

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori

1. Gagal Ginjal Kronik

a. Definisi Gagal Ginjal Kronik

Penyakit ginjal kronik adalah kondisi progresif yang ditandai dengan perubahan struktural dan fungsional pada ginjal karena berbagai macam penyebab. Penurunan fungsi ginjal, perkiraan laju filtrasi glomerulus (eGFR) kurang dari 60 mL/min/1.73 m², atau tanda kerusakan ginjal seperti albuminuria, hematuria, atau anomali yang dapat dideteksi dengan tes laboratorium dan muncul setidaknya selama tiga bulan adalah definisi khas penyakit ginjal kronis (Zadeh, et al., 2021).

Ketika ginjal tidak dapat beroperasi secara normal atau membuang limbah dari tubuh, itu disebut gagal ginjal. Karena ekskresi ginjal menurun, bahan kimia yang biasanya dihilangkan dalam urin menumpuk dalam cairan tubuh dan mengganggu proses metabolisme endokrin, cairan elektrolit, dan keseimbangan asam-basa. Ketika fungsi ginjal menurun hingga tidak mampu menjaga keseimbangan cairan dan elektrolit dalam tubuh atau menyaring sisa metabolisme, kondisi tersebut dikenal dengan gagal ginjal. Pada akhirnya, gagal ginjal semakin parah dan menjadi tidak dapat disembuhkan (Hutagaol, 2017).

b. Epidemiologi

Sebanyak satu dari sepuluh orang di seluruh dunia menderita penyakit ginjal kronis, yang paling umum di Asia Selatan, Asia Tenggara, Amerika Selatan, dan Afrika. 956 ribu orang meninggal akibat penyakit ginjal kronis di dunia pada tahun 2013. Sekitar 753 juta orang menderita penyakit ginjal kronis pada tahun 2016, termasuk 336 juta pria dan 417 juta wanita. Penyakit ginjal kronis menyumbang 1,2 juta kematian setiap tahun di seluruh dunia. Penyebab penyakit ginjal kronik terbanyak adalah glomerulonefritis (238 ribu kasus), hipertensi (550 ribu kasus), dan diabetes melitus (418 ribu kasus) (Hasetidyatami dan Wikananda, 2019).

Menurut temuan Riskesdas (2018), terdapat 0,38 persen penduduk Indonesia berusia di bawah 15 tahun yang mengalami gagal ginjal kronis, meningkat dari 0,2% yang dilaporkan pada tahun 2013. Dengan peringkat prevalensi 1 tingkat lebih tinggi dari rata-rata nasional sebesar 0,39%, Lampung Provinsi menempati urutan ke-18 dari 34 provinsi Indonesia (Kemenkes, 2018).

c. Patogenesis

Patogenesis gagal ginjal kronis dimulai pada tahap awal penyakit, dan bergantung pada ginjal yang sakit dalam hal keseimbangan cairan, pengelolaan garam, dan penumpukan limbah. Tanda-tanda klinis gagal ginjal kronis mungkin tidak terlihat sampai fungsi ginjal kurang dari 25% normal, karena nefron sehat yang tersisa mengambil fungsi nefron yang cedera.

Nefron yang masih hidup mengalami hipertrofi dan meningkatkan laju filtrasi, reabsorpsi, dan sekresinya. Pekerjaan yang harus dilakukan nefron yang masih hidup menjadi lebih sulit karena lebih banyak nefron yang mati, menyebabkan kerusakan dan akhirnya kematian pada nefron ini juga. Permintaan nefron yang ada untuk meningkatkan reabsorpsi protein tampaknya terkait dengan tahap siklus kematian ini. Aliran darah ginjal menurun dan jaringan parut menumpuk ketika nefron secara bertahap berkurang. Dengan peningkatan asupan cairan, pelepasan renin juga akan meningkat, yang dapat menyebabkan hipertensi.

Gagal ginjal akan semakin parah akibat hipertensi, yang akan meningkatkan filtrasi protein plasma. Kondisi ini akan memburuk karena lebih banyak jaringan parut terbentuk sebagai respons terhadap kerusakan nefron dan fungsi ginjal secara bertahap menurun. Hal ini akan mengakibatkan manifestasi akumulasi metabolit yang harus dikeluarkan dari sirkulasi, menyebabkan sindrom uremia berat yang memiliki banyak manifestasi di setiap organ. tubuh. Memiliki gagal ginjal kronis dapat menyebabkan sejumlah masalah keperawatan. (Muttaqin & Sari, 2012, dalam Purba, 2021).

d. Gejala Klinis

Penyakit ginjal kronis dapat mengakibatkan terganggunya fungsi ginjal yang tidak terkelola dengan baik dan dapat berakibat buruk hingga kematian. Tanda dan gejala yang paling umum adalah:

- 1) Didalam urin terdapat darah, membuat urin berwarna gelap seperti teh (hematuria)
- 2) Urin seperti buih (albuminuria)
- 3) Urin keruh (infeksi saluran kandung kemih)
- 4) Terasa nyeri saat berkemih
- 5) Merasa sulit saat buang air kecil (tidak lancar)
- 6) Terdapat pasir/batu dalam urin
- 7) Ada peningkatan/penurunan produksi urin secara signifikan
- 8) Sering buang air kecil di malam hari (nokturia)
- 9) Merasakan nyeri di pinggang/perut
- 10) Terjadi pembengkakan pada pergelangan kaki, kelopak mata dan wajah
- 11) Terjadi hipertensi (Siregar, 2021)

e. Etiologi

Menurut Ariani (2016), penyakit gagal ginjal dapat disebabkan oleh hipertensi dan diabetes, diantaranya:

- 1) Gangguan ginjal pada diabetes

Kerusakan ginjal adalah potensi efek samping dari diabetes. Ketika kadar glukosa darah terlalu tinggi, kemampuan ginjal untuk menyaring limbah darah terpengaruh karena sistem penyaringan ginjal rusak. Penderita diabetes harus mengatur kadar glukosa mereka dengan makan makanan bergizi dan minum obat sesuai resep dokter untuk menghindari hal ini.

