dihasilkan hingga diolah dan dibuang ke lingkungan. Air limbah tempat kerja harus diolah di Instalasi Pengolahan Air (IPAL). Apabila belum memiliki IPAL maka harus diproses sesuai ketentuan yang berlaku dengan bekerja sama dengan pihak lain atau pihak yang berwenang (Galuh, 2022).

Untuk tujuan pengelolaan, Adisamito (2008:113) membagi sampah yang dihasilkan oleh Pusat Kesehatan menjadi lima kelompok: Grup A, Grup B, Grup C, Grup D, dan Grup E.

Grup A terdiri dari pembalut bedah, swab, dan semua limbah yang terkontaminasi dari wilayah ini; bahan linen dari kasus penyakit menular; dan bahan lain yang terkait dengan swab dan pembalut, serta jaringan manusia lengkap, mayat hewan, dan jaringan laboratorium.

Jarum suntik, jarum, kartrid, pecahan kaca, dan benda tajam lainnya yang digunakan semuanya merupakan bagian dari Grup B. Limbah laboratorium dan kasus pascapersalinan (bukan yang termasuk dalam Grup A) termasuk dalam Grup C. Limbah kimia dan bahan obat tertentu membentuk Grup D. Terakhir, barang sekali pakai, urinoir, kantong ostomi, bantalan inkontinensia, dan pelapis panci termasuk dalam Grup E (Pratiwi & Maharani, 2013).

2. Limbah Infeksius Padat



Gambar 6. 3. Tempat Pembuangan Limbah Padat Infeksius (Galuh, 2022).

Limbah padat medis termasuk jenis limbah yang mengandung limbah infeksius, limbah patologis, benda tajam, limbah medis, zat sitotoksik, limbah medis atau limbah

penunjang seperti laboratorium dan rontgen, obat-obatan dan limbah lainnya. Limbah padat laboratorium seperti sarung tangan, masker, bola kapas sekali pakai, kotak rapid test, wadah sampel, tabung darah, pipet, tutup plastik/suntikan, tutup plastik/alkohol, dll (Galuh, 2022).

3. Limbah Tajam

Barang-barang medis yang tajam seperti jarum suntik, lanset, barang pecah belah dan barang-barang yang mudah rusak sebaiknya disimpan di tempat khusus yang disebut *safety box*. Kotak pengaman harus memenuhi standar resmi untuk mencegah kebocoran, tumpahan, dan tusukan.

Benda tajam yang terbuat dari limbah medis dapat secara signifikan meningkatkan bahaya penularan penyakit menular dan menular pada perawat, karyawan rumah sakit, dan pengunjung. Keselamatan pekerja tidak cukup dipertimbangkan dalam pengelolaan limbah medis Rumah Sakit X, terutama dalam hal limbah tajam. Hal ini dapat berdampak negatif pada kesehatan dan keselamatan masyarakat serta lingkungan. Langkah pemisahan, ketika segmentasi yang salah antara limbah medis dan non medis sering terjadi, adalah tempat pengelolaan limbah medis tajam dimulai.

Petugas yang mungkin berada dalam situasi yang berpotensi berbahaya melakukan proses pemisahan limbah untuk benda padat, seperti jarum suntik, ampul, dan botol infus. Risiko yang terkait dengan prosedur ini termasuk luka dari pecahan ampul yang pecah dan tusukan jarum. Luka atau jarum yang tertusuk adalah contoh risiko mekanis yang terkait dengan benda atau mesin yang bergerak, apakah itu ditenagai oleh engkol tangan atau mesin (Ningrum & Tualeka, 2018).

Syarat wadah limbah infeksius tajam menurut Hutahaean et al., 2023 :

- a. Tahan bocor dan tusukan
- b. Ada pegangan atau bisa dijunjung
- c. Ada penutup, kuat dan mudah dibersihkan
- d. Bila $\frac{3}{4}$ penuh ditutup dan diganti
- e. Segera buang limbah benda tajam ke wadah yang tersedia
- f. Selalu buang sendiri limbah tersebut oleh si pemakai
- g. Tidak menyarungkan kembali jarum suntik habis pakai (*recapping*)
- h. Wadah benda tajam diletakkan dekat lokasi tindakan
- i. Apabila menangani limbah pecahan kaca gunakan sarung tangan rumah tangga.



Gambar 6. 4. Tempat Penampungan Limbah Benda Tajam (*Safety Box*) (Galuh, 2022).

6.4.2 Limbah Non Infeksius



Gambar 6. 5. Tempat Penampungan Limbah Non Infeksius (Galuh, 2022).

Buang sampah yang tidak terkontaminasi darah atau cairan tubuh ke dalam kantong plastik hitam. Contohnya adalah sampah rumah tangga, sampah makanan, dan sampah perkantoran (Izzati dan Hidayati, 2022).Pengolahan limbah, termasuk limbah non-infeksius, dilakukan melalui klasifikasi, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan, dan pembuangan akhir. Pembuangan limbah kain kasa, tisu, dan kapas dilakukan dengan cara dimasukkan ke dalam kantong kuning (khususnya limbah infeksius dan patologis) dalam wadah tertutup (Izzati dan Hidayati, 2022).

