

**PENANGANAN HASIL INKOMPATIBILITAS PADA
PEMERIKSAAN *CROSSMATCH* METODE GEL PADA PASIEN
TRANSFUSI BERULANG : STUDI KASUS**

KARYA TULIS ILMIAH

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Untuk Menyelesaikan Program Pendidikan
Diploma 3 Teknologi Laboratorium Medis di STIKes Karsa Husada Garut

Disusun Oleh :

NAILA SHIHA

KHGE22014



**SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN KARSA HUSADA GARUT
PROGRAM STUDI D3 TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS
2025**

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa Karya Tulis Ilmiah saya ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik Amd. Kes., baik dari STIKes Karsa Husada. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan tim pembimbing. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah pengarang dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di STIKes Karsa Husada Garut.

Garut, Mei 2025

Yang membuat pernyataan



(Naila Shifa)
KHGE22014

LEMBAR PERSETUJUAN

**JUDUL : PENANGANAN HASIL INKOMPATIBILITAS PADA
PEMERIKSAAN *CROSSMATCH* METODE GEL PADA
PASIEN TRANSFUSI BERULANG : STUDI KASUS**
NAMA : NAILA SHIHA
NIM : KHGE22014

KARYA TULIS ILMIAH

Diajukan untuk menempuh ujian pada Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis
STIKes Karsa Husada Garut

Garut, Mei 2025

Menyetujui

Pembimbing

Gina Nafsa Mutmaina, SST.,M.Pd
NIP : 043298.1013.118

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknologi Laboratorium Medis

M. Hadi Sulhan, S.Si., M.Sc.,
NIP: 043298.0315.131

LEMBAR PENGESAHAN

**JUDUL : PENANGANAN HASIL INKOMPATIBILITAS PADA
PEMERIKSAAN *CROSSMATCH* METODE GEL PADA
PASIEN TRANSFUSI BERULANG : STUDI KASUS**
NAMA : NAILA SHIHA
NIM : KHGE22014

KARYA TULIS ILMIAH

Karya Tulis Ilmiah ini telah disidangkan dihadapan penguji Program Studi
D3 Teknologi Laboratorium Medis STIKes Karsa Husada Garut

Garut, 23 Juli 2025

Menyetujui,

Penguji I



Nenden Sumartini, S.Pd., M. Pd. Kim
NIP: 043298.0113.134

Penguji II



Astari Nurinsani, S.Tr.M.Kes
NIP: 043298.0917.140

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknologi Laboratorium Medis



M. Hadi Sulhan, S.Si., M.Sc.,
NIP: 043298.0315.131

Mengesahkan,

Pembimbing



Gina Nafsa Mutmaina, SST., M.Pd
NIP : 043298.1013.118

ABSTRAK

Penanganan Inkompatibilitas *Crossmatch* Metode Gel pada Pasien Transfusi Berulang

Pelayanan darah adalah upaya dalam penyediaan layanan kesehatan yang menggunakan darah manusia sebagai bahan utama dengan tujuan kemanusiaan dan bukan untuk kepentingan komersial. Standar pelayanan darah yang aman dapat diperoleh dengan melakukan pemeriksaan pre transfusi. Uji *crossmatch* adalah komponen dari pemeriksaan pre transfusi yang bertujuan untuk memastikan tidak ada antibodi dalam darah pasien yang bereaksi dengan antigen pada darah pendonor atau sebaliknya, dan untuk mencegah reaksi transfusi akibat ketidakcocokan darah. Dua metode uji *crossmatch* yaitu tabung dan gel. Hasil pemeriksaan *crossmatch*, yaitu kompatibel (cocok) atau inkompatibel (tidak cocok), yang lulus uji silang serasi adalah darah yang kompatibel. Hasil kompatibel menunjukkan mayor, minor, dan kontrol negatif, hasil inkompatibel menunjukkan hasil positif disalah satunya atau semua bagian. Fokus studi kasus ini yaitu terdapat hasil inkompatibel pada bagian mayor negatif, namun minor dan auto kontrol positif. Hasil menunjukkan inkompatibel, namun setelah verifikasi hasil dengan menelusuri riwayat medis pasien sering melakukan transfusi darah maka dinyatakan kompatibel. Pembahasan yang didapat pada pasien riwayat transfusi dapat menyebabkan inkompatibilitas, karena transfusi berulang dapat meningkatkan titer antibodi. Inkompatibilitas yang terjadi kemungkinan terdapatnya alloantibodi dan autoantibodi. Kesimpulannya yaitu berdasarkan hasil evaluasi maka inkompatibilitas *crossmatch* pada pasien transfusi berulang dapat didonorkan, yaitu dengan melihat riwayat medis pasien, dan kadar positif minor setara atau tidak melebihi dari auto kontrol.

Kata Kunci : *Crossmatch*, Inkompatibel, Transfusi Berulang

ABSTRACT

Handling of Crossmatch Incompatibility Using Gel Method in Repeated Transfusion Patients

Blood service is an effort in providing health services that use human blood as the main ingredient for humanitarian purposes and not for commercial interests. Safe blood service standards can be obtained by conducting pre-transfusion examinations. The crossmatch test is a component of the pre-transfusion examination that aims to ensure that there are no antibodies in the patient's blood that react with antigens in the donor's blood or vice versa, and to prevent transfusion reactions due to blood incompatibility. Two crossmatch test methods are tubes and gels. The results of the crossmatch examination, namely compatible (matched) or incompatible (not matched), which passes the compatible cross test is compatible blood. Compatible results show major, minor, and negative controls, incompatible results show positive results in one or all parts. The focus of this case study is that there are incompatible results in the major negative section, but minor and auto control are positive. Verify the results by tracing the patient's medical history of frequent blood transfusions. The discussion obtained in patients with a history of transfusion can cause incompatibility, because repeated transfusions can increase antibody titers. The incompatibility that occurs is likely to be alloantibodies and autoantibodies. The results can be donated on condition that the positive degree in the minor is the same or smaller than the positive degree of auto control or DCT. The conclusion is, based on the results of the negative evaluation in the major and positive in the minor with auto control, namely the patient often undergoes repeated transfusions. Handling of minor and auto control incompatibilities is done by looking at the patient's medical history. And blood can be donated because the positive minor level is equal to or does not exceed the auto control.

Keywords: *Crossmatch, Incompatible, Repeated Transfusion*

KATA PENGANTAR

Puji beserta syukur ke hadirat Allah SWT, yang sudah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya hingga penulis mampu menyelesaikan Proposal Penelitian dengan judul **“Penanganan Inkompatibilitas Pada Pemeriksaan *Crossmatch* Metode Gel pada Pasien Transfusi Berulang”**. Solawat beserta salam terlimpah curahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah memberi tauladan baik kepada kita semua selaku umatnya.

Dalam penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini, penulis mengalami berbagai hambatan dan kesulitan, namun dukungan, bantuan, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak pada akhirnya, penulis dapat menyelesaikan Proposal Penelitian ini. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr. H. Hadiat, M.A., selaku Ketua Pembina Yayasan Dharma Husada Insani Garut.
2. Drs. H.Suryadi,M.Si., selaku Ketua Pengurus Yayasan Dharma Husada Insani Garut.
3. H. Engkus Kusnadi, S.Kep, M.Kes., selaku Ketua STIKes Karsa Husada Garut.
4. Bapak Muhammad Hadi Sulhan, S.Si., M.Sc. selaku Ketua Program Studi D3 Ahli Teknologi Laboratorium Medik STIKes Karsa Husada Garut.
5. Ibu Gina Nafsa Mutmaina, SST.,M.Pd selaku Pembimbing Karya Tulis Ilmiah yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam penyusunan proposal

penelitian ini.

6. Ibu Nenden Sumartini, S.Pd., M. Pd. Kim selaku Penguji I dan Ibu Astari Nurinsani, S.Tr.M.Kes selaku Penguji II yang telah memberikan masukan dan saran dalam proposal penelitian ini.
7. Seluruh dosen pengajar yang telah memberikan bimbingan keilmuan dan nasihat-nasihat yang berharga selama menjalani perkuliahan.
8. Kedua orang tua dan teteh sebagai sumber inspirasi bagi penulis, yang senantiasa memberikan dorongan baik moral maupun material serta seluruh do'a sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian ini.
9. Rekan seperjuangan terutama Ghina Salsabilla, Lia Amelia Azzahra, dan teman-teman kelas A D3 TLM Angkatan 10 yang telah membantu dan memberikan semangat serta memberikan saran-saran yang bermanfaat bagi penulis yang sama-sama berjuang untuk menyelesaikan tugas akhir ini demi meraih kesuksesan.
10. Kepada Pandu Setio, terima kasih telah mendukung, menghibur, mendengarkan keluh kesah dan memberikan semangat bagi penulis.
11. Semua pihak yang tidak tertulis terima kasih atas jasa yang diberikan, semoga Allah SWT meridhoi dan memberikan balasan yang berlipat ganda. Aamiin.

Penulis sangat sadar bahwa proposal penelitian ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun serta bermanfaat guna perbaikan pada penyusunan Karya Tulis Ilmiah ini.

Garut, Mei 2025



Naila Shiha

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Transfusi darah	4
2.2. Reaksi akibat transfusi	4
2.3. Infeksi menular lewat transfusi.....	7
2.4. Pemeriksaan pre transfusi.....	9
2.4.1. Pemeriksaan Golongan Darah ABO dan Rh.....	9
2.4.2. Skrining Identitas Antibodi	10
2.4.3. Pemeriksaan Crossmatch	11
2.4.4. Reaksi Antigen dan Antibodi	25
2.4.5. Penanganan Inkompatibilitas <i>Crossmatch</i>	27
2.5. Kerangka penelitian.....	29
BAB III METODE STUDI KASUS	30
3.1. Rancangan studi kasus	30

3.2.	Objek studi kasus	30
3.3.	Fokus studi kasus	30
3.4.	Pengumpulan data studi kasus	30
3.4.1.	Pra Analitik	31
3.4.1.	Analitik.....	32
3.4.1.	Pasca Analik.....	33
3.5.	Etik studi kasus	34
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		35
4.1.	Hasil penelitian.....	35
4.2.	Pembahasan	36
BAB V PENUTUP.....		40
5.1.	Kesimpulan	40
5.2.	Saran	40
DAFTAR PUSTAKA		41
LAMPIRAN.....		44
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.3	Infeksi menular melalui tranfusi.....	7
Tabel 4.1	Hasil Pemeriksaan Crossmatch	36

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.4. Interpretasi hasil metode tabung.....	15
Gambar 2.4. Interpretasi hasil metode gel.....	17
Gambar 2.5 Kerangka penelitian	29

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi penelitian	44
Lampiran 2. Lembar bimbingan	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pelayanan darah adalah suatu upaya dalam penyediaan layanan kesehatan yang menggunakan darah manusia sebagai bahan utama dengan tujuan kemanusiaan dan bukan untuk kepentingan komersial dan produk-produk darah memiliki peran krusial dalam layanan kesehatan. Oleh karena itu, sasaran utama dari pelayanan kesehatan nasional adalah memenuhi kebutuhan darah dan produk darah, serta menjamin keamanan dari produk darah itu. Standar pelayanan transfusi darah berfungsi sebagai pedoman bagi tenaga kesehatan dan/atau pelaksana program di sektor kesehatan dalam melaksanakan layanan transfusi darah. Standar pelayanan transfusi darah bertujuan untuk menjamin bahwa layanan darah aman, berkualitas, dan tersedia dalam jumlah yang cukup (Permenkes, 2015).