- 2) Gangguan ginjal pada hipertensi

Tekanan yang digunakan jantung untuk mendorong darah ke dalam arteri pada setiap detaknya dikenal sebagai hipertensi. Karena tekanan darah tinggi dapat merusak organ, penyakit ginjal dan tekanan darah sering dikaitkan. Fungsi filtrasi yang dilakukan oleh ginjal terhambat

oleh tekanan darah tinggi. Ginjal dirugikan oleh penyakit ini karena menekan pembuluh darah kecil mereka. Tekanan darah tinggi memiliki sembilan dari sepuluh alasan yang tidak diketahui, namun ada hubungan antara penyakit ini dan kesehatan umum seseorang, termasuk nutrisi dan gaya hidup. Orang yang terlibat dalam perilaku tertentu, seperti tidak aktif secara fisik, merokok, stres, kelebihan berat badan, minum alkohol dalam jumlah berlebihan, makan makanan yang kaya garam dan lemak, dan tidak mendapatkan cukup kalium dan vitamin D, lebih mungkin untuk mengembangkan hipertensi.

f. Perjalanan Klinis

Menurut Ariani (2016), ada beberapa stadium yang terjadi padapenyakit gagal ginjal yaitu:

1) Stadium I

Tahap paling ringan, yang disebut cadangan ginjal berkurang, adalah saat kesehatan ginjal masih prima. Pada titik ini, pasien bebas gejala, dan tes laboratorium serta fungsi ginjal masih dalam batas normal. Pada tahap ini, individu tanpa gejala memiliki laju filtrasi glomerulus, dan kadar kreatinin serum dan BUN (*Blood Urea Nitrogen*) berada dalam kisaran normal. Hanya beban kerja yang ketat, seperti tes konsentrasi urin yang berkepanjangan atau tes GFR (*Glomerular Filtration Rate*) komprehensif, yang dapat mengidentifikasi gangguan fungsi ginjal secara andal.

2) Stadium II

Tahap II, sering dikenal sebagai insufisiensi ginjal, ditandai dengan hilangnya lebih dari 75% jaringan fungsional, GFR normal 25%, dan hanya permulaan peningkatan kadar BUN di atas kisaran normal. Jumlah protein dalam makanan mempengaruhi kenaikan BUN ini. Tingkat kreatinin serum mulai naik di atas tingkat normal pada saat ini. Pasien mengalami *poliuria* dan *nokturia*, dengan rasio 3:1 atau 4:1 antara jumlah urin siang dan malam hari dan kreatinin 10 sampai 30 ml per menit.

Meskipun *poliuria* ringan dan jarang mencapai 3 liter per hari, seringkali lebih besar pada gangguan yang mempengaruhi tubulus. Ketika fungsi ginjal turun antara 5% dan 25%, anemia sering berkembang. Fungsi ginjal melemah secara signifikan dan gejala anemia muncul, tekanan darah meningkat dan fungsi pasien mulai terganggu.

3) Stadium III

Tahap ini adalah gagal ginjal tahap akhir, sering dikenal sebagai uremia. Ini terjadi akibat penghancuran 90% massa nefron, atau sekitar 200.000 nefron utuh. Kadar kreatinin mungkin serendah 5-10 ml/menit dan GFR 10% dari normal. Terlihat peningkatan uremia dan isosmosis urin yang signifikan. Karena ginjal sudah tidak mampu lagi menjaga keseimbangan cairan dan elektrolit tubuh, penderita gagal ginjal stadium akhir memiliki gejala yang cukup parah.

Meskipun proses penyakit pertama menargetkan tubulus ginjal, pasien sering menjadi *oliguria* atau buang air kecil kurang dari 500 per hari karena kegagalan glomerulus. Semua sistem tubuh dipengaruhi oleh sindrom uremik, sekelompok gejala dan perubahan biokimiawi yang dapat diobati dengan dialisis atau transplantasi ginjal.

g. Komplikasi

Pada penyakit gagal ginjal kronik, ada beberapa komplikasi yang dapat terjadi, yaitu sebagai berikut: (Menurut Parbowo 2014, dalam Kartikasari, 2018):

1) Penyakit tulang

Retensi fosfat, kadar kalsium darah rendah, metabolisme vitamin D yang tidak tepat, dan kadar aluminium yang tinggi semuanya dapat menyebabkan penyakit tulang.

2) Penyakit Kardiovaskuler

Ginjal yang rusak tidak dapat mengatur tekanan darah. Ini karena aldosteron (hormon yang mengatur tekanan darah) bekerja terlalu keras untuk mengalirkan darah ke ginjal. Jantung tegang karena memompa

lebih banyak darah, tekanan darah tinggi menyumbat arteri dan akhirnya berhenti bekerja, tekanan darah tinggi dapat menyebabkan masalah jantung yang serius.

3) Anemia

Anemia terjadi karena tubuh kekurangan eritrosit, sehingga sumsum tulang yang memiliki kemampuan membentuk darah juga semakin lama semakin berkurang.