Sampah makanan, sisa makanan dan karton/kemasan plastik dapat dibuang dengan menempatkan kemasan makanan, makanan dan karton/plastik makanan tersebut di salah satu tempat karton/kemasan plastik yang ada. Kemudian dimasukkan ke dalam tempat sampah yang tertutup dalam kantong berwarna kuning (Izzati dan Hidayati, 2022). Untuk

memudahkan pengolahan selanjutnya, dapat dilakukan klasifikasi berdasarkan jenis sampah yang ada, label dan warna wadah. Sesuai peraturan limbah padat non medis digunakan kantong plastik hitam (Galuh, 2022).

Salah satu kegiatan penanganan dan pengelolaan peralatan laboratorium klinik yang terpapar limbah medis menular. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menganggap limbah medis sebagai limbah yang dihasilkan di fasilitas layanan kesehatan, termasuk rumah sakit, klinik, laboratorium penelitian dan pengujian hewan, bank darah dan tempat pengumpulan, serta pusat penelitian dan laboratorium biomedis. Jumlah limbah sangat berkorelasi dengan jumlah pasien di fasilitas tersebut. Jika tidak ditangani dengan serius, limbah farmasi dapat menyebabkan gangguan ekosistem, gangguan kesehatan masyarakat dan menyebabkan kerugian ekonomi, penyakit, dan bahkan kematian (Andolo et al., 2024). Untuk menghindari risiko ini, diperlukan pengelolaan limbah yang baik untuk melindungi pasien, petugas kesehatan, staf pendukung dan masyarakat sekitar serta bahan berbahaya (limbah infeksius, limbah tidak beracun infeksi, limbah cair dan limbah tajam seperti limbah sampel laboratorium).

Spesimen (jaringan, organ, cairan tubuh, produk darah) dan popok dianggap sebagai limbah infeksius. Jika pasien mengalami radang saluran cerna dan menstruasi, masukkan ke dalam kantong plastik kuning untuk menghindari kontaminasi darah dan cairan tubuh pasien. Limbah cair padat harus segera dibuang pada bagian sudut limbah cair (*spoelhoek*), sedangkan benda tajam seperti spuit, spuit, ujung suntikan intravena atau benda yang permukaannya tajam ditempatkan pada wadah yang kedap air (Setiawan et al., 2022).

Peraturan No. 56 tahun 2015, yang dikeluarkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, mengatur penanganan limbah B3 di rumah sakit. Sesuai peraturan

tersebut, rumah sakit, sebagai fasilitas kesehatan, diwajibkan untuk menangani limbah B3 mereka dengan mengikuti serangkaian prosedur, yang meliputi pengurangan sampah, pemilahan, pengaturan tempat penyimpanan, pengangkutan, pengolahan, penguburan, dan penyimpanan limbah B3. Pengelolaan limbah B3 rumah sakit harus dilakukan dengan benar untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dan menghentikan infeksi nosokomial. Berbagai tahapan pengelolaan limbah, seperti pengumpulan, pemilahan, pengangkutan, dan penyimpanan, dapat memberikan tantangan tersendiri. Pengelolaan limbah B3 rumah sakit diuraikan dalam peraturan sebagai proses langkah demi langkah yang melibatkan pemilahan, pewadahan, pengumpulan, pengangkutan, pemusnahan, pembuangan akhir, dan daur ulang.

Fasilitas kesehatan yang menghasilkan limbah medis infeksius bertanggung jawab untuk mengelolanya sesuai dengan pedoman PP No. 10 Tahun 2014, yang meliputi pemilahan limbah (seperti yang dinyatakan pada halaman 45 Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 56 Tahun 2015) dan meminimalkan limbah bahan kimia berbahaya dan beracun. Hal ini dapat dicapai dengan menggunakan produk yang tidak terlalu berbahaya sebagai pengganti produk yang berbahaya dan dengan menerapkan prosedur yang lebih efektif yang mempertimbangkan keberlanjutan lingkungan. Langkah-langkah ini sangat penting untuk mengurangi jumlah limbah yang dihasilkan. Sebagai contoh, langkah-langkah tersebut harus diambil untuk mengelola sampah dengan hati-hati agar obat-obatan atau bahan kimia yang sudah kadaluarsa tidak menumpuk (Pertiwi et al., 2017), terutama ketika sampah digabungkan dengan sampah medis. Sampah harus dibuang secara terpisah antara sampah non-medis dan sampah medis, mulai dari saat sampah tersebut dibuang.