Standar pelayanan transfusi meliputi seleksi ketat calon donor, pemeriksaan darah dari penyakit menular, pengolahan darah menjadi komponen, *crossmatch* untuk memastikan kesesuaian pelayanan darah antara donor dan pasien, serta penyimpanan darah pada suhu yang tepat. *Crossmatch* adalah komponen dari pemeriksaan pra-transfusi yang bertujuan untuk memastikan bahwa tidak ada antibodi dalam darah pasien yang bereaksi dengan antigen pada pendonor darah atau sebaliknya agar mencegah reaksi transfusi akibat ketidakcocokan darah (Oktari et al., 2022).

Pemeriksaan *crossmatch* dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu metode gel dan metode tabung. Metode gel lebih umum diterapkan di Unit Transfusi Darah (UTD) dan Bank Darah Rumah Sakit (BDRS) karena lebih efisien serta memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi (Oktari et al., 2022). Durasi inkubasi yang diperlukan untuk metode ini sekitar 15-30 menit pada suhu 37° C (Arrosyada et al., 2020). Dua hasil dari pemeriksaan uji silang serasi, yaitu kompatibel dan inkompatibel, sedangkan yang lulus uji silang serasi adalah darah yang memiliki hasil kompatibel (cocok). Hasil yang kompatibel menunjukkan mayor, minor, dan kontrol negatif tidak adanya aglutinasi, sedangkan hasil yang inkompatibel menunjukkan mayor, minor, dan kontrol positif dengan adanya aglutinasi (Situmorang et al., 2023).

Ditemukan hasil pemeriksaan positif pada salah satu, sehingga dianggap inkompatibel, namun tetap didonorkan. Penelitian oleh Anita et al menunjukkan bahwa hasil inkompatibel dalam pemeriksaan *crossmatch* berdasarkan karakteristik penelitian mengindikasikan bahwa inkompatibel minor dan autokontrol ditemukan dalam jumlah besar, mencapai 96,1% dari total keseluruhan hasil inkompatibel di UTD PMI Kabupaten Kulon Progo, hasil tersebut dapat didonorkan pada kondisi tertentu hal tersebut dapat dikatakan cocok asalkan mayor tetap negatif (Aljannah, 2021).

Berdasarkan latar belakang diatas maka perlu dilakukan dikaji lebih dalam dengan judul **“Penanganan Inkompatibilitas Crossmmatch Pada Pemeriksaan Crossmatch Metode Gel Pada Pasien Transfusi Berulang.”**

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka perlu dilakukan rumusan masalah sebagai berikut, “Bagaimana penanganan inkompatibel pada pemeriksaan crossmatch metode gel pada pasien transfusi berulang ? ”.

1.3. Tujuan Penelitian

Karya tulis ilmiah ini bertujuan untuk mengetahui penanganan inkompatibilitas pada pemeriksaan crossmatch metode gel pada pasien transfusi berulang.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan, khususnya dapat mengetahui penanganan hasil inkompatibilitas pada pemeriksaan crossmatch metode gel pada pasien transfusi berulang, serta dapat menjadi sumber daya bagi institusi pendidikan dan pelayanan kesehatan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Transfusi darah

Transfusi darah merupakan pengaliran darah utuh atau komponen darah seperti plasma, sel darah merah, atau trombosit melalui infus IV. Tujuannya adalah untuk memenuhi permintaan klien akan darah sesuai dengan rencana perawatan. Transfusi darah yang bersifat universal sangat penting untuk mengatasi pasien dengan anemia berat, mereka yang memiliki kelainan darah genetik, pasien yang mengalami cedera serius, pasien yang akan menjalani operasi, serta pasien yang menderita penyakit hati atau kondisi lain sehingga tidak mampu memproduksi darah atau komponen darah dengan efisien (Sirait, 2019).

Transfusi darah memberikan berbagai manfaat medis yang penting, terutama dalam keadaan darurat atau untuk terapi jangka panjang bagi pasien dengan penyakit tertentu. Walaupun transfusi darah memberikan banyak keuntungan secara medis, prosedur ini tetap memiliki risiko terjadinya reaksi yang harus diwaspadai (Sirait, 2019).

2.2. Reaksi akibat transfusi

Reaksi transfusi adalah situasi yang muncul akibat ketidakcocokan atau reaksi imun penerima terhadap darah dari donor. Reaksi ini melibatkan antibodi yang secara alami ada dalam darah penerima (seperti anti-A, anti-B yang biasanya menjadi penyebab reaksi transfusi hemolitik akut) dan juga antibodi yang dihasilkan. Alloantibodi tersebut dapat menyebabkan berbagai reaksi, termasuk alergi ringan, demam non-hemolitik, hemolisis akut, serta anafilaksis. Antibodi yang terdapat dalam

darah donor dapat menyebabkan reaksi dan diduga berkontribusi pada cedera paru akibat transfusi (Siregar, 2019).

Frekuensi reaksi transfusi bervariasi, mulai dari yang cukup umum (reaksi alergi ringan dan demam non-hemolitik) hingga yang jarang terjadi (anafilaksis, hemolisis akut, dan sepsis). Kejadian buruk yang fatal dilaporkan terjadi pada TRALI, dan masalah jangka panjang atau yang muncul setelahnya umumnya disebabkan oleh penularan penyakit (Suddock & Crookston, 2023).

Reaksi Transfusi Akut

- 1) Alergi ringan: Timbul karena reaksi berlebihan terhadap protein non-asing dalam produk donor.
- 2) Anafilaksis: Mirip dengan reaksi alergi ringan, tetapi memicu reaksi yang jauh lebih parah. Terkadang, kondisi ini dapat terjadi pada pasien dengan defisiensi IgA, yang mengakibatkan pembentukan aloantibodi terhadap IgA dan selanjutnya menerima transfusi darah yang mengandung IgA.
- 3) Febrile non-hemolitik: Biasanya dicurigai disebabkan oleh sitokin yang dikeluarkan oleh leukosit dari donor darah (sel darah putih).
- 4) Septik: Diakibatkan oleh bakteri atau hasil sampingan bakteri (seperti endotoksin) yang dapat mencemari darah.
- 5) Reaksi transfusi hemolitik akut: Dapat mengakibatkan hemolisis baik melalui intravaskular maupun ekstrasvaskular, tergantung pada penyebab yang spesifik. Reaksi yang terjadi akibat sistem imun sering kali disebabkan oleh antibodi yang sudah ada pada penerima terhadap antigen darah dari donor. Reaksi non-imun

dapat terjadi, dan ini terjadi ketika sel darah merah rusak sebelum transfusi (seperti, akibat suhu yang tinggi atau kondisi osmotik yang tidak tepat).

- 6) Kelebihan sirkulasi yang berhubungan dengan transfusi (TACO): Terjadi saat volume komponen yang ditransfusikan mengakibatkan hipervolemia (kelebihan cairan).
- 7) Cedera paru akut akibat transfusi: Cedera paru akut terjadi karena antibodi dalam produk donor (antigen leukosit manusia atau antigen neutrofil manusia) bereaksi dengan antigen pada penerima. Sistem imun penerima bereaksi dan memicu pelepasan mediator yang mengakibatkan edema paru. Keadaan klinis yang mempengaruhi pasien, seperti infeksi, operasi baru-baru ini, atau peradangan, dapat menjadi salah satu faktor yang berkontribusi terhadap hal ini.

Reaksi Transfusi Tertunda

- 1) Reaksi transfusi hemolitik yang tertunda: Umumnya disebabkan oleh reaksi imun terhadap antigen asing yang sudah pernah dikenali oleh pasien (sering kali akibat transfusi sebelumnya atau kehamilan).
- 2) Penyakit *graft-versus-host* akibat transfusi: Terjadi akibat transplantasi limfosit dari donor (biasanya terdapat dalam produk darah seluler) ke dalam sumsum tulang penerima dengan masalah sistem kekebalan. Limfosit dari donor mengidentifikasi pasien sebagai benda asing dan bereaksi terhadap tubuh penerima. Sistem imun pasien tidak dapat menghapus limfosit asing. Keadaan ini jarang muncul tetapi sering kali berakhir dengan akibat yang serius (Suddock & Crookston, 2023).

Sebelum melakukan transfusi darah, sangat penting untuk mengetahui berbagai risiko yang mungkin timbul, salah satunya adalah penularan infeksi. Walaupun prosedur pengujian darah telah sangat ketat, masih ada kemungkinan kecil penularan penyakit melalui darah yang ditransfusikan (Suddock & Crookston, 2023).

2.3. Infeksi menular lewat transfusi

Produk darah yang digunakan untuk transfusi dapat mengandung patogen seperti bakteri, virus, dan parasit. Di antara semua hal tersebut, risiko infeksi bakteri yang disebabkan oleh transfusi (TTBI) lebih tinggi dibandingkan risiko infeksi virus yang ditularkan melalui transfusi, di mana transfusi trombosit memiliki risiko TTBI paling tinggi. Berikut ini adalah beberapa infeksi yang biasanya ditularkan melalui transfusi darah, antara lain:

Tabel 2.3 Infeksi menular melalui tranfusi

No	Infeksi	Keterangan
1.	Hepatitis B Virus (HBV)	Organisme
		Epidemiologi
		Sejarah
2.	Hepatitis C Virus (HCV)	Organisme
		Epidemiologi

		Sejarah	Baru diidentifikasi pada 1989; sebelumnya dikenal sebagai "non-A non-B hepatitis". Transfusi darah adalah penyebab utama infeksi sebelum skrining RNA diterapkan.
3.	Human Immunodeficiency Virus (HIV)	Organisme	Retrovirus dengan dua subtype utama (HIV-1/2), menyerang sel CD4+.
		Epidemiologi	Sekitar 36,7 juta orang hidup dengan HIV per 2016. Risiko lewat transfusi <1 dalam 2 juta di negara maju.
		Sejarah	Epidemi HIV meledak di 1980-an; transfusi darah adalah sumber utama penularan sebelum pengujian antibodi HIV diimplementasikan pada 1985.
4.	Human T-Lymphotropic Virus (HTLV-I)	Organisme	Retrovirus yang dapat menyebabkan leukemia sel T dan mielopati.
		Epidemiologi	15 juta kasus global, banyak di Jepang, Karibia, dan Afrika.
		Sejarah	Dikenali sebagai virus onkogenik pertama manusia; transfusi merupakan salah satu jalur penularan utama di daerah endemis.
5.	Sifilis (Treponema pallidum)	Organisme	Bakteri spiral gram-negatif dari genus <i>Treponema</i> , sangat rapuh terhadap perubahan suhu.
		Epidemiologi	Sekitar 7,1 juta kasus baru global (usia 15–49 tahun, WHO 2020).
		Sejarah	Dahulu sifilis dapat ditularkan lewat transfusi, tapi kini sangat jarang karena <i>T. pallidum</i> mati dalam darah yang disimpan dingin selama 24–48 jam. Namun, penting tetap dilakukan skrining donor.
6.	Malaria (Plasmodium spp.)	Organisme	Parasit protozoa dari genus <i>Plasmodium</i> , menyerang sel darah merah.
		Epidemiologi	247 juta kasus global (WHO 2021), terutama di Afrika.
		Sejarah	Transfusi dari donor tanpa gejala tetap dapat menularkan malaria. Seluruh komponen darah berpotensi menularkan parasit ini.
7.	Penyakit Chagas (Trypanosoma cruzi)	Organisme	Protozoa hemoflagelat, menyerang otot jantung dan sistem saraf pencernaan.
		Epidemiologi	10 juta kasus global, dominan di Amerika Latin.
		Sejarah	Risiko tinggi pada transfusi trombosit sebelum skrining rutin diberlakukan. Tidak ada kasus baru sejak skrining wajib diterapkan di AS (2007).