4) Disfungsi Seksual

Penderita gagal ginjal kronis, terutama pria, terkadang cepat lelah dan kehilangan minat untuk berhubungan seks.

h. Pemeriksaan Laboratorium dan Diagnostik

1) Pemeriksaan Laboratorium

Pada penderita gagal ginjal kronik, pemeriksaan laboratorium yang dilakukan ada 2 pemeriksaan yaitu pemeriksaan darah dan urin. Tes darah dilakukan untuk mengidentifikasi gangguan kesehatan yang disebabkan oleh gangguan fungsi ginjal. Tes urinalisa juga dilakukan untuk mendeteksi kemungkinan adanya penyakit di dalam tubuh dengan menggunakan urin seperti eritrosit, leukosit, protein dan penyebab infeksi serta urinalisa 24 jam untuk mengetahui kandungan kreatinin dan protein.

a. Pemeriksaan Darah

Kadar kreatinin dan ureum dalam darah diukur menggunakan tes darah. Peningkatan kadar kreatinin dan ureum dalam darah menandakan gangguan fungsi ginjal. Kadar kreatinin serum dan nitrogen darah dapat digunakan untuk mengukur kapasitas ginjal untuk menyaring darah. Rasio BUN terhadap kreatinin yang diizinkan adalah 10-15:1. Perbandingan $> 20:1$ keadaan peningkatan atau penurunan produksi urea. Konsumsi protein tinggi, berkurangnya suplai darah ke ginjal, perdarahan dari saluran pencernaan bagian atas, infeksi ginjal, luka operasi, dan trauma obat semuanya menyebabkan peningkatan kadar urea. Penurunan fungsi ginjal menyebabkan akumulasi kreatinin di dalam darah.

Hasil urinalisa dengan kadar kreatinin yang tinggi menunjukkan bahwa orang tersebut menderita penyakit ginjal kronis tingkat lanjut.

b. Pemeriksaan Urin

Analisis urin dilakukan untuk menentukan seberapa baik ginjal berfungsi. Urinalisis rutin (urinalisis) meliputi pemeriksaan mikroskopis untuk menemukan eritrosit dan leukosit serta analisis kimia untuk menemukan protein, kreatinin, karbohidrat, dan keton. Sel darah dan albumin, sejenis protein, dapat menjadi indikator kerusakan ginjal dalam urin.

2) Pemeriksaan Diagnostik

Pemeriksaan lanjutan dilakukan untuk mencari penyakit ginjal. pencitraan, pemeriksaan radiografi, dan tes biopsi ginjal dilakukan. Pemeriksaan ini dilakukan karena alasan tertentu dan atas anjuran dokter. Gambaran ukuran ginjal, lokasi, dan adanya obstruksi atau penyakit ginjal dapat diperoleh dari data radiologis. Jenis pemeriksaan ini meliputi foto polos abdomen, rontgen, USG, CT scan dan lainnya. Biopsi ginjal dilakukan dengan mengambil sampel jaringan ginjal untuk diperiksa dibawah mikroskop. Prosedur ini dilakukan untuk memastikan diagnosis dan mengevaluasi hasil pengobatan (Siregar, 2020).

2. Hemodialisa

a. Definisi Hemodialisa

Hemodialisa adalah prosedur yang membersihkan darah dari akumulasi produk limbah. Hemodialisa digunakan pada pasien dengan penyakit ginjal stadium akhir atau mereka yang tiba-tiba sakit dan memerlukan dialisis jangka pendek. Hemodialisa bukanlah obat untuk penyakit ginjal kronis, melainkan pengobatan pengganti fungsi ginjal yang membersihkan darah dari berbagai zat sisa yang tidak dapat dikeluarkan oleh pasien secara alami (Fitriani, dkk., 2020).

Tujuan dari hemodialisa adalah untuk menggantikan fungsi ginjal yaitu dengan membuang produk limbah dari metabolisme

tubuh, membuang kelebihan cairan dan menstabilkan keseimbangan hemostatik tubuh untuk memungkinkan pasien hemodialisis meningkatkan kualitas hidup mereka. (Siregar, 2021).

Ada tiga prinsip yang mendasari cara kerja hemodialisis, yaitu (Zuliani, dkk., 2021):

1) Difusi

Racun dan limbah dalam darah disalurkan melalui proses difusi. Cairan dialisis transfusi dengan konsentrasi lebih rendah dari darah yang sangat pekat. Elektrolit penting dengan konsentrasi ekstraseluler yang tepat terdapat dalam larutan dialisis. Pengaturan rendaman dialisis dapat digunakan untuk mengatur kadar elektrolit darah.

2) Osmosis

Osmosis adalah prosedur yang menghilangkan air ekstra. Jumlah air yang dihilangkan dapat diubah dengan menerapkan gradien tekanan. Air mengalir dari benda bertekanan lebih besar ke benda bertekanan lebih rendah (cairan dialisis).

3) Ultrafiltrasi

Pada peralatan dialisis, menaikkan tekanan negatif menghasilkan gradien tekanan yang lebih tinggi. Proses ini dikenal sebagai ultrafiltrasi. Untuk instrumen ini, tekanan negatif diterapkan untuk meningkatkan penilaian air dan penyerapan membran. Untuk mencapai isovolemia, maka harus memiliki kekuatan ini (keseimbangan cairan).

b. Tujuan Hemodialisa

Menurut Nian dan Dhina (2016), tujuan dilakukannya hemodialisa sebagai berikut :

- 1) Menggantikan fungsi ginjal dalam fungsi ekskresi, yaitu pembuangan produk limbah dalam tubuh, seperti urea, kreatinin dan produk limbah lainnya.
- 2) Menggantikan peran ginjal dalam mengeliminasi cairan tubuh yang pada saat ginjal dalam keadaan baik harus dikeluarkan sebagai urin.

- 3) Meningkatkan kualitas hidup penderita gagal ginjal
- 4) Mengembalikan fungsi ginjal sambil menunggu intervensi medis tambahan.

c. Komplikasi Hemodialisa

Selama dilakukan tindakan hemodialisa seringkali ditemukan komplikasi yang terjadi, antara lain (Nian dan Dhina, 2016):

1) Kram Otot

Kram otot biasanya muncul di tengah proses hemodialisis hingga akhir hemodialisis. Kram otot sering terjadi ketika ultrafiltrasi (penarikan cairan) dengan volume yang besar dan dilakukan dengan cepat.

2) Hipotensi

Dialisat asetat, natrium dialisat rendah, penyakit jantung aterosklerotik, neuropati otonom, dan kelebihan cairan semuanya dapat menyebabkan hipotensi.