Setiap fasilitas kesehatan diwajibkan untuk mengumpulkan sampah medis infeksius, yang diklasifikasikan sebagai sampah B3, secara terpisah dari sampah non-medis sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 101 Tahun 2014 tentang pengelolaan limbah B3. Jenis sampah harus ditandai dengan kode warna pada wadah yang digunakan untuk tujuan ini. Sebagai hasilnya, pengumpulan sampah terpisah dari setiap kamar rumah sakit dengan menggunakan troli juga diperlukan. Sangat penting bahwa staf perawatan kesehatan dan kebersihan memiliki pelatihan yang memadai untuk menjamin implementasi yang tepat dari proses pengumpulan ini.

Menurut Pertiwi dkk. (2017), perencanaan dan penyediaan fasilitas rumah sakit untuk penanganan dan pengolahan limbah harus dilakukan secara menyeluruh dan tepat, dengan memastikan kelengkapan sarana dan prasarana yang diperlukan. Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang pengelolaan limbah B3, limbah B3 harus disimpan di tempat penyimpanan sementara (TPS) yang layak dan berada di dalam area terkendali rumah sakit yang tidak rawan bencana alam. TPS B3 harus dilengkapi dengan saluran aliran limbah yang mencakup bak penampungan, pencahayaan yang memadai, ventilasi, dan kanopi untuk melindungi limbah dari unsur cuaca seperti hujan dan matahari.

Sebelum limbah medis B3 dibuang ke tempat pembuangan akhir atau fasilitas pengolahan limbah, protokol penyimpanan dan sterilisasi standar sangat penting untuk membatasi penularan penyakit pada tenaga medis dan non-medis yang menanganinya (Prihartanto, 2020). Untuk mencegah pertumbuhan bakteri, pembusukan, dan bau yang tidak sedap, limbah infeksius, benda tajam, dan/atau patologis tidak boleh disimpan lebih dari dua hari, menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 56 Tahun 2015, halaman 56. Limbah yang perlu disimpan lebih dari dua hari harus didesinfeksi secara kimiawi atau disimpan pada suhu 0°C atau di

bawahnya. Jarum suntik dan benda tajam lainnya dapat disimpan di dalam ruangan dalam wadah khusus yang diisi dengan larutan disinfektan, seperti hipoklorit 5% atau alkohol. Mengikuti waktu penyimpanan ini, Peraturan Pemerintah No. 101 tahun 2014 mengamanatkan bahwa kendaraan yang ditunjuk dengan simbol B3-yang secara khusus ditujukan untuk pengangkutan limbah B3-digunakan dalam proses pengangkutan limbah. Alat pelindung diri (APD), seperti masker dan sarung tangan, juga diwajibkan untuk pengangkut limbah (Pertiwi et al., 2017). Sebelum melakukan perjalanan, kendaraan harus dibersihkan untuk mengurangi kemungkinan infeksi. Selain itu, tempat sampah harus memiliki tutup yang rapat (Sitepu, 2020). Meskipun merupakan salah satu pekerjaan yang paling berbahaya, pengangkut sampah sering kali hanya mendapat sedikit perhatian dalam hal kesehatan dan keselamatan kerja (K3) di negara-negara berkembang. Jumlah anggota keluarga, pengalaman kerja, aksesibilitas APD, dan jam kerja adalah faktor-faktor yang mempengaruhi kesehatan kerja.

Prosedur termal seperti autoklaf vakum, autoklaf aliran gravitasi, pengolahan gelombang mikro, radiasi frekuensi radio, dan pembakaran digunakan untuk pengolahan limbah medis (Peraturan Menteri LHK No. 56/2015). Selain itu, menurut undang-undang, beberapa jenis limbah infeksius dapat dibuang sebagai sampah non-B3 setelah diproses dengan autoklaf, gelombang mikro, atau radiasi frekuensi hanya abu dari pembakaran yang dapat disimpan, dan meskipun demikian, harus disimpan di lokasi khusus di bawah pengawasan ketat dari staf fasilitas kesehatan. Di sisi lain, benda-benda patologis seperti bagian tubuh manusia dan benda tajam hanya dikubur (Ciawi et al., 2024).

Alternatif lain Pengelolaan Limbah Medis Rumah Sakit :

- **Insinerasi**

Dengan menggunakan panas, insinerator secara drastis mengurangi berat dan volume limbah medis dalam waktu yang relatif singkat (Rizal & Nurhayati, 2017). Abu dan terak yang tersisa setelah pembakaran biasanya membentuk antara 10% dan 15% dari volume limbah awal, dan konsentrasi polutan dalam produk sampingan ini biasanya lebih rendah dari batas yang diizinkan. Namun demikian, logam berat mungkin masih ada dalam produk sampingan ini (Gielar & Helios-Rybicka, 2013). Dalam keadaan tertentu, tempat pembuangan sampah mungkin dapat menangani logam berat ini.

Suhu dan durasi pembakaran adalah dua aspek terpenting dari pembakaran (Latief, 2012). Pembakaran adalah proses yang sangat efisien dan sempurna ketika mencapai 1200°C (Girsang & Herumurti, 2013). Selain itu, dimungkinkan untuk mengatur emisi gas buang untuk mengurangi lingkungan.