8.	Babesiosis (Babesia spp.)	Organisme	Protozoa mirip malaria, menyerang eritrosit.
		Epidemiologi	Kasus endemis di AS bagian timur laut; >250 kasus ditularkan lewat transfusi dilaporkan.
		Sejarah	Masa inkubasi transfusi 3–7 minggu (hingga 6 bulan). Banyak kasus terjadi pada pasien imunokompromais.

(Kemenkes 2023).

Hal tersebut dapat terjadi jika tidak dilakukannya tindakan seleksi untuk darah donor seperti skrining infeksi menular lewat transfusi darah (IMLTD), yang bertujuan memastikan darah donor bebas dari penyakit seperti hepatitis B, hepatitis C, HIV, dan sifilis. Setelah itu, dilanjut dengan pemeriksaan pretransfusi merupakan tahapan penting yang harus dilalui sebelum pemberian transfusi darah, agar darah aman dan siap untuk di donorkan.

2.4. Pemeriksaan pre transfusi

Pemeriksaan laboratorium sebelum pemberian transfusi darah yang disebut juga pemeriksaan pre transfusi merupakan proses yang sangat penting dilakukan dalam kegiatan transfusi darah. Pasien transfusi darah harus dilakukan pemeriksaan pre-transfusi, dimana pada proses ini dilakukan pencocokan antara darah pasien dan darah pendonor. Tahapan ini bertujuan untuk memastikan kecocokan darah serta meminimalkan risiko komplikasi. Berikut tahapan pemeriksaan pre transfusi :

2.4.1. Pemeriksaan Golongan Darah ABO dan Rh

Pemeriksaan golongan darah adalah pemeriksaan untuk menentukan jenis golongan darah seseorang yakni golongan A, B, AB atau O. Penentuan golongan darah ABO ini didasarkan pada ada atau tidak adanya antigen A dan Antigen B pada permukaan sel darah merah dan Antibodi A dan Antibodi B dalam serum atau plasma.

Ada atau tidak adanya antigen dan Antibodi ini ditandai dengan reaksi aglutinasi jika sel darah merah direaksikan dengan reagen antisera atau dengan serum/plasma (Oktari et al., 2022).

Selain penggolongan ABO, penggolongan Rhesus merupakan penggolongan darah yang juga penting dalam pemeriksaan pre transfusi. Penggolongan Rhesus ini terdiri dari dua, yakni Rhesus positif dan Rhesus negatif (Oktari et al., 2022).

2.4.2. Skrining Identitas Antibodi

Pasien transfusi darah harus dilakukan pemeriksaan pre-transfusi untuk menjamin kompatibilitas ABO antara darah donor dan darah pasien serta mendeteksi adanya antibodi ireguler yang dapat bereaksi dengan antigen sel darah merah donor. Terbentuknya antibodi ireguler dapat menyulitkan terapi transfusi dan mengakibatkan susahny mendapatkan darah yang kompatibel atau cocok pada pemeriksaan pre transfusi antara darah pasien dan darah donor, sehingga menyebabkan inkompatibilitas. Selain itu juga dapat menyebabkan reaksi transfusi hemolitik yang lambat, yang seringkali dikaitkan dengan keterlambatan dan kesulitan untuk memperoleh unit sel darah merah yang kompatibel. Pemeriksaan skrining dan identifikasi antibodi bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya antibodi di dalam plasma yang diperiksa (pasien / donor), baik yang alamiah maupun imun. Untuk skrining antibodi pada darah donor / pasien digunakan reagensia yaitu sel panel kecil. Sel panel kecil adalah sekelompok sel darah merah yang terdiri dari 2-3 individu golongan darah O yang sudah diketahui antigen permukaaanya (memiliki / tidak antigen golongan darah) (Purwati et al., 2020).

Transfusi darah tidak hanya sebagai pengobatan saja tetapi dapat digunakan sebagai terapi sehingga permintaan darah donor semakin meningkat. Oleh sebab itu, kemungkinan pasien yang mendapatkan transfusi berulang beresiko terbentuknya antibodi ireguler. Dengan demikian penelitian ini dapat mengetahui spesifisitas antibodi apa saja yang sering muncul dan diharapkan data yang diperoleh untuk mengetahui kemungkinan antibodi ireguler apa saja yang sering muncul (Amalia et al. 2021).

2.4.3. Pemeriksaan Crossmatch

Uji silang serasi atau *crossmatch* adalah tes *in vitro* yang dilakukan untuk memastikan kecocokan antara darah resipien dan darah donor. Proses ini dibagi menjadi beberapa tahap. Pertama adalah mayor *crossmatch*, dimana serum resipien diuji terhadap sel darah merah donor untuk mendeteksi adanya antibodi yang dapat menyerang sel darah donor. Kedua, minor dilakukan dengan mereaksikan serum donor terhadap sel darah merah resipien, bertujuan untuk mengidentifikasi antibodi dalam serum donor yang mungkin menyerang sel darah resipien. Terakhir, auto kontrol *crossmatch*, di mana serum resipien diuji dengan sel darah merah resipien itu sendiri, bertujuan untuk memeriksa adanya ketidakcocokan akibat autoantibodi dalam serum resipien yang dapat menargetkan antigen pada sel darah merah resipien (Yolandri, 2020).

Tujuan utama *crossmatch* adalah memastikan bahwa tidak ada antibodi di dalam serum pasien yang akan bereaksi dengan sel darah donor begitu juga sebaliknya. *Crossmatch* dilakukan untuk mencegah terjadinya reaksi transfusi baik reaksi transfusi yang bersifat ringan maupun sedang. Tujuan pemeriksaan *crossmatch* berdasarkan jenis

komponen darah pasien dan donor yang direaksikan, yaitu: Mendeteksi adanya antibodi dalam serum pasien (termasuk anti-A & antiB) yang dapat menghancurkan eritrosit, dan mendeteksi antibodi dalam serum donor yang akan masuk ke dalam tubuh pasien (Oktari et al., 2022).

Pemeriksaan uji silang serasi dapat dilakukan dengan dua jenis metode, yaitu antara metode gel atau metode tabung (Oktari et al., 2022) Metode uji silang serasi (*crossmatch*) menggunakan tabung pertama kali diperkenalkan oleh Hektoen pada tahun 1907 dan Ottenberg pada tahun 1908. Mereka mengembangkan teknik ini untuk mengidentifikasi inkompatibilitas antara darah donor dan resipien guna mencegah reaksi hemolitik akut yang dapat berakibat fatal. Pada awalnya, metode ini hanya mendeteksi antibodi darah kelompok utama seperti anti-A dan anti-B. Sedangkan uji kompatibilitas dengan metode gel pertama kali ditemukan oleh Lapierre pada tahun 1990 di Pusat Transfusi Darah Regional Lyon. Dengan prinsip mereaksikan antibodi yang terdapat dalam serum/ plasma dengan antigen pada eritrosit dalam mikro-tabung kemudian disentrifugasi untuk membentuk aglutinasi. Jika hasil positif, berarti aglutinasi terperangkap dalam gel. Sedangkan hasil negatif, berarti eritrosit bebas melewati gel menuju dasar tabung mikro (Situmorang et al., 2023). Terdapat dua hasil *crossmatch* yaitu, kompatibel dan inkompatibel. Hasil kompatibel berarti adanya kecocokan antara darah donor dengan darah pasien, sedangkan hasil inkompatibel dapat terjadi akibat ketidakcocokan antara darah donor dan pasien. Dibawah ini adalah 2 metode pemeriksaan crossmatch sebagai berikut :

1) Metode Tabung

Metode tabung (*tube test*) adalah teknik tradisional yang digunakan dalam pemeriksaan *crossmatch* untuk menilai kompatibilitas antara darah donor dan penerima sebelum transfusi. Meskipun metode ini telah banyak digantikan oleh teknik yang lebih modern seperti gel test atau *column agglutination test*, prinsip dasar dan prosedur metode tabung tetap penting untuk dipahami. Adapun prinsip dari metode ini yaitu Sel donor dicampur dengan serum resipien (mayor *crossmatch*) dan sel resipien dicampur dengan serum donor dalam bovine albumin 20% akan terjadi aglutinasi atau gumpalan bila golongan darah tidak cocok (Luh & Lestari, 2024).

Pemeriksaan *crossmatch* metode tabung diawali dengan pembuatan suspensi eritrosit 5%. Darah yang telah dicampur EDTA dicuci dengan larutan NaCl 0,9% dan disentrifugasi sebanyak tiga kali untuk memisahkan eritrosit dari plasma dan komponen lainnya. Larutan NaCl ditambahkan kembali hingga mencapai konsentrasi suspensi eritrosit 5% yang homogen. Proses ini bertujuan untuk memperoleh eritrosit yang bersih dan siap digunakan dalam pengujian (Luh & Lestari, 2024).

Selanjutnya, dilakukan uji reaksi silang fase I dengan tiga tabung: uji mayor (serum resipien + eritrosit donor), uji minor (serum donor + eritrosit resipien), dan auto kontrol. Tabung disentrifugasi dan diperiksa untuk melihat adanya aglutinasi. Jika tidak ada reaksi aglutinasi, pemeriksaan dilanjutkan (Luh & Lestari, 2024).

Pada fase II, masing-masing tabung ditambahkan bovine albumin 20% dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 15 menit untuk memperkuat reaksi antigen-

antibodi yang mungkin belum terdeteksi sebelumnya. Setelah sentrifugasi, tabung diperiksa ulang. Jika tetap negatif, dilanjutkan ke fase (Luh & Lestari, 2024).

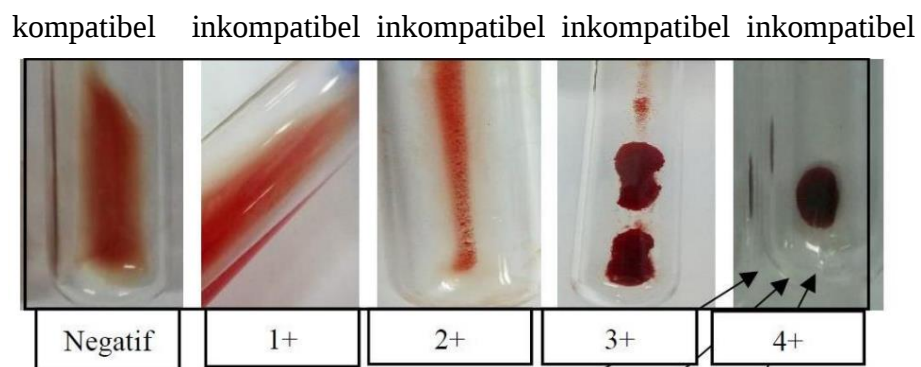
Fase III melibatkan penambahan serum *Coombs* setelah pencucian eritrosit. Serum ini mendeteksi antibodi tak langsung yang mungkin melekat pada eritrosit. Reaksi aglutinasi pada fase ini menandakan ketidakcocokan, sedangkan hasil negatif menunjukkan kecocokan dan transfusi dapat dilakukan. Prosedur tiga tahap ini penting untuk memastikan keamanan transfusi dan mencegah reaksi yang merugikan pasien (Luh & Lestari, 2024).

