



FROM LABORATORY TO LIFELINE : BREAKTHROUGHS IN BLOOD PRODUCT MANAGEMENT

dr. Aldy Sethiono

Transfusi darah merupakan intervensi medis yang krusial, dan telah mengalami evolusi signifikan sejak percobaan awal pada abad ke-17. Temuan William Harvey yang awalnya melibatkan transfusi darah hewan ke manusia, telah memicu minat terhadap transfusi darah. Namun, keberhasilan yang terbatas dan risiko komplikasi yang tinggi menghambat perkembangannya. Terobosan signifikan terjadi dengan keberhasilan Dr. Philip Syng Physick melakukan transfusi darah antar manusia pertama kali pada tahun 1795. Pada

tahun 1818, Dr. James Blundell di Inggris melakukan transfusi darah manusia pertama untuk mengobati pendarahan. Perkembangan pesat berlanjut dengan kontribusi Charles R. Drew dalam pendirian bank darah modern yang dimulai saat Perang Dunia II. Di seluruh dunia, sementara ini diestimasi sekitar 85 juta unit produk darah digunakan untuk transfusi, sehingga menjadikannya prosedur medis yang vital dalam penanganan berbagai kondisi, mulai dari trauma hingga penyakit kronis.¹

Perkembangan teknologi penyimpanan darah saat ini telah memungkinkan pemisahan komponen darah menjadi fraksi-fraksi yang lebih spesifik, seperti *packed red blood cells* (PRBCs) yang kaya akan hemoglobin untuk mengatasi anemia, *fresh frozen plasma* (FFP), *pla-*

telet concentrates untuk mengatasi gangguan perdarahan, dan *cryoprecipitate* yang mengandung faktor pembekuan untuk mengobati defisiensi koagulasi. Pendekatan komponen darah ini menawarkan sejumlah keuntungan, termasuk pengurangan risiko reaksi transfusi dan optimalisasi terapi untuk pasien.^{1,2}

Indikasi

Hemoglobin sebagai pembawa oksigen utama dalam tubuh, memainkan peran sentral dalam transfusi darah. Pedoman transfusi sel darah merah bervariasi secara signifikan, terutama dalam menentukan ambang batas kadar hemoglobin untuk memulai transfusi. Pendekatan restriktif, seperti yang disarankan oleh American Association of Blood Banks, umumnya menetapkan batas hemoglobin yang lebih tinggi, misalnya 13 g/dL untuk pria dan 12 g/dL untuk wanita, dan hanya merekomendasikan transfusi pada pasien stabil dengan anemia non-perdarahan ketika kadar hemoglobin mencapai tingkat yang sangat rendah. Sebaliknya,

pendekatan liberal menggunakan batas hemoglobin yang lebih rendah, seperti 10 g/dL, dan cenderung memberikan transfusi lebih dini, bahkan pada pasien tanpa gejala yang signifikan.²

Penelitian menunjukkan bahwa berbagai ambang batas transfusi direkomendasikan untuk kasus perdarahan gastrointestinal (GI) dan pasien kritis. Pedoman klinis menyarankan ambang batas hemoglobin sebesar 8 g/dL untuk pasien dengan penyakit arteri koroner atau yang menjalani prosedur bedah ortopedi. Sementara itu, studi dan pedoman transfusi dalam perawatan kritis (*Transfusion Requirements in Critical Care*, TRICC) merekomendasikan ambang batas hemoglobin sebesar 7 g/dL pada pasien kritis. Transfusi juga dapat diindikasikan pada pasien dengan perdarahan aktif atau akut, serta pada mereka yang mengalami anemia simptomatik seperti takikardia, kelemahan, atau dispnea selama aktivitas.^{3,4}

Anemia dapat disebabkan oleh banyak faktor, termasuk kehilangan darah eksternal, produksi hemoglobin yang tidak memadai, destruksi eritrosit, atau kombinasi dari faktor-faktor tersebut. Namun, perdarahan aktif yang menyebabkan anemia tidak selalu menjadi indikasi absolut untuk transfusi. Kasus perdarahan masif dapat memicu terjadinya syok, keadaan kegagalan sirkulasi yang menghambat suplai oksigen yang cukup untuk metabolisme seluler. Pada pasien dengan perdarahan aktif, direkomendasikan pemberian trans-

fusi 1 unit *packed red cells* (PRC), yang diharapkan dapat meningkatkan kadar hemoglobin sebesar 1 g/dL dan hematokrit hingga 3%. Pendekatan ini penting untuk memastikan stabilitas hemodinamik dan mencegah komplikasi lebih lanjut.⁵