- **Desinfeksi Dengan Oven Microwave**

Frekuensi gelombang mikro sekitar 2450 MHz mampu menghancurkan hampir semua spesies mikroorganisme. Kandungan air limbah segera menghangat dan menyingkirkan unsur-unsur infeksius. Karena kelembaban memungkinkan panas masuk ke tempat sampah lebih dalam dan uap membantu sterilisasi, metode ini berfungsi paling baik dengan limbah yang tidak sepenuhnya kering atau padat. Untuk mendapatkan hasil yang dibutuhkan, sebagian besar jenis limbah medis harus diparut dan dikombinasikan dengan air sebelum diolah dalam oven microwave. Penghancuran juga mengurangi jumlah limbah, yang

membuatnya lebih mudah untuk dibuang di tempat pembuangan sampah sanitasi. Teknologi ini memiliki keunggulan lebih hemat biaya dan ramah lingkungan daripada sterilisasi autoklaf karena waktu pemrosesannya yang cepat dan pemanasan yang cepat dan seragam.

- Desinfeksi dengan bahan Kimia

Limbah medis rumah sakit dibersihkan menggunakan berbagai disinfektan untuk menghentikan pertumbuhan bakteri berbahaya. Sebagai ilustrasi, pertimbangkan klorinasi dengan natrium dikloroisosianurat (NaDCC), yang bekerja dengan baik melawan mikroorganisme uji seperti *Aspergillus brasiliensis*, *Staphylococcus aureus*, dan *Escherichia coli*, yang semuanya sering dikaitkan dengan infeksi nosokomial.

- Desinfeksi dengan sinar Ultraviolet

Karena sinar UV tidak menembus dalam, permukaan dapat disterilkan menggunakan sinar UV. Dalam hal menghilangkan bakteri dan virus dari air limbah yang mengandung nitrogen organik, sinar UV bekerja jauh lebih baik daripada klorin (Ciawi et al., 2024).

Di tempat pemungutan suara, sampah medis hanya menumpuk di tanah. Untuk mencegah penumpukan yang berlebihan, meminimalkan tumpahan, dan memungkinkan transportasi, tempat penyimpanan sementara limbah medis (TPS) harus mencakup blok atau struktur sel, dengan lorong atau tanggul dan tumpukan yang terisolasi terbatas hingga maksimal tiga tingkat. Lampu neon, baterai bekas, oli bekas, dan

baterai bekas adalah beberapa barang yang disimpan di gudang tanpa ditransfer bersama dengan limbah medis.

Masa penyimpanan limbah medis dibatasi hingga 365 hari sejak limbah B3 dihasilkan, sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No. 56 Tahun 2015. Pembatasan ini berlaku untuk fasilitas yang menghasilkan kurang dari 50 kilogram limbah B3 per hari, yang tergolong kategori 2 dari non-spesifik dan spesifik (Arlinda et al., 2022).

Proses pengelolaan limbah padat adalah salah satu cara yang efisien untuk menghentikan dan mengurangi polusi dari limbah rumah sakit. Pengelolaan limbah padat yang efisien yang berasal dari berbagai bagian rumah sakit, seperti ruang operasi, dapur, dan bangsal, diperlukan untuk sampah medis dan non-medis. Untuk melindungi kesehatan pasien, karyawan, dan masyarakat dari kemungkinan konsekuensi negatif dari pencemaran limbah, pengelolaan yang tepat sangat penting.

Untuk menjaga rumah sakit tetap nyaman dan bersih, pengelolaan limbah padat medis dan non-medis sangat penting karena memutus rantai penularan infeksi, terutama dalam hal penyakit nosokomial. Selain itu, penanganan limbah medis dan non-medis yang salah dapat mengakibatkan perkembangan kuman dan serangga pembawa penyakit termasuk hewan pengerat, kecoak, lalat, dan nyamuk. Selain itu, puing-puing sampah dapat menyebabkan polusi udara, yang dapat mencemari makanan dan peralatan medis serta membantu penyebaran penyakit (Arif, n.d.).

Kapas, tisu, dan sampah kain kasa ditangani dengan memasukkannya ke dalam kantong kuning bertanda "limbah menular dan patologis", yang perlu disimpan dalam wadah tertutup. Tindakan berikut dapat dilakukan tentang pembalut wanita dan popok:

- Gunakan toilet yang terhubung ke tangki septik untuk membuang tinja bersih dari popok sekali pakai.
- Gunakan kertas bekas untuk membungkus popok yang sudah dibersihkan.
- Di dalam tempat sampah tertutup, masukkan popok yang sudah dibungkus ke dalam kantong kuning tua.

Limbah makanan harus dibuang dalam wadah karton atau plastik yang ditunjuk khusus, bersama dengan sisa makanan dan karton atau kemasan plastik. Limbah makanan dan kemasan harus dikumpulkan, kemudian dimasukkan ke dalam kantong kuning dan dibuang di tempat sampah tertutup.