Derajat aglutinasi dalam pemeriksaan *crossmatch* metode gel diinterpretasikan berdasarkan tampilan gumpalan sel darah merah yang terlihat setelah proses inkubasi dan sentrifugasi. Hasil dengan derajat aglutinasi 4+ menunjukkan adanya satu gumpalan besar yang terbentuk, disertai supernatan yang jernih, menandakan reaksi aglutinasi yang sangat kuat. Pada derajat 3+, sebagian besar sel mengalami aglutinasi, meskipun masih terlihat beberapa sel yang tetap bebas, menunjukkan reaksi yang cukup kuat. Untuk derajat 2+, terbentuk sejumlah gumpalan kecil dengan supernatan yang tetap jernih, yang mengindikasikan adanya reaksi aglutinasi sedang. Sementara itu, hasil yang menunjukkan reaksi negatif ditandai dengan tampilan suspensi halus tanpa adanya gumpalan, menunjukkan bahwa tidak terjadi aglutinasi dan darah donor kompatibel dengan darah resipien. Interpretasi ini menjadi dasar penting dalam menilai apakah darah aman untuk ditransfusikan (Aryani, 2023).

Pada fase I dan II, sebagian tabung menunjukkan hasil negatif (kompatibel) sehingga pemeriksaan dilanjutkan, namun ada juga yang menunjukkan reaksi

positif yang menandakan inkompatibilitas. Di fase III, dua tabung menunjukkan hasil kompatibel, sedangkan dua lainnya tetap inkompatibel, sehingga darah dari tabung-tabung tersebut tidak dapat digunakan untuk transfusi.

Meskipun hasil uji menunjukkan kompatibel, validasi tetap harus dilakukan menggunakan *Coombs Control Cells* (CCC) untuk memastikan keakuratan hasil. Validasi dianggap sah jika menunjukkan reaksi 2+ setelah penambahan CCC dan sentrifugasi. Jika hasil validasi tidak menunjukkan reaksi, maka pemeriksaan harus diulang karena dianggap tidak valid. Kesimpulannya, darah donor hanya boleh digunakan jika hasil uji silang menunjukkan kompatibel dan valid setelah uji CCC, guna menjamin keamanan transfusi bagi pasien (Aryani, 2023).



Gambar 2.4. Interpretasi hasil metode tabung

2) Metode Gel

Prinsip dari uji silang serasi metode gel adalah sejumlah volume suspensi sel darah merah dan serum/plasma dari donor dan pasien dimasukkan ke dalam microtube kemudian inkubasi dan sentrifugasi. Pada saat inkubasi antigen pada sel darah merah berikatan dengan antibodi pada serum/plasma membentuk aglutinasi. Lalu tahap sentrifugasi yaitu Sel yang beraglutinasi kuat akan tertangkap pada bagian atas matrik gel sedangkan sel yang beraglutinasi lemah akan pindah ke

bagian bawah matrik gel. Bila tidak ada aglutinasi maka semua sel akan mengendap ke bagian bawah matrik gel (Infolabmed, 2019).

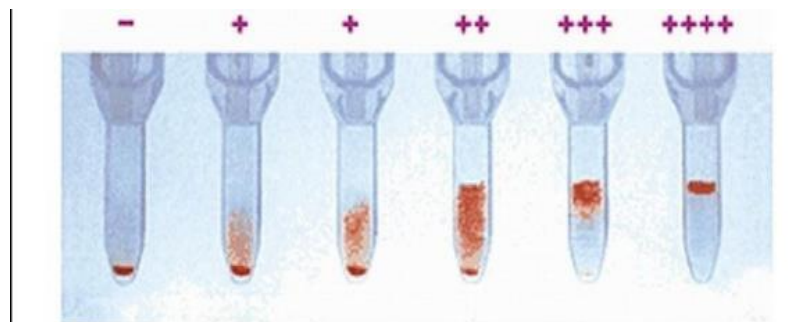
Proses dimulai dengan menyiapkan dua tabung reaksi berukuran 12 x 75 mm. Tabung pertama diisi dengan 5 μ L sel darah merah dari donor, lalu ditambahkan 500 μ L larutan pengencer (LISS). Sementara itu, tabung kedua diisi dengan 5 μ L sel darah merah pasien yang juga dicampur dengan 500 μ L larutan pengencer yang sama. Suspensi sel dari masing-masing tabung kemudian digunakan dalam tahap pengujian selanjutnya (Infolabmed, 2019).

Dari tabung pertama, sebanyak 50 μ L suspensi sel diambil dan dimasukkan ke dalam kolom gel pertama (disebut sebagai Mayor), kemudian ditambahkan 25 μ L plasma pasien. Dari tabung kedua, 50 μ L suspensi sel dimasukkan ke kolom gel kedua (Minor), yang ditambahkan dengan 25 μ L plasma donor. Selanjutnya, dari tabung yang sama (tabung kedua), 50 μ L suspensi sel diambil kembali dan dimasukkan ke kolom gel ketiga untuk auto kontrol, lalu ditambahkan 25 μ L plasma pasien (Infolabmed, 2019).

Setelah semua bahan dimasukkan ke dalam kolom gel masing-masing, tabung gel diketuk-ketuk perlahan untuk memastikan suspensi sel darah bercampur merata dengan plasma dan dapat turun hingga ke permukaan gel. Setelah itu, dilakukan inkubasi pada suhu 37°C selama 15 menit untuk memungkinkan reaksi aglutinasi terjadi. Proses ini dilanjutkan dengan sentrifugasi menggunakan alat gel test pada kecepatan 1000 rpm selama 10 menit. Setelah sentrifugasi selesai, hasil reaksi diamati dan dianalisis untuk menentukan kompatibilitas antara darah donor dan pasien (Aryani, 2023).

Interpretasi hasil

Kompatibel (-), inkompatibel (+)



Gambar 2.4. Interpretasi hasil metode gel

Dalam interpretasi hasil uji silang serasi metode gel, reaksi negatif ditandai oleh tidak terjadinya penggumpalan sel darah merah. Sel-sel tersebut sepenuhnya turun dan membentuk pelet yang jelas dan utuh di dasar tabung mikro, menunjukkan bahwa tidak ada reaksi antigen-antibodi antara darah donor dan penerima.

Pada reaksi 1+, sebagian besar aglutinasi terjadi di bagian bawah kolom gel. Meskipun terdapat sedikit penggumpalan, sebagian besar sel tetap tidak teraglutinasi dan membentuk pelet di dasar tabung. Reaksi 2+ memperlihatkan aglutinat yang tersebar merata di sepanjang kolom gel, dengan beberapa gumpalan kecil yang mungkin terlihat di dasar tabung. Sementara itu, pada reaksi 3+, mayoritas aglutinat sel darah merah tertahan di bagian atas kolom gel, menandakan reaksi yang lebih kuat. Reaksi 4+ menunjukkan adanya pita padat berisi gumpalan sel darah merah di bagian atas gel, dan meskipun beberapa gumpalan mungkin tersaring ke dalam gel, mereka tetap berada di dekat pita utama tersebut. Selain itu, terdapat juga reaksi sel campuran yang dicirikan oleh kombinasi antara aglutinasi di bagian atas gel dengan kehadiran sel yang tidak

teraglutinasi di dasar tabung mikro, menunjukkan adanya campuran antara sel yang bereaksi dan tidak bereaksi (Aryani 2023)

3. Perbedaan Metode Tabung dan Gel

Metode tabung konvensional (*Conventional Tube Test/CTT*) merupakan gold standar dalam pengujian kecocokan pra-transfusi, namun metode ini memiliki sejumlah keterbatasan. Prosesnya relatif memakan waktu, membutuhkan keterampilan teknis yang tinggi, serta melibatkan banyak tahapan manual, sehingga rentan terhadap kesalahan operator. Untuk mengatasi kendala tersebut, telah dikembangkan metode alternatif seperti teknik kartu gel maupun sistem otomatisasi. Kedua pendekatan ini dinilai lebih praktis, meminimalkan intervensi manual, serta menawarkan sensitivitas dan spesifisitas yang lebih tinggi dalam mendeteksi ketidaksesuaian antara darah donor dan resipien (Saeed., 2024).

Dalam studi pendahuluan yang dilakukan di Bank Darah Rumah Sakit Shalamar, Lahore, sebanyak 497 dari 500 sampel menunjukkan kecocokan silang menggunakan kedua metode, baik CTT maupun kartu gel. Hanya tiga sampel yang menunjukkan inkompatibilitas. Kedua metode menunjukkan hasil yang sama baiknya dengan tingkat sensitivitas dan spesifisitas mencapai 100%. Hasil serupa juga diperoleh oleh Gawande et al. di India dalam penelitiannya terhadap 2.300 sampel darah, yang mendukung bahwa metode tabung dan gel memiliki kemampuan deteksi yang setara. Namun, perbandingan dengan studi lain seperti oleh Bhagwat et al. menunjukkan perbedaan signifikan, di mana metode otomatisasi berbasis kartu gel menunjukkan sensitivitas lebih tinggi daripada metode tabung konvensional. Studi tambahan dari Ranjitha, Gond, dan Ahmad

turut mendukung keunggulan metode gel yang menunjukkan sensitivitas dan spesifisitas mencapai 100%, sementara metode tabung saline sedikit lebih rendah dengan spesifisitas 99,6% (Saeed, 2024).

Perbedaan hasil antara studi-studi tersebut kemungkinan besar dipengaruhi oleh faktor teknis, terutama keterampilan dan pengalaman tenaga laboratorium dalam menerapkan metode tabung. Meskipun demikian, metode tabung tetap dianggap sebagai pilihan yang layak, terutama untuk laboratorium dengan keterbatasan sumber daya dan anggaran, asalkan prosedur dilakukan oleh tenaga yang berpengalaman dan terlatih dengan baik (Saeed et al., 2024).

4. Faktor Yang Dapat Mempengaruhi Hasil Crossmatch

Inkompatibel yang terjadi dapat disebabkan oleh dua hal, pertama akibat ketidakcocokan golongan darah saat melakukan transfusi yang menyebabkan hemolisis intravaskuler akut. Kedua, akibat reaksi imunitas antara antigen dan antibodi karena memiliki golongan darah lain atau adanya antibodi ireguler (Fadillah et al., 2023).

1). Penyebab Inkompatibel Mayor:

- a. Mereaksikan antara Serum/Plasma Pasien (mengandung antibodi pasien) dengan Sel Darah Merah Donor (mengandung antigen dari darah yang akan ditransfusikan).
- b. Mendeteksi ketidakcocokan golongan darah ABO yang bisa menyebabkan reaksi fatal.
- c. Mendeteksi alloantibodi ireguler (antibodi non-ABO) pada pasien, yang terbentuk dari paparan darah asing sebelumnya (transfusi, kehamilan).