3) Aritmia

Aritmia pada pasien hemodialisis dipengaruhi oleh hipoksia, hipotensi, penghentian obat antiaritmia selama dialisis, dan penurunan mendadak serum kalsium, magnesium, kalium, dan bikarbonat.

4) Sindrom Ketidakseimbangan Dialisa

Penyebab utama dari sindrom ketidakseimbangan dialisis dianggap osmotik otak yang berbeda dan eliminasi urea yang lebih cepat dari darah, yang menciptakan gradien osmotik antara kedua kompartemen. Air memasuki otak hanya karena gradien osmotik ini, mengakibatkan edema otak. Kondisi ini jarang terjadi dan sering menyerang individu yang menerima putaran pertama hemodialisis yang menderita azotemia parah.

5) Hipoksemia

Pada pasien dengan gangguan fungsi kardiopulmoner, pengendalian hipoksemia selama hemodialisis sangat penting.

6) Perdarahan

Uremia memperburuk fungsi trombosit, dan waktu perdarahan dapat digunakan untuk mengukur fungsi trombosit itu sendiri. Penggunaan heparin selama hemodialisis meningkatkan risiko perdarahan.

7) Gangguan Pencernaan

Mual dan muntah yang diinduksi hipoglikemia adalah penyakit neurologis yang sering terjadi. Sakit kepala dan penyakit urologis bersamaan.

8) Infeksi atau peradangan bias terjadi pada vaskuler

Gumpalan darah dapat disebabkan oleh dosis heparin yang tidak mencukupi atau aliran darah yang lambat.

3) Pelayanan Darah

a. Definisi Pelayanan Darah

Pelayanan transfusi darah adalah upaya pelayanan kesehatan yang meliputi perencanaan, pengerahan dan pelestarian pendonordarah, penyediaan darah, pendistribusian darah, dan tindakan medis pemberian darah kepada pasien untuk tujuan penyembuhan penyakit dan pemulihan kesehatan (Permenkes, 2015).

Darah dan produk darah memegang peranan penting dalam pelayanan kesehatan. Ketersediaan, keamanan dan kemudahan akses terhadap darah dan produk darah harus dapat dijamin. Terkait dengan hal tersebut, sesuai dengan *World Health Assembly (WHA) 63.12 on Availability, safety and quality of blood products*, bahwa kemampuan untuk mencukupi kebutuhannya sendiri atas darah dan produk darah (*self sufficiency in the supply of blood and blood products*) dan jaminan keamanannya merupakan salah satu tujuan pelayanan kesehatan nasional yang penting (Permenkes, 2015).

b. Pengambilan Darah

Komponen darah dan metode yang dicatat dan mematuhi CPOB untuk unit suplai darah disebut pengambilan darah. Bahaya kontaminasi

komponen oleh bakteri atau mikroorganisme lain harus dikurangi melalui rancangan dan penerapan prosedur.

Protokol terverifikasi dan terdokumentasi harus diikuti saat mengambil sampel darah lengkap. Sebelum menusuk pembuluh darah donor, identitas donor harus diverifikasi. Setiap detail yang dikumpulkan selama pengambilan darah yang mungkin mempengaruhi kualitas harus didokumentasikan. Sistem kantong darah yang tepat harus dipilih, dan setiap kerusakan, perubahan warna, atau kelembapan harus diperiksa. Tusukan vena harus dilakukan secara aseptis setelah tusukan dibersihkan. Antikoagulan harus ditambahkan ke dalam darah sebelum pencampuran. Donor darah yang berlangsung lebih dari 15 menit tidak dapat digunakan untuk membuat komponen darah yang kompatibel dengan transfusi, dan sumbangan yang berlangsung lebih dari 20 menit harus dibuang. Tabung kantong darah harus ditutup secara aseptis setelah selesai, dan isinya harus ditarik ke dalam kantong utama secepat mungkin. Pada saat donor darah, sampel darah harus dikumpulkan untuk dianalisis. Seperangkat label bernomor yang digunakan untuk mengidentifikasi setiap donor dan komponen terkait, sampel, kertas kerja, dan dokumen lain dari darah yang diberikan harus dikontrol menurut protokol tertentu. Semua nomor yang tidak digunakan harus dibuang di samping tempat tidur donor, dan label nomor yang digunakan dan nomor yang tersisa harus cocok. Sebelum donor meninggalkan tempat tidur, pemeriksaan terakhir harus dilakukan terhadap lembar kerja, suku cadang, sampel dan label. Lembar kerja, komponen, dan sampel harus ditangani sesuai dengan protokol tertulis untuk melindungi privasi donor dan integritas darah dan sampel yang diberikan. Protokol yang menguraikan langkah-langkah yang harus dilakukan jika tusukan vena atau donor darah tidak berhasil harus ada. Langkah-langkah ini harus mencakup kemungkinan tusukan vena kedua dan tindak lanjut pada bahan yang telah diberi label (Permenkes, 2015).

c. Penyimpanan Darah

Aspek penting untuk menjaga kualitas produk darah dan komponennya adalah transportasi dan penyimpanannya dari saat

pengambilan darah hingga pemberian transfusi. Proses ini memastikan agar produk darah dan komponennya dapat berfungsi dengan baik yaitu untuk meningkatkan status hematologis penerima (Hardwick, 2020).

Penyimpanan darah yang dilakukan secara *in vitro* adalah upaya untuk mengurangi perubahan yang terjadi saat darah disimpan. Untuk menjaga kualitas donor yang baik, harus diperhatikan kondisi penyimpanan darah secara *in vitro*. (Maharani dan Noviar, 2018).