Disinfeksi dan kontainerisasi adalah bagian dari langkah kedua:

- Sebuah kantong sampah plastik sekali pakai, kadang-kadang disebut kantong saku 1, harus digunakan untuk mengumpulkan semua sampah pribadi, termasuk masker dan sapu tangan.
- Kantong 1 harus ditutup rapat dengan sedikit udara di dalamnya setelah sekitar tiga perempat penuh.
- Setelah itu, Kantong 1 harus dimasukkan ke dalam Kantong 2, kantong lain.
- Untuk memastikan bahwa Pocket 2 dapat disegel dengan kuat tanpa pecah, tidak boleh diisi terlalu banyak; sebaliknya, limbah tidak boleh dipadatkan secara manual untuk memberi lebih banyak ruang.
- Setiap limbah infeksius perlu dikantongi ganda, diikat dengan model leher angsa, dan disemprot dengan larutan desinfektan klorin 0,5% (larutan pemutih rumah yang diencerkan hingga 1%), menutupi bagian luar.
- Sebelum dan sesudah menangani kantong sampah, orang harus mencuci atau membersihkan tangan mereka; Ini sangat penting tepat sebelum dan tepat setelah menutup Pocket 2 dengan aman.

- Setelah itu, tas perlu dimasukkan ke dalam ruang penyimpanan sementara yang tertutup. Ruang ini bisa menjadi tempat sampah atau wadah untuk sampah yang dipisahkan.

Langkah selanjutnya dalam pelabelan limbah infeksius adalah dengan menuliskan "Infectious Waste" pada wadah yang sudah dikemas sebelumnya. Ada dua kategori untuk tindakan tambahan yang berkaitan dengan limbah infeksius rumah tangga: yang membutuhkan fasilitas khusus dan yang tidak. Sampah dari keluarga dengan ODP/PDP ringan akan disimpan dalam kantong kuning (ditandai untuk limbah infeksius dan patologis) untuk rumah tangga dengan fasilitas khusus. Tas hitam bertanda "Limbah Menular" adalah pilihan tambahan. Setelah melewati fase pengumpulan, sampah akan digerakkan dengan mobil unik yang telah terpasang pemisah atau partisi. Sampah tersebut kemudian akan dititipkan ke dropbox atau depot setelah diangkut oleh petugas kebersihan dari klinik kesehatan masyarakat atau puskesmas (Mutiara Nur Izzati & Nisrina Hayati, 2022).

DAFTAR PUSTAKA

- Anamisa, D. R. (2015). Rancang Bangun Metode OTSU Untuk Deteksi Hemoglobin. *S@Cies*, 5(2), 106–110. <https://doi.org/10.31598/sacies.v5i2.64>
- Arif, M. I. (n.d.). *STUDI PENANGANAN LIMBAH PADAT INFEKSIUS DI DAERAH HAJI MAKASSAR The Study of Infectious Solid Waste Management in Haji Regional Public Hospital , Makassar*. 230–235.
- Arlinda, V. P., Windraswara, R., & Azinar, M. (2022). *Analisis Pengelolaan Limbah Medis*. 3(1), 52–61.
- Ciawi, Y., Dwipayanti, N. M. U., & Wouters, A. T. (2024). Pengelolaan Limbah Medis Rumah Sakit yang Berkelanjutan: Eksplorasi Strategi Ekonomis dan Ramah Lingkungan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(2), 365–374. <https://doi.org/10.14710/jil.22.2.365-374>
- Darmawati, S. (2019). Penentuan Golongan Darah Sistem Abo Dengan Serum Dan Reagen Anti-Sera Metode Slide. *Gaster*, 17(1), 77. <https://doi.org/10.30787/gaster.v17i1.330>
- Debarun Chakraborty. (2016). *No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における 健康関連指標に関する共分散構造分析 Title*. 3(1), 14–16.
- Dwi Aridya, N., Yuniarti, E., Atifah, Y., & Alicia Farma, S. (2023). The Differences Erythrocyte and Hemoglobin Levels of Biology Students and Sports Students Universitas Negeri Padang. *Serambi Biologi*, 8(1), 38–43.
- Fauzi, M., & Bahagia, S. N. (2019). Pengambilan Keputusan Komponen Darah Dalam Pengendalian Persediaan Dengan Menggunakan Metode Ahp Di Pmi Kota Bandung. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 5(2), 13–20. <https://doi.org/10.33197/jitter.vol5.iss2.2019.276>