Jika ada, uji ini akan menunjukkan inkompatibilitas meskipun golongan darah ABO dan Rh cocok. Memastikan darah donor aman untuk pasien dan mencegah reaksi transfusi hemolitik berbahaya.

2). Penyebab Inkompatibel Minor:

- a. Mereaksikan antara serum/plasma donor (mengandung antibodi donor) dengan sel darah merah pasien (mengandung antigen pasien)
- b. Mendeteksi antibodi dalam darah donor yang mungkin menyerang sel darah merah pasien.
- c. Uji minor dianggap kurang krusial dibandingkan mayor. Karena jumlah antibodi yang ditransfusikan dari donor (yang ada di dalam serum/plasma donor) jauh lebih sedikit dan akan diencerkan dalam volume darah pasien yang lebih besar setelah transfusi. Maka, potensi reaksi yang disebabkan antibodi donor terhadap sel pasien cenderung lebih kecil.

3). Inkompatibel Auto Kontrol (AC):

- a. Mereaksikan antara serum/Plasma Pasien (mengandung antibodi pasien) dengan Sel Darah Merah Pasien Sendiri (mengandung antigen pasien)
- b. Mendeteksi adanya autoantibodi (antibodi yang menyerang sel darah merah tubuh sendiri) pada pasien. Autoantibodi muncul pada kondisi autoimun, penggunaan obat tertentu, atau kondisi medis lainnya.
- c. Jika hasil autokontrol positif, ini menunjukkan bahwa antibodi pasien bereaksi dengan sel darah merahnya sendiri. Hal ini dapat menjelaskan hasil positif pada uji mayor (atau kadang minor) yang mungkin disebabkan oleh autoantibodi, bukan hanya alloantibodi. Penemuan

autoantibodi memerlukan investigasi lebih lanjut dan dapat mempersulit pencarian darah yang kompatibel, karena antibodi pasien mungkin bereaksi dengan sebagian besar sel donor (Ognean et al., 2013).

- 4). Sistem golongan darah lainnya yang dapat memperngaruhi inkompatibel :
 - a. Reaksi Anti-Kell (terbentuk karena pernah menerima transfusi darah Kell-positif di masa lalu atau selama kehamilan dengan janin Kell-positif), dan pada uji silang serasi mayor, darah direaksikan dengan sel darah merah donor yang Kell-positif, maka akan terjadi ikatan. Antibodi anti-Kell yang ada di plasma pasien akan menempel pada antigen Kell di permukaan sel darah merah donor dan menyebabkan aglutinasi menunjukkan inkompatibilitas, dan darah donor tersebut tidak boleh ditransfusikan karena dapat memicu reaksi transfusi hemolitik yang berbahaya.
 - b. Reaksi Anti-Duffy (Fy^a) (terbentuk dari paparan sebelumnya), darah donor positif Fy^a , maka antibodi anti- Fy^a pasien akan berikatan dengan antigen Fy^a pada sel darah merah donor terjadinya aglutinasi mengindikasikan inkompatibilitas, yang berarti darah donor tersebut tidak cocok untuk pasien. Transfusi darah yang inkompatibel karena anti-Duffy dapat menyebabkan reaksi transfusi hemolitik, meskipun seringkali bersifat tertunda.
 - c. Reaksi Anti-Jk^b yaitu pasien memiliki antibodi ini akibat paparan sebelumnya, dan diberikan darah donor yang Jk^b-positif, maka pada uji silang serasi mayor, antibodi anti-Jk^b pasien akan berikatan dengan

antigen Jk^b di permukaan sel darah merah donor. Reaksi ikatan ini akan menghasilkan aglutinasi yang terdeteksi menandakan inkompatibilitas, dan darah donor tersebut harus ditolak. Alloantibodi anti-Kidd sangat terkenal karena kemampuannya menyebabkan reaksi transfusi hemolitik tertunda yang signifikan, dan sulit dideteksi karena titer antibodi dapat menurun dengan cepat seiring waktu (Garini et al. 2020).

5). Penyakit yang Mempengaruhi Inkompatibel:

- a. Beberapa penyakit dapat menyebabkan inkompatibel saat pemeriksaan *crossmatch*, seperti HIV/AIDS, Hepatitis B dan C Sifilis.
- b. Penyebab lain yang dapat memengaruhi Inkompatibel adalah auto antibodi, autoimun, antibodi irregular, dan penggunaan obat-obatan tertentu (Situmorang et al., 2023).

Tindakan jika hasil *crossmatch* menunjukkan inkompatibel yaitu percobaan *Coombs* mencari adanya antiglobulin. Jika semacam antibodi melekat pada eritrosit yang mengandung antigen, maka antibodi yang spesifik terhadap antigen itu mungkin menyebabkan eritrosit eritrosit bergumpal (aglutinasi). Globulin merupakan antibodi penghalang (*blocking antibodies*) atau antibodi tak lengkap (*incomplete antibodies*). Pada konsentrasi tinggi antibodi ini melapisi eritrosit tetapi tidak dapat mengaglutinasikannya dalam larutan salin. Anti human globulin akan bereaksi dengan setiap globulin manusia. Karena itu penting bahwa semua globulin bebas harus dibuang dari sel darah merah dengan pencucian yang bersih sebelum penambahan anti human globulin. Sisa globulin serum dalam larutan akan bergabung dengan anti human globulin mengakibatkan anti human globulin

tidak mampu lagi mengaglutinasi sel yang telah disensitisasi, dan menyebabkan suatu tes *Coombs* negatif yang salah (*false negative*) (Aryani, 2023). Berikut pengertian mengenai DCT dan ICT.

a) *Direct Coombs Test* (DCT)

Direct Coombs Test (DCT) adalah metode yang digunakan untuk mendeteksi adanya antibodi atau komplemen yang sudah terikat pada permukaan eritrosit pasien secara *in vivo*. Prosedur pemeriksaan ini dimulai dengan menyiapkan suspensi eritrosit 5% yang dibuat dari contoh darah pasien. Sebanyak dua tabung disiapkan, masing-masing diisi dengan satu tetes suspensi eritrosit 5% tersebut. Kedua tabung kemudian dicuci menggunakan larutan salin fisiologis sebanyak tiga kali untuk menghilangkan komponen serum yang tidak diinginkan.

Setelah pencucian selesai, ke dalam tabung pertama (tabung uji) ditambahkan dua tetes serum *Coombs*, sedangkan tabung kedua (sebagai kontrol) diberi dua tetes salin. Kedua tabung tersebut kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 detik. Setelah disentrifugasi, hasil dibaca secara makroskopis dan mikroskopis untuk melihat adanya aglutinasi atau tidak.

Interpretasi dari hasil uji ini dibagi menjadi dua. Jika hasil DCT menunjukkan reaksi positif, berarti terdapat antibodi atau komplemen yang melekat pada eritrosit secara *in vivo*. Kondisi ini sering dijumpai pada penderita anemia hemolitik autoimun (AIHA), penyakit hemolitik pada bayi baru lahir (HDN), atau pasien yang menerima transfusi darah dengan perbedaan faktor Rhesus. Sebaliknya, hasil DCT yang negatif menunjukkan bahwa tidak terdapat antibodi atau komplemen yang terikat pada eritrosit secara *in vivo*. Jika pasien

memiliki hasil DCT positif namun membutuhkan transfusi darah, maka darah tetap dapat diberikan dalam bentuk *Packed Red Cell* (PRC) atau *Washed Red Cell* (WRC) agar reaksi transfusi dapat diminimalkan (Aryani, 2023).

b) *In Direct Coombs Test* (ICT)

In Direct Coombs Test (ICT) adalah prosedur laboratorium yang bertujuan untuk mendeteksi antibodi bebas dalam serum atau plasma pasien yang berpotensi menyerang sel darah merah donor dalam situasi *in vitro*. Proses ini dimulai dengan menyiapkan serum dari sampel darah pasien, serta membuat suspensi eritrosit 5% baik dari sel pasien maupun dari sel darah golongan O. Dua tabung disiapkan dan masing-masing diisi dengan dua tetes serum. Ke dalam tabung pertama ditambahkan satu tetes suspensi sel darah O, sedangkan tabung kedua diberi satu tetes suspensi eritrosit pasien. Kedua tabung tersebut kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 detik dan hasil reaksi diamati (Aryani, 2023).

Jika reaksi awal menunjukkan hasil negatif, maka proses dilanjutkan dengan menambahkan dua tetes bovine albumin 22% ke masing-masing tabung dan kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 15 menit untuk memungkinkan reaksi antara antibodi dan antigen terjadi secara optimal. Setelah inkubasi, tabung kembali disentrifugasi dan hasilnya dibaca. Bila masih negatif, dilakukan proses pencucian menggunakan saline sebanyak tiga kali untuk menghilangkan antibodi bebas yang tidak terikat. Setelah pencucian selesai, ke dalam masing-masing tabung ditambahkan dua tetes Anti Human Globulin (AHG), kemudian disentrifugasi lagi dan hasil reaksi diamati baik secara makroskopis maupun

mikroskopis. Jika hasil akhir menunjukkan tidak adanya aglutinasi, maka hasil tersebut divalidasi menggunakan *Coombs Control Cells* (CCC) untuk memastikan bahwa reagen AHG berfungsi dengan baik (Aryani, 2023).

Hasil ICT dikatakan positif apabila ditemukan antibodi yang menempel (*coated*) pada permukaan sel darah merah secara *in vitro*, yang menunjukkan adanya risiko inkompatibilitas dalam transfusi. Sebaliknya, hasil ICT yang negatif menandakan bahwa tidak terdapat antibodi yang melekat pada sel darah merah dalam sistem uji, sehingga dapat disimpulkan bahwa serum pasien tidak mengandung antibodi yang dapat bereaksi dengan antigen eritrosit donor (Aryani, 2023).

2.4.4. Reaksi Antigen dan Antibodi

Pada sistem golongan darah pada manusia normal, umumnya mempunyai anti A dan anti B yang secara alamiah terbentuk di dalam tubuh. Jenis antibodi ini terbentuk berlawanan dengan jenis antigen yang sudah ada. Misalnya, seseorang dengan antigen A akan mempunyai anti B di dalam serum darahnya. Pada sistem golongan darah umumnya memiliki jenis antibodi IgM atau IgG, dan sedikit IgA. Antibodi seperti anti A dan anti B biasanya merupakan IgM. Sedangkan antibodi jenis IgG pada sistem golongan darah biasanya jenis antibodi imun, karena terbentuk akibat paparan sebelumnya dengan antigen yang sesuai, misalnya antibodi Rhesus, antibodi Kell, antibodi Kidd, dan lain-lain. Bila antibodi jenis IgM dapat bereaksi langsung pada medium saline (NaCl 0,9%), maka jenis antibodi IgG membutuhkan reagen tambahan untuk memperlihatkan aglutinasi terhadap antigen yang sesuai, misalnya anti human globulin (AHG).