Syarat-syarat Penyimpanan Darah Secara *Invitro*

Cara penyimpanan darah secara *invitro* harus dapat memenuhi syarat-syarat, sebagai berikut:

- a) Harus mempertahankan sel darah tetap hidup.
- b) Harus mempertahankan sel darah tetap berfungsi

Temperatur dan pengawet merupakan faktor penting yang harus diperhatikan dalam penyimpanan darah secara *invitro*. Dalam perkembangannya, pengawet harus dipakai untuk menyimpan darah dalam bentuk cair dengan tujuan agar masa simpan darah *invitro* dapat diperpanjang.

d. Pengolahan Darah

Pengolahan darah adalah suatu proses dimana komponen darah dipisahkan menjadi komponen darah yang siap pakai sesuai dengan prosedur tertentu. Komponen darah adalah bagian dari darah yang dipisahkan dengan cara fisik/mekanis tanpa penambahan bahan kimia (dengan pelapisan/pengulangan), tetapi turunan darah/plasma dipisahkan dengan cara kimia yaitu dengan menambahkan bahan kimia pada proses produksi. (Maharani dan Noviar, 2018).

Pengolahan darah harus dilakukan secara prosedur dan dilakukan dengan cara yang mencegah kesalahan dan meminimalisir risiko kontaminasi komponen darah (Permenkes, 2015).

Pada pemisahan komponen darah harus dilakukan secara aseptik dengan menggunakan kantong darah ganda, kantong darah triple ataupun kantong darah quadtriple dan juga kantong darah tunggal dengan “transfer bag” (Maharani dan Noviar, 2018).



Sumber: Maharani dan Noviar, 2019

Gambar 2.1 Kantong Darah Triple dan Quadriple

Pada proses pemisahan darah dapat menggunakan dua cara yaitu dengan memakai alat otomatis dan manual. Untuk alat otomatis biasanya menggunakan kantong darah yang 450 mL sedangkan untuk alat manual menggunakan kantong darah 350 mL.

1) Komponen Darah

Komponen darah dibagi menjadi beberapa macam, antara lain:

a. *Whole Blood* (Darah Lengkap)

Whole blood (darah lengkap) ini adalah cairan yang terdiri dari beberapa jenis sel darah dan plasma, cairan kekuningan. 450 mL darah dan 63 mL antikoagulan membentuk satu unit darah lengkap. Nilai hematokrit untuk darah lengkap berkisar antara 36-44% dan dipertahankan antara 2 dan 6 oC. Kandungan oksigen dan volume darah keduanya meningkat oleh semua komponen darah. Kelemahan menggunakan darah lengkap adalah potensi penumpukan cairan.

a) *Packed Red Cell* (PRC)

Kandungan utama PRC adalah sel darah merah yang mengandung nilai hematokrit sebanyak 70%. Sel darah merah pekat (PRC) berguna untuk meningkatkan jumlah eritrosit juga berguna untuk mengurangi volume transfusi, memungkinkan transfusi cocok serasi tidak identik ABO pada keadaan darurat (seperti PRC: golongan darah O). Jika PRC dibuat dengan sistem terbuka, maka masa simpannya adalah 24 jam, sedangkan jika PRC dibuat dengan sistem tertutup, maka masa simpan darah lengkap asalnya.

b) *Washed Red Cell* (WRC)

Washed red cell adalah komponen darah yang diperoleh dengan mencuci PRC sebanyak dua sampai tiga kali sampai tidak ada lagi plasma yang tersisa. Produk harus digunakan dalam waktu 24 jam karena prosedur pencucian dilakukan dengan sistem terbuka. Obat ini dirancang untuk mereka yang memiliki alergi parah yang disebabkan oleh transfusi darah yang sering. Kemungkinan infeksi sekunder yang berkembang selama prosedur dan umur simpan yang pendek adalah kelemahan sel darah merah yang dicuci (4-6 jam) (Maharani & Noviar, 2018)

Pencucian PRC dibagi dua cara , yaitu :

- 1) Cara manual :
 - a) Menggunakan kantong cuci (*washing bag*)
 - b) Tambahkan NaCl 0,9% ke dalam kantong darah yang akan dicuci sampai penuh melalui slang 1
 - c) Putar 1500 xG selama 30 menit atau 4850 xG selama 3 menit
 - d) Buang supernatant melalui slang 2
 - e) Ulangi prosedur sampai 3 kali melalui slang 3, 4, dan seterusnya
 - f) Tinggalkan supernatant sampai hematokrit 70%
- 2) Dengan mesin:
 - a) Masukkan PRC ke dalam mangkok khusus
 - b) Putar
 - c) Alirkan NaCl 0.95% secara terus menerus
 - d) Supernatant dibuang
 - e) PRC yang telah dicuci dipindahkan ke dalam kantong darah dengan hematokrit 70%

c) *Thrombocyte Concentrate* (TC)

Komponen darah yang disebut konsentrasi trombosit sebagian besar terdiri dari trombosit, yang memiliki volume sekitar 50 mL, masa simpan 3 hari tanpa pengocokan dan 5 hari dengan

pengocokan. Pasien dewasa dengan jumlah trombosit pasca transfusi yang lebih tinggi, yang biasanya berkisar antara 5.000 hingga 10.000/L, dapat memperoleh manfaat dari TC. Biduran (urtikaria), menggigil, demam, vaksinasi, dan antigen trombosit donor adalah efek samping yang mungkin terjadi setelah transfusi trombosit yang sensitif (Maharani dan Noviar, 2018).

d) *Fresh Frozen Plasma* (FFP)

Fresh Frozen Plasma adalah komponen cair unit, yang dikumpulkan dalam 6–8 jam, dibekukan, dan disimpan pada suhu –18°C. FFP memiliki masa penyimpanan hingga satu tahun dan tersedia dalam jumlah mulai dari 150 mL hingga 220 mL. Ketika faktor pembekuan pekat atau ctiopressipitate tidak tersedia, plasma beku segar dapat digunakan untuk meningkatkan faktor pembekuan yang labil. dalam waktu 6 jam setelah pencairan, ditransfusikan. Pemberian FFP menyebabkan urtikaria, menggigil, demam, dan hipervolemia (Maharani & Noviar, 2018).