- Hikma, E. N., Mutholib, A., Garini, A., & Kes, M. (2021). *ABO AND RHESUS BLOOD GROUP DISTIBUTION AMONG INDEGEIOUS PEOPLE IN SOUTH SUMATERA Poltekkes Kemenkes Palembang Poltekkes Kemenkes Palembang Poltekkes Kemenkes Palembang*. 1(1), 16–21. <https://doi.org/10.36086/medlabscience.v1i1>
- Mamuaya, Nova Ch., B. I. M. (2023). “Бсп За България” Е Под Номер 1 В Бюлетината За Вота, Герб - С Номер 2, Пп-Дб - С Номер 12. *Peran Kepuasan Nasabah Dalam Memediasi Pengaruh Customer Relationship Marketing Terhadap Loyalitas Nasabah*, 2(3), 310–324.
- Masyrur, M., Junitha, I. K., & Proborini, M. W. (2019). Perubahan Golongan Darah Berdasarkan Pengaruh Waktu dan Mikroorganisme Yang Berperan. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 6(2), 165. <https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2019.v06.i02.p05>
- Mayangsari, T., Aziz, I. R., & Masse, I. (2022). *Pemeriksaan golongan darah sistem absorpsi-elusi pada sampel darah kering*. 2(1), 1–7.
- Mulyantari, N. K., & Yasa, I. W. P. S. (2016). *Laboratorium pratransfusi*.
- Musa, S. H., Mutmainnah, S., Ayanti, B. P., Dewi, O. Y., Ernanto, A. R., Sultistyaningtyas, A. R., Ethica, S. N., & Afriansyah, M. A. (2024). Penyuluhan dan Pemeriksaan Golongan Darah Sistem ABO - Rhesus Bagi Anak-Anak dan Pengelola Panti Asuhan Sonaf Maneka Kupang, Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Inovasi Dan Pengabdian Masyarakat Indonesia*, 3(1), 14–19. <https://doi.org/10.26714/jipmi.v3i1.294>
- Mutiara Nur Izzati, & Nisrina Hayati. (2022). Pengelolaan Limbah Infeksius Rumah Tangga dalam Masa Pandemi Covid-19 Mutiara Nur Izzati, Nisrina Hayati Management of Household Infectious Waste in the Covid-19 Pandemic. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Masyarakat*, 14, 2022.

- Nelma, N., & Adiratna, N. M. (2023). Pengaruh Penyimpanan Darah Terhadap Kadar Hemoglobin Pada Komponen Whole Blood Darah Donor Sebelum Dan Sesudah Disimpan Selama Satu Minggu Di Pmi Kota Medan. *Journal of Indonesian Medical Laboratory and Science (JoIMedLabS)*, 4(1), 70–77.
- Ningrum, S. S., & Tualeka, A. R. (2018). Upaya Pengendalian Risiko Pada Unit Pengelolaan Limbah Medis Benda Tajam Di Rumah Sakit. *Journal of Public Health Research and Community Health Development*, 1(2), 98–108.
- Oktari, A., & Silvia, N. D. (2016). Pemeriksaan Golongan Darah Sistem ABO Metode Slide dengan Reagen Serum Golongan Darah A , B , O. *Jurnal Teknologi Laboratorium*, 5(2), 49–54.
- Pratiwi, D., & Maharani, C. (2013). Pengelolaan limbah medis padat pada puskesmas kabupaten pati. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 9(1), 74–84.
- Proborini, E., & Racmawanto, E. H. (2020). *Penentuan Jenis Muatan Sel Darah Merah melalui Metode Dielektroporesis*. 3(1), 5–11.
- Puspitasari, P., & Alivameita, A. (2022). Stabilitas Sampel Darah Terhadap Profil Hematologi Dengan Metode Otomatis. *The Journal of Muhammadiyah Medical Laboratory Technologist*, 5(1), 1. <https://doi.org/10.30651/jmlt.v5i1.12667>
- Rahayu, D. P., Cahyaningrum, D. C., & Nurcahyo, B. (2021). The Effect of Wall Type and Environmental Conditions toward Blood Type Identification Success Rate in Identifying Criminal Evident. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(2), 607–614. <https://doi.org/10.29303/jbt.v21i2.2781>
- Rahman, I., Darmawati, S., Kartika, A. I., Semarang, U. M., & Semarang, U. M. (2019). *PENENTUAN GOLONGAN DARAH SISTEM ABO DENGAN SERUM*. 17(1), 77–85.
- Rosita, L., Cahya, A. A., & Arfira, F. athiya R. (2019). Hematologi Dasar. In *Universitas Islam Indonesia*.