- 1) Antigen (imunogen) merupakan substansi yang mampu bereaksi dengan antibodi yang diproduksi oleh sel B atas rangsangan imunogen, tanpa mempertimbangkan apakah antigen bersifat imunogenik. Ini artinya semua imunogen adalah antigen, namun tidak semua antigen adalah imunogen.
- 2) Antibodi (imunoglobulin) adalah protein serum yang dapat diproduksi sebagai respon terhadap stimulasi oleh antigen asing yang mampu bereaksi secara khusus dengan antigen tersebut dengan cara yang dapat diamati. Terdapat lima jenis imunoglobulin (IgG, IgA, IgM, IgD, dan IgE), antibodi golongan darah hampir secara eksklusif adalah IgG, IgM, dan IgA (Aliviameita & Puspitasari, 2020).
- 3) Alloantibodi adalah jenis antibodi ireguler yang diproduksi oleh individu sebagai respons terhadap alloantigen (antigen asing) yang berasal dari individu lain dalam spesies yang sama. Dalam konteks transfusi darah, alloantibodi adalah antibodi yang terbentuk ketika sistem kekebalan tubuh resipien mengenali antigen pada sel darah merah donor sebagai "asing" dan membentuk antibodi untuk melawannya. Terbentuk setelah paparan antigen asing melalui transfusi darah atau kehamilan.
- 4) Autoantibodi adalah antibodi yang diproduksi oleh sistem kekebalan tubuh seseorang yang menyerang antigen pada sel atau jaringan tubuhnya sendiri. Ini terjadi ketika sistem kekebalan gagal membedakan antara "diri" (self) dan "non-diri" (non-self), sehingga secara keliru menyerang komponen tubuh sendiri (misalnya, Anemia Hemolitik Autoimun/AIHA, Lupus Eritematosus Sistemik) atau terkadang dapat diinduksi oleh obat-obatan tertentu (Valle Neto et al. 2018).

2.4.5. Penanganan Inkompabilitas *Crossmatch* pada Transfusi Berulang

Pemeriksaan *crossmatch* yang menunjukkan hasil inkompatibel memerlukan perhatian khusus, karena dapat mempengaruhi transfusi darah. Berikut adalah penanganan yang tepat untuk mengetahui penyebab inkompabilitas *crossmatch* pada transfusi berulang :

1). Telusuri riwayat pasien

Sebelum melanjutkan dengan tindakan lebih lanjut, sangat penting untuk mengevaluasi faktor-faktor seperti usia, jenis kelamin, dan riwayat medis pasien. Riwayat penyakit seperti autoimun, transfusi berulang, atau kelainan hematologi dapat mempengaruhi hasil *crossmatch* dan menyebabkan inkompabilitas. Dengan memahami kondisi medis pasien, dapat menentukan langkah penanganan yang tepat, memilih darah donor yang sesuai, dan meminimalkan risiko terjadinya reaksi transfusi yang merugikan.

2). Skrining atau identitas antibodi

Skrining identitas antibodi penting untuk mendeteksi antibodi dalam darah pasien yang bisa menyebabkan reaksi saat transfusi. Skrining ini meliputi uji antibodi terhadap sel darah merah donor, uji *coombs* langsung untuk mendeteksi autoantibodi, dan pemeriksaan antibodi irregular yang mungkin muncul setelah transfusi atau kehamilan. Tujuan dari skrining ini adalah memastikan bahwa darah donor kompatibel dengan pasien, sehingga transfusi dapat dilakukan dengan aman tanpa risiko reaksi berbahaya (Rofinda, 2020).

3) Validasi hasil dengan catatan tertentu

Jika pada skrining identitas antibodi didapatkan hasil positif maka bandingkan dengan kadar positif pada minor apakah lebih atau kurang dari kadar positif pada autokontrol atau DCT. Maka hasil divalidasi atau dapat didonorkan dengan catatan kadar positif minor tidak lebih dari autokontrol atau DCT (P.Sari et al., 2024).

2.4.6. Penanganan Inkompatibilitas Crossmatch pada Pasien Transfusi Awal

1). Telusuri riwayat pasien

Sebelum melanjutkan dengan tindakan lebih lanjut, sangat penting untuk mengevaluasi faktor-faktor seperti usia, jenis kelamin, dan riwayat medis pasien. Riwayat penyakit seperti autoimun, transfusi darah sebelumnya, atau kelainan hematologi dapat mempengaruhi hasil crossmatch dan menyebabkan inkompatibilitas.

2). Pemeriksaan ulang pencocokan golongan darah

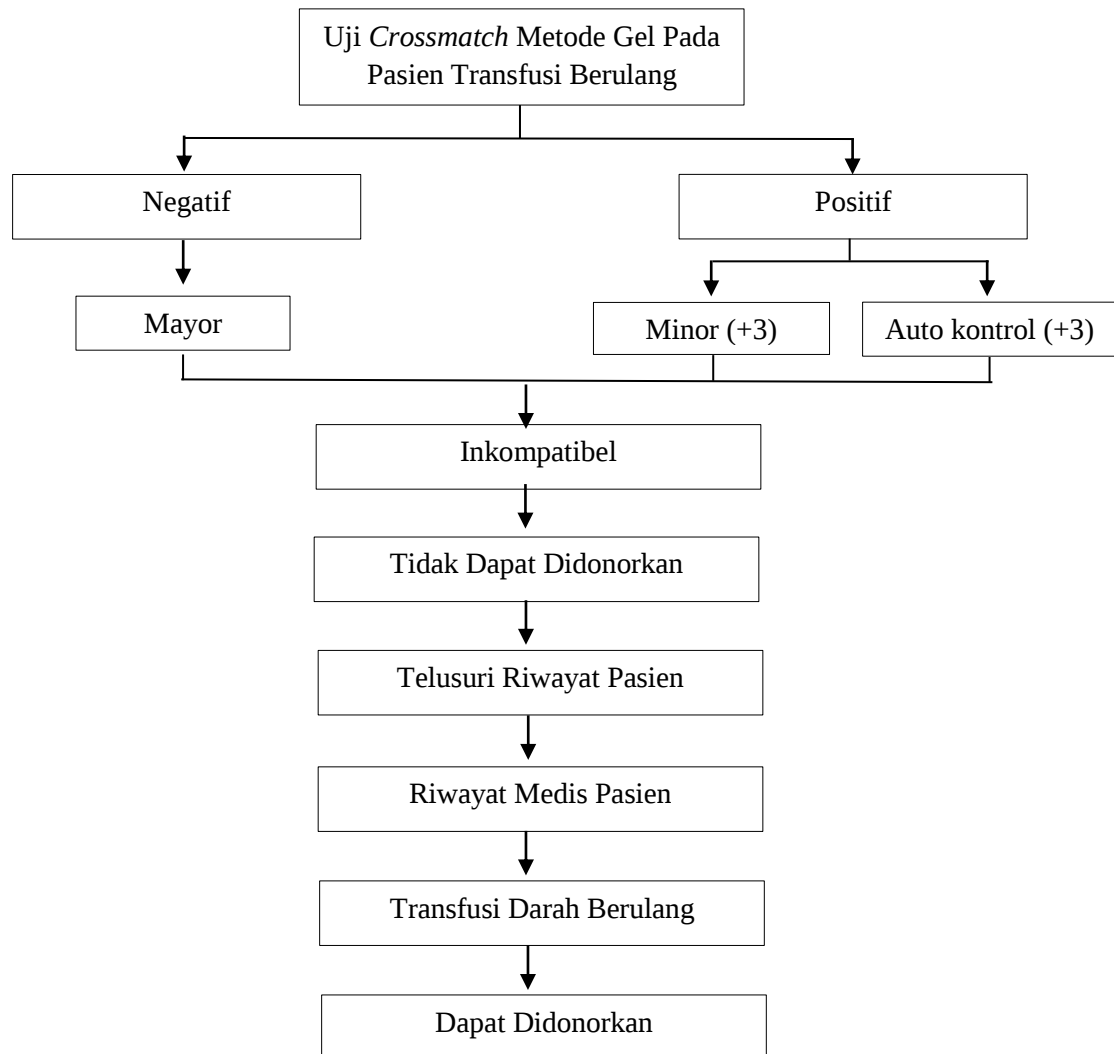
Lakukan pencocokan golongan darah ulang untuk mengetahui apakah terdapat kesalahan pada saat pemeriksaan ini. Lihat juga kualitas reagen, serta jika tidak ada kesalahan pada pemeriksaan ini maka lakukan pemeriksaan ulang crossmatch apakah prosedur pemeriksaannya sudah sesuai.

3). Pemeriksaan ulang crossmatch

Pemeriksaan ulang crossmatch dengan labu yang baru penting untuk memastikan hasil yang akurat dan menghindari kesalahan teknis atau kontaminasi pada sampel pertama. Hal ini membantu memastikan bahwa inkompatibilitas yang terdeteksi benar-benar ada dan tidak disebabkan oleh faktor lain, serta memberikan kepastian

bahwa darah donor yang diberikan aman dan tidak akan menyebabkan reaksi transfusi yang merugikan bagi pasien (Rofinda, 2020).

2.5. Kerangka penelitian



Gambar 2.5 Kerangka penelitian

BAB III

METODE STUDI KASUS

3.1. Rancangan studi kasus

Penelitian ini mendeskripsikan mengenai kasus di bidang Imunohematologi mengenai penanganan inkompatibilitas pada pemeriksaan *crossmatch* metode gel pada pasien transfusi berulang.

3.2. Objek studi kasus

Objek studi kasus yang digunakan adalah sampel plasma dan sel darah merah donor dan resipien.

3.3. Fokus studi kasus

Pada saat melakukan uji silang serasi dengan golongan darah A+ menggunakan metode gel didapatkan hasil inkompatibel yaitu pada bagian minor dan auto kontrol positif ditandai dengan adanya aglutinasi yang naik ke atas dan sedikit dibagian bawah gel, namun untuk bagian mayor di dapatkan hasil negatif, tidak adanya aglutinasi yang naik ke atas. Dilakukan verifikasi dengan menelusuri riwayat medis pasien tersebut sering melakukan transfusi berulang.

3.4. Pengumpulan data studi kasus

Data pada studi kasus kali ini diketahui dengan adanya hasil inkompatibel pada pemeriksaan uji silang serasi akibat dari transfusi berulang. Berikut tahapan pemeriksaan *crossmatch* dari mulai pra analitik, analitik, dan pasca analitik yang digunakan saat pemeriksaan kasus tersebut:

3.4.1. Pra Analitik

Berikut adalah tahapan pra analitik yang di lakukan :

- 1 Menerima formulir permintaan darah yang dikirim oleh perawat dari ruangan melalui sistem informasi rumah sakit, disertai dengan sampel darah pasien yang akan membutuhkan transfusi.
- 2 Melakukan verifikasi identitas pasien untuk memastikan kesesuaian antara data pasien di formulir dan pada tabung sampel..
- 3 Selanjutnya, pemeriksaan golongan darah pasien menggunakan metode slide. Pemeriksaan ini bertujuan untuk memastikan bahwa golongan darah pasien sesuai dan aman untuk menerima darah dari donor yang dipilih.
- 4 Siapkan labu darah donor sesuai jumlah yang dibutuhkan. Periksa tanggal kedaluwarsa pada setiap labu, dan mengambil labu donor secara zig-zag dari arah kiri sesuai prosedur rotasi stok agar distribusi darah merata dan tidak ada yang kedaluwarsa.
- 5 Catat identitas pasien dan nomor labu donor pada kartu formulir khusus. Data yang dicantumkan meliputi nama pasien, nomor rekam medis, nomor labu darah, jenis komponen darah (PRC), volume darah dalam labu (200 ml), dan tanggal permintaan darah.
- 6 Kartu formulir disematkan langsung pada labu darah donor untuk menghindari kesalahan atau pertukaran dengan pasien lain. Setelah itu, catat kembali identitas pasien dan nomor labu donor ke dalam buku pencatatan laboratorium bank darah sebagai dokumentasi. Terakhir, labu yang telah

diberi label simpan di lemari es khusus yang terpisah dari stok utama untuk memastikan keamanannya sebelum dikirim ke ruangan.