e) *Cryoprecipitate*

Cryoprecipitate diproses dari FFP untuk menghasilkan bagian plasma yang dingin dan tidak larut. Faktor pembekuan VIII, faktor pembekuan XIII, faktor non-willebrand, dan fibrinogen adalah komponen utama kriopresipitat. *Cryoprecipitate* memiliki umur simpan satu tahun dan suhu penyimpanan -18oC atau lebih rendah. Setelah mencair, *cryoprecipitate* harus ditransfusikan dalam waktu enam jam. Pengobatan perdarahan ringan hingga sedang pada pasien penyakit von Willebrand dimungkinkan dengan penggunaan *cryoprecipitate* (Maharani & Noviar, 2018).

e. Pemeriksaan Pra Transfusi

Pemeriksaan pra transfusi adalah suatu rangkaian prosedur pemeriksaan mencocokkan darah resipien dan darah donor yang diperlukan sebelum darah diberikan kepada resipien. Tujuan pemeriksaan

ini untuk memastikan ada tidaknya alloantibody pada darah resipien yang akan bereaksi dengan darah donor bila ditransfusikan (Permenkes, 2015).

Ada beberapa pemeriksaan pra transfusi sebagai berikut:

1) Pemeriksaan Golongan Darah ABO dan Rhesus

Pada pra transfusi, pemeriksaan golongan darah ABO dan rhesus merupakan tahapan minimal yang harus dikerjakan (Mulyantari,2019). Pemeriksaan golongan darah memegang peranan penting dalam dunia transfusi darah, terutama dalam proses pemberian darah donor kepada pasien (Nugraha & Badrawi, 2018).

Golongan darah A, B, AB, dan O membentuk empat golongan darah yang membentuk sistem golongan darah ABO. Ekspresi Ag A dan/atau Ag B pada sel darah merah, serta adanya Ab A atau B dalam serum atau plasma merupakan penanda golongan darah ABO (Maharani & Noviar, 2019).

Klasifikasi Rhesus, selain klasifikasi ABO, adalah golongan darah yang penting untuk diperiksa sebelum transfusi darah. Ada dua kategori dalam klasifikasi Rhesus ini: Rhesus Positif dan Rhesus Negatif. Orang dengan rhesus positif memiliki sel darah merah yang mengandung antigen D, sedangkan orang dengan rhesus negatif memiliki sel darah merah yang tidak memiliki antigen D (Yusuf, et al., 2021).

Pemeriksaan golongan darah dapat dilakukan dengan beberapa metode secara manual yakni *slide test*, *tube test*, dan *microplate test*. Namun ada beberapa metode lain yang sudah dikembangkan yaitu dikerjakan secara otomatis antara lain, *column technique* dan *solid phase test* (Mulyantari & Yasa, 2016).

Masalah klinis termasuk ketidakcocokan sistem golongan darah ABO dan Rhesus yang mungkin diakibatkan oleh transfusi darah dari golongan yang tidak kompatibel, serta berbagai respons transfusi imunologis. Respons transfusi yang serius dan kematian terkait bekuan darah dapat terjadi akibat transfusi orang yang salah

dengan golongan darah yang salah karena ketidakcocokan dalam sistem golongan darah (Menurut Suminar, 2011, dalam Erawati, et al., 2020).

2) Pemeriksaan Infeksi Menular Lewat Transfusi Darah (IMLTD)

Uji Saring Infeksi Menular Lewat Transfusi Darah (IMLTD) bertujuan untuk menghindari risiko penularan infeksi dari donor kepada pasien yang merupakan bagian kritis dari proses penjaminan bahwa transfusi dilakukan dengan cara seaman mungkin. Pemeriksaan IMLTD terhadap infeksi paling sedikit wajib ditujukan untuk deteksi Hepatitis B, Hepatitis C, HIV dan Sifilis. Uji saring infeksi menular lewat transfusi darah pada infeksi lain seperti Malaria dan lainnya tergantung prevalensi infeksi di daerah masing-masing (Djirimu, 2020).

Penularan penyakit ini mayoritas terjadi melalui kontak dengan luka terbuka, aktivitas seksual, transfusi darah, obat atau jarum suntik, darah ibu vertikal ke janin melalui perinatal, infeksi intrauterin, dan ASI (Akbar, et al., 2020).

Prinsip dan standar tes skrining IMLTD harus ditentukan dengan teknik yang bervariasi agar dapat menjadi rekomendasi untuk setiap unit layanan darah karena metode tes skrining darah yang berbeda sekarang telah ditetapkan dan diterapkan untuk setiap unit layanan darah. Metode Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA) atau dikenal juga dengan metode Enzyme Immuno Assay (EIA) atau metode Chemiluminescence Immuno Assay (CHLIA) merupakan metode uji skrining IMLTD yang telah dikembangkan dan digunakan secara nasional. Metode yang sedang dikembangkan saat ini adalah deteksi asam nukleat dari agen infeksi, khususnya metode Nucleic Acid Amplification Testing (NAT) (Supadmi & Purnamaningsih, 2019).

3) Pemeriksaan *Crossmatch*

Pencocokan silang adalah tes pra-transfusi yang melibatkan sejumlah langkah untuk mencocokkan darah pasien dengan darah donor yang diperlukan sebelum pasien diberikan darah. Tes ini bertujuan untuk menentukan apakah pasien memiliki alloantibodi yang mungkin bereaksi dengan darah yang disumbangkan saat ditransfusikan (Permenkes, 2015).

Tes silang yang kompatibel adalah pemeriksaan yang menggunakan teknik yang dapat menunjukkan ketidakcocokan sistem ABO dan adanya antibodi substansial terhadap antigen eritrosit dan juga mencakup tes antiglobulin, menurut kriteria American Association of Blood Banks (AABB) (Mulyantari & Yasa, 2016). Ada dua cara untuk melakukan pemeriksaan *crossmatch* yaitu teknik gel dan teknik tabung. 2022) (Oktari & Mulyati.)