- Sari, I., & Pathia, N. (2024). *Analysis of The Time Effect on Changes in Blood Type in Bloodstain Samples*. 14(1), 167–172.
- Sastriani, Y., Rinatawati, L. P., Wilankrisna, luh ade, & Sarihati, i gusti agung dewi. (2023). Jurnal skala husada: the journal of health. *Jurnal Skala Husada: The Jurnal Of Health*, 20(1), 6–11.
- Susilo, B., Junitha, I. K., & Ramona, Y. (2020). Perubahan Golongan Darah Dan Identifikasi Bakteri Yang Berperan Dalam Merubah Golongan Darah. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 7(1), 96. <https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2020.v07.i01.p13>
- Suyasa, I. gede putu darma, Wulansari, nadya treesna, Kamaryati, ni putu, Mastryagung, gst ayu dwina, Sutini, ni kadek, & Rismawan, M. (2017). Pemeriksaan Golongan Darah dan Rhesus pada Anak Kelas 4 , 5 , dan 6 Sekolah Dasar di Desa Tribuana Kecamatan Abang Kabupaten Karangasem. *Jurnal Paradharma*, 1(2), 115–119.
- Tiara, D., Tiho, M., & Mewo, Y. M. (2016). Gambaran kadar limfosit pada pekerja bangunan. *Jurnal E-Biomedik*, 4(2), 2–7. <https://doi.org/10.35790/ebm.4.2.2016.14620>
- Utami, Y. T., Hastuti, S. P., & Nurcahyo, B. (2021). Identifikasi Golongan Darah O dengan Metode Absorpsi Elusi pada Sampel Darah Kering yang Terdapat pada substrat Kain Jeans dalam Waktu dan Lingkungan Berbeda. *Jurnal Biologi Indonesia*, 17(2), 165–173. <https://doi.org/10.47349/jbi/17022021/165>

BIODATA PENULIS



Indah Sari S.Si.T., M.Si

Dosen Program Studi DIV Teknologi Laboratorium Medis
Fakultas Sains dan Teknologi
IKesT Muhammadiyah Palembang

Penulis lahir di Palembang pada tanggal 19 April 1996. Penulis merupakan dosen tetap pada Program Studi DIV Teknologi Laboratorium Medis Fakultas Sains dan Teknologi, IKesT Muhammadiyah Palembang. Menyelesaikan pendidikan DIV Prodi DIV Analis Kesehatan di UKMC pada tahun 2017 dan melanjutkan S2 Biologi Forensik di Universitas Airlangga selesai pada tahun 2019. Penulis menekuni bidang Mengajar, Pengabdian Masyarakat, dan Penelitian khususnya mata kuliah Biologi Molekuler dan Toksikologi. Terdapat banyak publikasi luaran yang telah diperoleh baik berupa buku, jurnal dan HaKI. Selain itu penulis aktif sebagai pengurus DPC PATELKI Kota Palembang dan menjadi pembicara di beberapa kegiatan ilmiah. Penulis ucapkan terimakasih kepada RisetMu Batch-7 dan IKesT Muhammadiyah Palembang yang telah memfasilitasi penulis dalam penyusunan buku sebagai output kegiatan hibah penelitian. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: iindahsari1917@gmail.com

BIODATA PENULIS



Zairinayati, M.Kes

Dosen Program Studi DIII Kesehatan Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknologi
IKesT Muhammadiyah Palembang

Zairinayati, SKM., M.Kes merupakan salah seorang dosen tetap di Institut Ilmu Kesehatan dan Teknologi (IKesT) Muhammadiyah Palembang Fakultas Sains dan Teknologi program Studi Diploma III Kesehatan Lingkungan menyelesaikan Pendidikan formalnya sebagai seorang Ahli Madya Kesehatan Lingkungan Muhammadiyah Palembang (2002), S1 Kesehatan Masyarakat Bina Husada Palembang (2009), Program S2 Magister Kesehatan dari Universitas Diponegoro Semarang (2012). Sebagai alumni penulis bergabung dan memulai karirnya pada tahun 2005 sebagai staf Pendidikan Akademi Kesehatan Lingkungan Muhammadiyah Palembang. Penulis aktif dalam melakukan pengajaran, penelitian dan pengabdian masyarakat dan pernah dua kali mendapatkan hibah penelitian dari Kemristekdikti. Aktivitas lainnya adalah sebagai pengurus organisasi profesi HAKLI provinsi Sumatera Selatan (2022-2027) dan aktif dalam kegiatan Asosiasi Institusi Pendidikan Tenaga Sanitasi Indonesia (AIPTSI). Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: zairinayati.kesling@gmail.com

BIODATA PENULIS



Rossa Veronneca

Rossa Veronneca., lahir di Kab. PALI, Pendopo, 04 Februari 2003. Jenjang Sekolah Menengah Atas Jurusan Asisten Keperawatan SMK Kesehatan Insan Cendikia Kab. PALI lulus pada tahun 2021. Saat ini (2023) sedang menempuh Pendidikan pada Program Studi DIV Teknologi Laboratorium Medis (TLM) di IKesT Muhammadiyah Palembang. Nomor Whatsapp 081377517718, email penulis rveroneca04@gmail.com

BIODATA PENULIS



Sukron, S.Kep, Ns., MNS

Dosen Program Studi SI Ilmu Keperawatan
Fakultas Ilmu Kesehatan
IKesT Muhammadiyah Palembang