3.4.1. Analitik

Pada pemeriksaan *crossmatch* menggunakan metodel gel dengan prinsip pemeriksaan antibodi yang terdapat dalam serum/plasma, bila direaksikan dengan antigen pada sel darah merah, melalui inkubasi pada suhu 37°C dan dalam waktu tertentu, dan dengan penambahan anti monoglobulin akan terjadi reaksi aglutinasi. Prosedur pemeriksaan uji silang serasi menggunakan metodel gel sebagai berikut:

- 1) Pertama-tama menyiapkan tabung reaksi sesuai jumlah yang dibutuhkan, kemudian diletakkan di rak tabung. Dari setiap labu darah donor, ambil satu segmen darah, lalu masukkan isi segmen tersebut ke dalam tabung. Sisa darah dari segmen tersebut nantinya akan digunakan untuk pemeriksaan golongan darah dan pencocokan dengan darah pasien (resipien).
- 2) Setelah itu, membuat suspensi sel darah merah (SDM) 1% baik dari pasien maupun donor. Dengan mencampurkan 500 µL NaCl dengan 5 µL sampel darah untuk masing-masing, kemudian homogenkan agar suspensinya merata.
- 3) Selanjutnya menyiapkan serum dari pasien dan donor dengan cara mensentrifugasi tabung berisi darah selama 1 menit pada kecepatan 3500 rpm, sampai terbentuk lapisan serum yang jernih di atasnya.
- 4) Siapkan DG-Gel Card dan menandainya dengan nama dari pasien. Setelah itu, buka lapisan aluminium foil pada gel card untuk mulai digunakan.

- 5) Untuk pemeriksaan mayor *crossmatch*, saya teteskan 50 μ L suspensi SDM donor dan 25 μ L serum pasien ke dalam sumur yang sama pada DG-Gel Card.
- 6) Lalu lanjutkan dengan minor *crossmatch*, yaitu memasukkan 50 μ L suspensi SDM pasien dan 25 μ L serum donor ke sumur lain pada gel card yang sama.
- 7) Untuk auto kontrol, masukkan 50 μ L suspensi SDM pasien dan 25 μ L serum pasien ke sumur ketiga sebagai kontrol internal untuk mendeteksi autoantibodi.
- 8) Setelah semua sumur terisi, gel card dimasukkan ke alat inkubasi (DG-Therm) selama 15 menit pada suhu 37°C untuk memungkinkan terjadinya reaksi antigen-antibodi.
- 9) Setelah selesai diinkubasi, dilanjutkan dengan proses sentrifugasi menggunakan alat DG-Centrifuge selama 9 menit. Saya pastikan menggunakan penyeimbang berupa gel card kosong atau belum terpakai agar alat bekerja stabil.
- 10) Selanjutnya interpretasi hasil didapat, mayor menunjukkan reaksi negatif (kompatibel), sedangkan minor *crossmatch* dan auto kontrol menunjukkan hasil positif (inkompatibel).

3.4.1. Pasca Analik

Tahap ini yaitu tahap akhir dari pemeriksaan *crossmatch*. Pada tahap ini kegiatan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- 1) Ditemukan hasil *crossmatch* pada bagian mayor menunjukkan hasil negatif, sedangkan pada bagian minor dan auto kontrol menunjukkan hasil positif,

yang mengindikasikan terjadi hasil inkompatibel atau tidak cocok antara donor dan resipien, sehingga darah tersebut tidak dapat didonorkan. Hasil dilaporkan dan ditelusuri untuk mencari penyebab ketidakcocokan hasil tersebut.

- 2) Verifikasi hasil dilakukan dengan menelusuri riwayat pasien, dan ditemukan pada riwayat medis pasien memiliki riwayat transfusi darah berulang.
- 3) Memvalidasi hasil akhir pemeriksaan dinyatakan dapat didonorkan dengan catatan, bahwa reaksi positif pada uji minor tidak melebihi intensitas reaksi positif pada auto kontrol.

3.5. Etik studi kasus

Penelitian studi kasus ini dilakukan dengan prinsip adil, baik dan hormat. Adil dilakukan dengan tidak membedakan objek penelitian, baik dilakukan dengan tidak menimbulkan kerugian pada objek penelitian, dan hormat dilakukan dengan meminta izin dan menjaga kerahasiaan pihak terkait.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil penelitian

Pada pemeriksaan uji silang serasi (*crossmatch*) menggunakan metode gel pada pasien transfusi berulang dengan golongan darah A+, sampel yang digunakan berupa plasma dan suspensi darah merah dari donor dan resipien. Pada uji mayor mereaksikan antara plasma pasien dengan sel darah merah donor. Uji minor mereaksikan plasma donor dengan sel darah merah pasien. Dan uji auto kontrol mereaksikan antara plasma pasien dengan sel darah merah pasien, ketiga uji tersebut dimasukan ke sumur gel masing-masing setelah di inkubasi dan sentrifugasi menimbulkan rekasi. Sel yang mengalami aglutinasi akan tertahan dibagian atas atau sepanjang kolom gel, sementara sel yang tidak bereaksi akan turun ke dasar mikrotube dan membentuk endapan (FDA, 2019). Kekuatan ikatan antara antigen dan antibodi dapat dinilai berdasarkan posisi aglutinasi sel darah merah dalam kolom gel setelah inkubasi dan sentrifugasi. Semakin kuat reaksi aglutinasi, semakin tinggi posisi sel darah merah yang teragregasi dalam gel, sedangkan reaksi lemah menunjukkan aglutinasi berada di bagian bawah kolom gel. Hasil diuraikan dan dapat dilihat pada tabel dibawah ini sebagai berikut :

Tabel 4.1 Hasil Pemeriksaan Crossmatch

Jenis Crossmatch	Hasil Pengamatan	Hasil	Keterangan
Mayor	Tidak Terdapat Aglutinasi	Negatif	Kompatibel
Minor	Aglutinasi Diatas, Sedikit Dibawah	+3	Inkompatibel
Auto Kontrol	Aglutinasi Diatas, Sedikit Dibawah	+3	Inkompatibel

Berdasarkan tabel hasil pemeriksaaan crossmatch diatas dapat dideskripsikan bahwa terdapat hasil inkompatibilitas pemeriksaan *crossmatch* dengan hasil negatif pada mayor. Sedangkan positif pada bagian minor dan auto kontrol dengan kadar keduanya +3, hasil tersebut disimpulkan inkompatibel dan tidak dapat didonorkan.

4.2. Pembahasan

Pada hasil pemeriksaan *crossmatch* menggunakan metode gel dengan golongan darah A+ didapatkan hasil kompatibel pada bagian mayor negatif, terdapat hasil inkompatibel pada bagian minor dan auto kontrol dengan kadar keduanya +3. Adanya hasil positif maka disimpulkan inkompatibel tidak cocok atau tidak dapat didonorkan. Terdapat perbedaan pandangan antara teori klasik dan praktik klinis mengenai interpretasi hasil uji minor dan auto kontrol. Menurut teori klasik, hasil uji mayor, minor, dan auto kontrol harus negatif agar transfusi dapat dilakukan. Namun, dalam praktik klinis, hasil positif pada uji minor dan auto kontrol tidak selalu mengindikasikan bahwa darah tidak dapat didonorkan.

Sejalan dengan penelitian Anita et al juga menyebutkan bahwa tipe inkompatibilitas yang banyak ditemukan pada penelitian ini adalah inkompatibilitas crossmatch minor dan auto kontrol. Terdapat inkompatibilitas crossmatch minor dan auto kontrol sebanyak 96,1%. Pada kondisi tertentu hasil tersebut dapat didonorkan (Aljannah, 2021).

Beberapa kondisi, seperti riwayat transfusi darah, penyakit autoimun, kelainan hematologi, kehamilan, serta infeksi seperti HIV/AIDS, hepatitis B, hepatitis C, dan sifilis, dapat menyebabkan terjadinya inkompatibilitas pada pemeriksaan uji silang (crossmatch). Selain itu, keberadaan autoantibodi, antibodi yang tidak teratur, konsumsi obat-obatan tertentu, dan pada pasien dengan golongan darah non-ABO juga dapat memicu terjadinya reaksi inkompatibilitas (Halim, 2020). Reaksi tersebut terjadi akibat interaksi antara antibodi dalam tubuh penerima dan antigen pada sel darah merah donor yang tidak sesuai, baik karena perbedaan golongan darah ABO atau adanya antibodi lain yang bereaksi dengan antigen pada sel darah merah donor

Inkompatibilitas pada minor kemungkinan mengandung alloantibodi dalam plasma donor, sedangkan inkompatibilitas pada auto kontrol kemungkinan terdapat autoantibodi pada plasma pasien. Dan pada pasien dengan riwayat transfusi berulang dapat menyebabkan inkompatibilitas crossmatch minor dan auto kontrol, karena transfusi berulang dapat menstimulasi respon imun sekunder dan peningkatan titer antibodi setelah transfusi yang dapat mempengaruhi hasil uji silang serasi pada bagian minor dan auto kontrol (Aljannah, 2021).

Hasil positif pada bagian minor dan auto kontrol bisa didonorkan. Reaksi ini dianggap kurang penting karena plasma donor tidak menyebabkan reaksi serius atau hanya menyebabkan reaksi hemolitik ringan hingga sedang, terutama jika antibodi pada donor lemah atau jumlahnya sedikit, seperti pada konsentrat sel darah merah, sehingga antibodi donor akan sangat diencerkan oleh plasma didalam sirkulasi darah resipien. Minor, auto kontrol positif dapat didonorkan dengan syarat apabila derajat positif pada minor sama atau lebih kecil di bandingkan derajat positif auto kontrol atau DCT maka darah boleh di keluarkan. Sebaliknya jika derajat positif minor lebih besar dari autokontrol atau DCT maka darah tidak boleh dikeluarkan. Ganti darah donor, lakukan *crossmatch* lagi sampai ditemukan positif pada minor sama atau lebih kecil dari pada autokontrol (Situmorang et al., 2023).

Uji minor dan auto kontrol untuk memastikan keakuratan dan keamanan jika terjadi inkompatibilitas dapat didonorkan. Uji minor untuk mendeteksi potensi risiko dari antibodi donor, auto kontrol untuk memastikan hasil uji mayor dan minor tidak terpengaruh oleh autoantibodi dalam sampel pasien. Namun jika keduanya positif maka hasil positif uji minor dengan auto kontrol positif, menunjukkan autoantibodi pasien bereaksi dengan sel darah merahnya sendiri, derajat positif uji minor yang setara atau lebih rendah dapat menandakan antibodi uji minor adalah autoantibodi dengan reaktivitas silang, sehingga potensi bahaya bagi resipien lebih rendah dibanding alloantibodi spesifik. Sehingga inkompatibilitas pada minor dan auto kontrol dapat ditransfusikan setelah

pemeriksaan DCT mengkonfirmasi adanya autoantibodi yang melekat pada sel darah merah pasien *in vivo* (P.Sari et al., 2024)

Hasil negatif pada uji ini merupakan salah satu syarat utama agar darah donor dapat dianggap aman untuk ditransfusikan. Pada uji mayor untuk mendeteksi adanya antibodi dalam serum atau plasma resipien yang dapat menyerang dan menghancurkan sel darah merah donor. Hasil negatif memastikan tidak ada antibodi yang signifikan dalam darah pasien yang akan bereaksi dengan antigen pada sel darah merah donor. Jika uji mayor positif (terjadi aglutinasi atau hemolisis), mengindikasikan adanya antibodi yang berpotensi menyebabkan reaksi hemolitik akut parah dan bahkan mengancam nyawa pasien setelah transfusi, sehingga hasil crossmatch positif mayor tidak boleh didonorkan (Kurniawan, 2021).