Pemeriksaan *Crossmatch* memiliki tiga tujuan yaitu untuk mendeteksi antibodi tak terduga dalam serum pasien yang dapat mempersingkat masa hidup eritrosit donor atau menghancurkan eritrosit donor, dan untuk melakukan pemeriksaan akhir setelah tes kompatibilitas golongan darah ABO untuk memastikan bahwa darah yang akan ditransfusikan untuk pasien adalah kompatibel (Jumiati, 2020).

1) Prinsip *Crossmatch*

Prinsip dasar pemeriksaan *crossmatch* adalah dengan mencampurkan plasma resipien dengan sel darah donor yang akan menghasilkan reaksi aglutinasi jika pada antigen sel darah merah donor tidak cocok dengan antibody pada plasma pasien. Pada pemeriksaan *crossmatch* terdapat 2 prosedur yaitu mayor dan minor. Mayor *crossmatch* yaitu menguji reaksi antara serum resipien dengan sel darah merah donor sedangkan minor *crossmatch* yaitu menguji reaksi antara serum donor dengan sel darah merah resipien (Maharani & Noviar, 2018).

2) Metode *Crossmatch*

a) Pemeriksaan *Crossmatch* Metode Tabung

Pemeriksaan *crossmatch* dengan metode tabung dapat dilakukan untuk *crossmatch* mayor maupun *crossmatch* minor. *Crossmatch* mayor merupakan reaksi antara serum/plasma pasien dengan suspensi sel donor, sedangkan *crossmatch* minor adalah reaksi antara serum/plasma donor dengan suspensi sel pasien (Mulyantari, 2019). Prinsip pemeriksaan *crossmatch* dengan metode tabung adalah sel donor dicampur dengan serum pasien (mayor) dan sel penerima dicampur dengan serum donor (minor) dalam bovine albumin 22%, sehingga akan terjadi aglutinasi atau gumpalan dan hemolysis jika golongan darah tidak cocok. Sel dan serum kemudian diinkubasi selama 15-30 menit untuk memungkinkan antibodi menempel pada permukaan sel, kemudian ditambahkan serum antiglobulin dan jika pasien memiliki antibodi dengan sel darah merah donor maka akan terbentuk gumpalan (Jumiati, 2020).

Pemeriksaan *crossmatch* metode tabung dilakukan dalam 3 fase yaitu Fase I, Fase II, dan Fase III. Fase I merupakan fase pada suhu ruang (20°C-25°C) dalam garam fisiologis atau NaCl yang bertujuan untuk mendeteksi antibodi komplet yang bersifat IgM (cold antibody). Fase II adalah fase inkubasi (37°C) pada medium bovine albumin, pada fase ini antibodi inkomplet dapat berikatan dengan sel darah merah. Fase III adalah fase antiglobulin test yaitu semua antibodi inkomplet yang terikat pada sel darah merah (pada fase II) akan beraglutinasi (positif) setelah ditambahkan dengan *Coombs serum* (Maharani & Noviar, 2018).

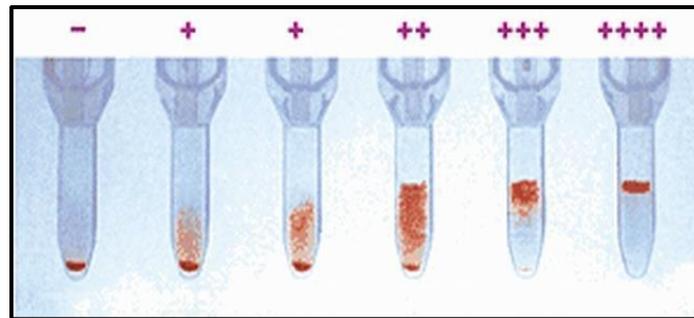
b) Pemeriksaan *Crossmatch* Metode Gel Test

Pemeriksaan *crossmatch* dengan metode gel test merupakan pengembangan dari pemeriksaan *crossmatch* metode tabung. Pada prinsipnya coomb's card yang digunakan dalam pengujian *crossmatch* mengandung gel (sephadex G 100) dan sejenis protein pada bagian permukaan microtubanya yang berfungsi sebagai media reaksi antara antigen-antibodi dalam sel darah dan serum/plasma. Selain protein tersebut, pada microtube juga mengandung gel yang berfungsi sebagai filter, apabila terjadi aglutinasi antara suspensi sel darah dengan serum/plasma maka aglutinasi yang terbentuk tidak dapat menembus kebawah melalui lapisan gel karena terbentuk kompleks partikel yang besar (tergantung dari derajat aglutinasi) dan sebaliknya (Oktari & Mulyati, 2022).

Metode gel test memiliki banyak keunggulan dibandingkan metode tabung. Selain menghemat waktu pemeriksaan, proses tes juga lebih sederhana dan hasilnya lebih mudah dibaca. Tidak ada proses pencucian dan penambahan *Coomb's Control Cell* atau CCC (Mulyantari & Yasa, 2016).

Prinsip dari pemeriksaan *crossmatch* metode gel test ini adalah sejumlah volume suspensi sel darah merah dan serum/plasma dari donor dan pasien dimasukkan ke dalam *microtube*, setelah itu dilakukan proses inkubasi dan sentrifugasi. Tahap inkubasi akan memberi kesempatan antigen pada permukaan eritrosit berikatan dengan antibodi pada serum/plasma sehingga membentuk aglutinasi. Pada tahap sentrifugasi, sel dengan aglutinasi yang kuat akan melekat pada bagian atas matrik gel sedangkan sel dengan aglutinasi yang lemah akan bergerak ke bagian bawah matrik gel. Jika tidak terjadi aglutinasi, maka semua sel akan mengendap di dasar matrik gel (McCullough, 2017).