Penulis lahir di Tulang Selapan pada tanggal 08 Februari 1990. Penulis merupakan dosen tetap pada Program Studi SI Ilmu Keperawatan Fakultas Ilmu Kesehatan, IKesT Muhammadiyah Palembang. Menyelesaikan pendidikan Sarjana Prodi SI Ilmu Keperawatan di IKesT Muhammadiyah Palembang dan melanjutkan S2 Keperawatan di Khon Kaen University di Thailand. Penulis menekuni bidang Mengajar, Pengabdian Masyarakat, dan Penelitian khususnya mata kuliah Medikal Bedah. Terdapat banyak publikasi luaran yang telah diperoleh baik berupa buku, jurnal dan HaKI. Selain itu penulis aktif sebagai pembicara di beberapa kegiatan ilmiah baik nasional maupun internasional. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: sukron_90@yahoo.com

BIODATA PENULIS



Citra Yolanda Sari, S.Tr.A.K., M.Si

Staff Laboratorium Patologi Klinik RSUD Dr.H.M. Rabain Muara Enim dan Dosen Program Studi DIV Teknologi Laboratorium Medik Fakultas Kesehatan Universitas Kader Bangsa.

Penulis lahir di Arahman tanggal 28 Mei 1995, putri dari pasangan Bapak Ahmad Daili, M.Pd dan Ibu Zulitawati, S.Pd. Penulis bekerja sebagai ATLM di RSUD Dr. H. Mohamad Rabain Muara Enim unit Mikrobiologi, Parasitologi, dan Imunologi. Penulis menyelesaikan studi DIII Analisis kesehatan di Poltekkes Kemenkes Palembang, kemudian melanjutkan studi DIV Analisis Kesehatan di Universitas Muhammadiyah Semarang, dan menempuh studi S2 Ilmu Forensik di Universitas Airlangga Surabaya. Penulis juga seorang ibu dari Gibran Arshaka Keenandra dan istri dari Serka Ilham Akbarsyah. Penulis menekuni bidang menulis karena ingin saling berbagi tentang pengetahuan melalui tulisan dan memotivasi diri sendiri untuk lebih bermanfaat dalam kehidupan. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Penulis dapat dihubungi melalui e-mail: citraysari@gmail.com

BIODATA PENULIS



Rima Merdaliani, S.Si.T

Penanggung Jawab Laboratorium dan Penanggung Jawab
Program HIV di Puskesmas Talang Pangeran
Kabupaten Ogan Ilir

Penulis lahir di Palembang pada tanggal 24 Maret 1995, putri pertama dari Bapak Junaidi dan Ibu Karnani. Penulis menyelesaikan pendidikan DIV Analis Kesehatan di Universitas Katolik Musi Charitas pada tahun 2017. Penulis berkerja di Puskesmas Talang Pangeran Kabupaten Ogan Ilir. Penulis menjadi Penanggung jawab Laboratorium dari tahun (2021 – sekarang) serta menjadi penanggung jawab program Hiv dari tahun (2024 – sekarang). Penulis juga merupakan ibu dari Muhammad Erzhan Syahputra dan istri dari Briptu Ujang Saputra, S.H. Dengan buku ini penulis berharap dapat membantu semuanya dalam memahami lebih dalam tentang Pemeriksaan Golongan Darah Metode Absorpsi Elusi. Penulis dapat dihubungi melalui e-mail :

rimamerdaliani0395@gmail.com

BIODATA PENULIS



Imam Agus Faizal

Penulis kelahiran Pati, Jawa Tengah lahir tahun 1993. Menempuh studi pendidikan D4 Analis Kesehatan di Universitas Muhammadiyah Semarang (UNIMUS). Kemudian melanjutkan pendidikan S2 program studi Imunologi di Universitas Airlangga (UNAIR) Surabaya. Sekarang beliau sebagai dosen tetap di Universitas Al-Irsyad Cilacap (UNAIC) di Program Studi Sarjana Terapan (D4) Teknologi Laboratorium Medis (TLM) dan Farmasi. Sejak tahun 2019 sampai sekarang sudah menghasilkan publikasi jurnal nasional sebanyak 18 artikel, jurnal Internasional 2 scopus, 3 buku, HKI 4 dan Hibah BIMA KEMDIKBUDRISTEK sebanyak 2 proposal tahun 2023 (PMP dan PDP). Rumpun ilmu Imunologi, Hematologi dan Mikrobiologi serta aktif terlibat di dalam Tri Dharma Perguruan Tinggi dan sekarang menjabat sebagai Kepala program studi (Kaprodi) Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis (D4 TLM) mulai sejak 2019 sampai sekarang dan menjabat Ketua Bidang SDM dan Pendidikan Dewan Pimpinan Cabang Persatuan Ahli Teknologi Laboratorium Medik Indonesia (DPC PATELKI) Cilacap (2021- sekarang) serta aktif sebagai pengurus regional DIY JATENG koordinator bidang Kerjasama di Asosiasi Institusi Pendidikan Tinggi Teknologi Laboratorium Medik Indonesia (AIPTLMI).