BAB V PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan mengenai penanganan inkompatibilitas *crossmatch* metode gel. Dapat disimpulkan bahwa hasil negatif pada bagian mayor dan positif pada minor dengan auto kontrol disebabkan karena pasien tersebut sering melakukan transfusi berulang. Penanganan inkompatibilitas minor dan auto kontrol yang dilakukan yaitu dengan cara melihat riwayat medis pasien, darah dapat didonorkan dengan catatan reaksi pada bagian minor tidak lebih kuat dari auto kontrol.

5.2. Saran

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan saran penulis yaitu jika terjadi kasus seperti ini lakukan pemeriksaan lanjutan seperti pemeriksaan DCT dan ICT agar aman saat akan melakukan transfusi dan meminimisir terjadinya reaksi transfusi sedang maupun besar.

DAFTAR PUSTAKA

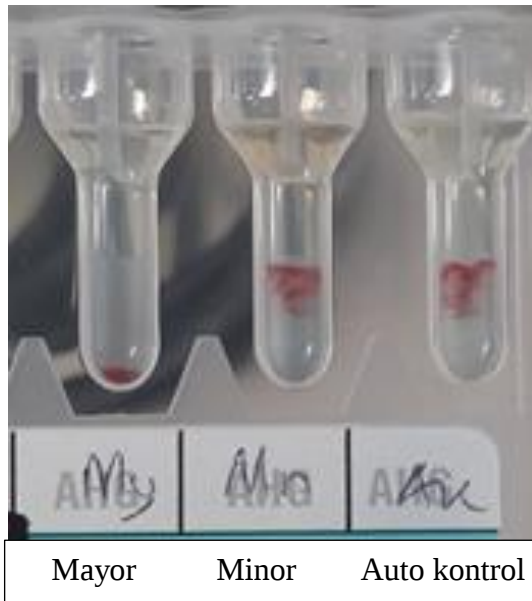
- Aliviameita, A. (2020). Buku Ajar Mata Kuliah Imunohematologi. Umsida Press, 1-148.
- Aljannah, N. F., & Supadmi, F. R. S. (2021). Incompatible Results on Matched Cross Test Examination. *Jaringan Laboratorium Medis*, 3(2), 77-82.
- Amalia, A., Hafy, Z., & Liana, P. (2021). Perbandingan Proporsi Antibodi Ireguler pada Pasien Multitransfusi dan Pasien Non Multitransfusi di UTD RSUP Dr. Mohammad Hoesin Palembang: Comparison of the Proportion of Iregular Antibodies in Multitransfusion and Non Multitransfusion Patients at UTD RSUP Dr. Mohammad Hoesin Palembang. *Jurnal Surya Medika (JSM)*, 7(1), 9-14.
- Arrosyada, A., & Nuha, F. K. (2023). PENGARUH WAKTU PENYIMPANAN SAMPEL DARAH RESIPIEN TERHADAP HASIL PEMERIKSAAN UJI SILANG SERASI (CROSSMATCH) METODE GEL TEST. *Prosiding Asosiasi Institusi Pendidikan Tinggi Teknologi Laboratorium Medik Indonesia*, 2, 136-146.
- Busch, M. P., Bloch, E. M., & Kleinman, S. (2019). Prevention of transfusion-transmitted infections. *Blood, The Journal of the American Society of Hematology*, 133(17), 1854-1864.
- Dewi, S. K. (2020). Prediksi Risiko Terjadi Reaksi Transfusi: Pelaksanaan Hemovigilance Pada Bank Darah Rumah Sakit (BDRS).
- FADILLAH, A., Marlina, N., Rohayati, R., & Noviar, G. (2023). PENGARUH SUHU DAN LAMA INKUBASI PEMERIKSAAN CROSSMATCH METODE GEL TEST PADA SPESIMEN DARAH PASIEN TALASEMIA. *Jurnal Kesehatan Siliwangi*, 4(1), 138-146.
- Hartati, D., Ananda, H. R., & Juraijin, D. (2024). Perbedaan Derajat Aglutinasi Pemeriksaan Golongan Darah Metode Tabung Berdasarkan Konsentrasi Suspensi Sel 5% Segera Periksa Dengan Lama Penyimpanan 5 Hari. *Journal Health Applied Science and Technology*, 2(1), 6-13.

- Infolabmed , (2019). Crossmatch Pada Transfusi Darah Metode Gel test, Prinsip, Cara Kerja dan Interpretasi Hasil.
- Kemendes, (2023). Petunjuk teknis pencegahan infeksi menular lewat transfusi darah (IMTDL) dan penatalaksanaan donor darah reaktif. Jakarta : kementerian kesehatan RI.
- Komandoko, G. (2013). Donor Darah terbukti Turunkan Risiko Penyakit Jantung & Stroke. MediaPressindo.
- Lestari, N. L. G. D. (2024). Metode Crossmatch pada Bank Darah Rumah Sakit. HARAPAN: Jurnal Ilmu Kesehatan dan Psikologi, 1(1), 18-27.
- Mauliyda, M., & Rahardjo, E. (2019). Penanganan Inkompatibilitas Darah pada Wanita Hamil yang Menderita Lupus Eritematosus Sistemik. JAI (Jurnal Anestesiologi Indonesia), 12(1), 39-44.
- Oktari, A., & Mulyati, L. (2022). Pengaruh Waktu Dan Suhu Penyimpanan Sampel Darah Terhadap Hasil Pemeriksaan Uji Silang Serasi (Cross Match). Journal of Indonesian Medical Laboratory and Science (JoIMedLabS), 3(2), 133-145.
- PERMENKES, (2015). Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 91 Tahun 2015 tentang Standar Pelayanan Transfusi Darah. Jakarta.
- Peronika, et al. (2022, May). Analisis Karakter Tokoh Dalam Novel Aku Mencintainya Mama Karya Fredy S. In Prosiding Seminar Nasional Pendidikan, Bahasa, Sastra, Seni, dan Budaya (Vol. 1, No. 1, pp. 46-59).
- Purwati, D., Rofinda, Z. D., & Husni, H. (2020). Karakteristik pasien transfusi darah dengan inkompatibilitas crossmatch di UTD RSUP Dr. M. Djamil Padang. Jurnal Kesehatan Andalas, 9(3), 308-312.
- Sari, N. P. Y. P., Samad, R., & Arif, M. (2024). Positive autocontrol minor incompatibility in pure red cell aplasia patient: A case report. Indonesian Journal of Blood and Transfusion, 2(2), 35-39.
- Sirait, F. E. T. (2019). Ujaran Kebencian, hoax dan perilaku memilih (studi kasus pada pemilihan presiden 2019 di Indonesia). Journal of Political Research, 16(2), 179-190.
- Siregar, R. A. (2019). Reaksi transfusi (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).

- Situmorang, P. R., Napitupulu, D. S., & Sibarani, A. (2023). ANALISIS INCOMPATIBLE PADA PEMERIKSAAN UJI SILANG SERASI (CROSS MATCHING) DENGAN METODE GEL TEST DI UTD PALANG MERAH INDONESIA KOTA MEDAN TAHUN 2023. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 4(3), 3169-3177.
- Suddock, JT, & Crookston, KP (2023). Reaksi transfusi. Dalam StatPearls [Internet] . StatPearls Publishing.
- Walzem, F. Pematangan Pertalian dan Kematian Sel Imunogenik (Vol. 3). Cambridge Stanford Books.
- Yolandri, Z. U. L. F. A. (2020). GAMBARAN HASIL UJI SILANG SERASI PADA DARAH PACKED RED CELL DI UNIT TRANSFUSI DARAH PMI KOTA PADANG (Doctoral dissertation, Universitas Perintis Indonesia).
- Yusuf, R. N., & Yola, N. (2021). Analisis Pemeriksaan Golongan Darah Donor Pada Metode Microplate Test. *Jurnal Kesehatan Saintika Meditory*, 4(1), 61-70.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi penelitian



Hasil *crossmatch* metode gel

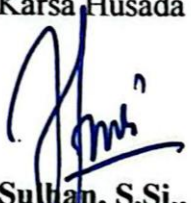
Lampiran 2. Lembar bimbingan

LEMBAR BIMBINGAN KARYA TULIS ILMIAH

Nama : Naila shiha
 NIM : K16E12014
 Pembimbing : Gina Nafsa Mutmainah, SST, M.Pd.
 Judul Penelitian : Penanganan Inkompatibilitas crossmatch metode gel

No	Tanggal	Materi Bimbingan	Tanda Tangan Pembimbing
1	10 Maret 2025	Pengajuan Judul	
2	21 Maret 2025	Pembahasan dan konsultasi judul	
3	25 Maret 2025	Pengumpulan dan bimbingan BAB 1	
4	27 Maret 2025	Pengumpulan revisi BAB 1	
5	1 April 2025	Revisi BAB 1 dan Acc BAB 1	
6	5 April 2025	Pengumpulan dan bimbingan BAB 2	
7	8 April 2025	Revisi BAB 2 dan Acc BAB 2	
8	10 April 2025	Pengumpulan dan bimbingan BAB 3	
9	15 April 2025	Revisi Bab 3 dan Acc Bab 3	
10	17 April 2025	Pengumpulan dan bimbingan bab 4,1	
11	23 April 2025	Revisi dan Acc Bab 4,1	
12	14 Mei 2025	Konsultasi Abstrak dan Revisi Abstrak	
13	15 Mei 2025	Pengumpulan Revisi Abstrak	
14			
15			
16			
17			
18			

Ketua Program Studi D3
 Teknologi Laboratorium Medis
 STIKes Karsa Husada Garut


M. Hadi Sulhan, S.Si., M.Sc.,
 NIP: 043298.1013.118

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Naila Shiha
Tempat, tanggal lahir : Garut, 14 Juli 2005
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Instagram : nailashiha_
Email : shihanaila@gmail.com
Nama Orang Tua :

- Ayah : Isep Sihabudin
- Ibu : Ai Rohayati



Riwayat Pendidikan

Tahun Tamat	Sekolah	Jurusan
2016	SDN 1 Cibunar	-
2019	SMPN 2 Tarogong Kaler	-
2022	SMK NU Al-farisi	Teknik Komputer Jaringan
2025	STIKes Karsa Husada Garut	Ahli Teknologi Laboratorium Medik

Penghargaan Selama Kuliah

1. Juara 1 Lomba Kaligrafi
2. Nilai tertinggi pertama semester 5

Pengalaman Praktik Kerja Lapangan

1. Klinik Cisanca
2. Puskesmas Leuwigoong
3. RSUD Prov. Jabar Al-ihsan Bandung