Interpretasi dari hasil pemeriksaan *crossmatch*, yaitu:



Sumber: slideToDoc.com/pemeriksaan laboratorium sebelum transfuse darah dan pada reaksi/Ervida/2012

Gambar 2.2 Interpretasi Hasil *Crossmatch*

Keterangan:

- (4+) : Aglutinasi sel darah merah membentuk garis di atas *microtube* gel
- (3+) : Aglutinasi sel darah merah kebanyakan berada diatas setengah dari *microtube* gel
- (2+) : Aglutinasi sel darah merah terlihat di sepanjang *microtube* gel
- (1+) : Aglutinasi sel darah merah berada di bawah setengah dari *microtube* gel
- (-) : Aglutinasi semua sel darah merah lolos dibagian bawah *microtube* gel

Table 2.1. Interpretasi Hasil *Crossmatch*

NO.	Mayor	Minor	AC/DCT	Kesimpulan	Keterangan
1	Negatif	Negatif	Negatif	<i>Compatible</i>	Darah dapat keluar
2	Positif	Negatif	Negatif	<i>Incompatible</i>	Ganti darah donor
3	Negatif	Positif	Negatif	<i>Incompatible</i>	Ganti darah donor
4	Negatif	Positif	Positif	<i>Incompatible</i>	Darah keluar apabila minor lebih kecil atau sama dengan AC/DCT dengan persetujuan dari dokter
5	Positif	Positif	Positif	<i>Incompatible</i>	Darah tidak keluar

Sumber: SPO PMI, 2019.

Keterangan:

1) Mayor, Minor, AC : Negatif

Darah pasien cocok dengan darah pendonor, sehingga darah dapat diberikan kepada pasien.

2) Mayor : Positif, Minor : Negatif, AC : Negatif

Periksa kembali golongan darah pasien dan donor, kemudian periksa DCT pada donor, jika hasil positif darah donor tersebut harus dibuang karena akan positif bila *crossmatch* mayor. Jika golongan darah sudah sama dan DCT donor negatif maka kemungkinan pada darah pasien terdapat alloantibodi.

3) Mayor : Negatif, Minor : Positif, AC : Negatif

Terdapatnya alloantibodi pada serum/plasma donor. Solusinya yaitu memberikan PRC atau ganti dengan darah donor lain, jika yang diperlukan adalah plasma, trombosit, Whole Blood (WB) kemudian lakukan *crossmatch* ulang.

4) Mayor : Negatif, Minor : Positif, AC : Positif

Dilakukan Coomb's test pada pasien. Apabila DCT : Positif, hasil positif pada minor dan autokontrol berasal dari autoantibodi. Apabila derajat positif pada minor lebih besar dibandingkan derajat positif pada autokontrol atau DCT, darah tidak boleh dikeluarkan. Ganti darah donor, lakukan *crossmatch* lagi sampai ditemukan positif pada minor atau lebih kecil dibandingkan autokontrol atau DCT.

5) Mayor, Minor, AC : Positif

Cek kembali golongan darah pasien maupun donor baik dengan cell grouping maupun back typing, pastikan tidak ada kesalahan golongan darah. Hasil positif pada minor kemungkinan berasal dari autoantibodi pada pasien. Sedangkan positif pada mayor yang disebabkan oleh alloantibodi pada serum pasien. Jika memungkinkan,

lanjutkan pemeriksaan dengan screening dan identifikasi antibodi.

3) *Crossmatch* Inkompatibel

Darah Inkompatibel adalah darah resipien yang pada uji *crossmatch* memberikan hasil ketidakcocokan dengan darah donor, dengan demikian darah donor tidak dapat ditransfusikan, sehingga perlu dilakukan pemeriksaan lanjutan untuk mencari penyebab reaksi inkompatibel (Permenkes, 2015).

Hasil 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 (Kartika, dkk., 2020).

Penyebab Inkompatible meliputi:

- 1) Adanya perbedaan golongan darah ABO pada pasien dan donor
- 2) Terdapat alloantibod pada serum pasien yang bereaksi dengan antigen yang ada pada sel darah merah donor.
- 3) Sel darah merah donor diselubungi antibodi complete (DCT donor positif).
- 4) Antibodi spesifik pada plasma donor yang bereaksi dengan antigen sel darah merah pasien.
- 5) Sel darah merah pasien di selubungi antibodi atau komplemen (DCT pasien positif)
- 6) Kontaminasi (Syafitri, 2016).

4. Pengaruh Hemodialisa Terhadap Hasil Incompatible

Pada sebagian penderita gagal ginjal kronik yang melakukan hemodialisa akan mengalami penurunan kadar Hb sehingga dibutuhkan proses transfusi darah. Biasanya transfusi dilakukan sebanyak 2-3 kali seminggu. Pasien yang menerima terapi transfusi secara progresif atau secara berulang, beresiko akan munculnya alloantibodi pada tubuh pasien

sehingga mendapatkan hasil pemeriksaan *crossmatch* yang *incompatible* (Maharani & Noviar, 2019). Alloantibodi adalah adanya antibodi yang akan timbul bila mendapatkan paparan antigen dari transfusi atau kehamilan (Gantini, dkk., 2019).

Transfusi rutin juga memiliki beberapa resiko seperti *iron overload* dan alloantibodi, sehingga dapat mempengaruhi pada hasil pemeriksaan *crossmatch* (Menurut Perwitasari et al., 2018, dalam Palina dkk., 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 (Ningrum dan Ritchie, (2018).

Hasil inkompatibilitas terjadi akibat ketidakmampuan untuk mendeteksi darah yang cocok pada tes pra transfusi antara darah pasien dan darah donor karena adanya antibodi irreguler pada pasien. Pada penderita gagal ginjal kronik hasil *inkompatibel* terjadi akibat adanya alloantibodi yang terbentuk akibat seringnya transfusi berulang. Hal ini dapat mengakibatkan timbulnya respons transfusi hemolitik secara bertahap, yang sering disertai keterlambatan dan kesulitan memperoleh kantong darah yang kompatibel atau cocok (Maharani & Noviar, 2019).

1) Kerangka Konsep