Transfusi Fresh Frozen Plasma (FFP). *Fresh Frozen Plasma* (FFP) sering digunakan dalam praktik klinis, tetapi indikasinya terbatas pada kondisi medis tertentu. Penelitian mengenai penggunaan FFP sebagai terapi profilaksis masih terbatas. Transfusi FFP umumnya diberikan untuk menggantikan faktor koagulasi yang hilang pada pasien dengan perdarahan aktif, misalnya *Cardiopulmonary bypass*, transfusi masif, penyakit hati terdekompensasi, dukungan pulmonal ekstrakorporeal, dan *Acute disseminated intravascular coagulation*.

Awalnya, FFP yang dikombinasikan dengan vitamin K digunakan untuk menangani perdarahan akut akibat kelebihan terapi warfarin. Namun, saat ini *prothrombin complex concentrate* (PCC) lebih sering digunakan karena memiliki risiko alergi yang lebih rendah dan tidak menyebabkan defisit volume plasma yang signifikan.

Transfusi Platelet. Transfusi platelet diperlukan pada pasien dengan defisiensi atau disfungsi platelet.

- Pada pasien dengan kegagalan produksi trombosit akibat gangguan sumsum tulang, pemberian transfusi profilaksis diindikasikan jika jumlah trombosit $<10 \times 10^3/\mu\text{L}$ tanpa faktor risiko perdarahan lainnya.
- Jika terdapat faktor risiko perdarahan lain, transfusi platelet diindikasikan pada jumlah trombosit $<20 \times 10^3/\mu\text{L}$.
- Untuk persiapan operasi atau prosedur invasif, jumlah trombosit dianjurkan $>50 \times 10^3/\mu\text{L}$. Pada kasus perdarahan aktif, transfusi platelet dipertimbangkan jika perdarahan signifikan atau jumlah trombosit $<50 \times 10^3/\mu\text{L}$.⁶

Cryoprecipitate adalah produk darah yang kaya fibrinogen, faktor VIII, faktor XIII, dan faktor von



Berisi 23 Bab, 332 halaman A5

Penulis:

dr. Martinus M. Leman, DTMH, Sp.A

Dokter spesialis anak, editor artikel kesehatan, dan *travel enthusiast*.

dr. Reyner V. Tumbelaka, M.Ked.Klin, Sp.OT

Dokter spesialis orthopaedi dan traumatologi, aktif dalam berbagai kegiatan alam bebas, dan pendiri platform edukasi @dokterpendaki.

Buku lengkap tentang aspek kesehatan perjalanan dan aktivitas alam bebas. Mencakup persiapan, evaluasi risiko, persediaan obat, pencegahan dan penanganan gangguan akibat suhu dan lingkungan, bantuan hidup dasar, penanganan cedera dan luka, tenggelam, gangguan binatang, benda asing, perjalanan bersama anak, dan berbagai hal praktis lainnya.

DAPATKAN MELALUI:



@martinleman169
@dokterpendaki
@sagungseto



sagung seto
chirurgien bss



sagung seto

Willebrand. Pemberian *cryoprecipitate* diindikasikan pada kasus *dysfibrinogenemia* atau defisiensi fibrinogen yang terjadi akibat perdarahan masif, trauma, prosedur invasif, atau *acute disseminated intravascular coagulation* (DIC).¹

Produk Lain Berbasis Darah

Platelet-rich plasma (PRP). PRP adalah produk autologus yang mengandung konsentrasi platelet tinggi dalam volume plasma yang kecil. PRP kaya akan faktor pertumbuhan seperti *platelet-derived growth factor* (PDGF), *transforming growth factor-β* (TGF-β), *vascular endothelial growth factor* (VEGF), *epidermal growth factor* (EGF), serta protein adhesif seperti fibrin, fibronectin, dan vitronectin. Produk ini mempercepat penyembuhan luka dan regenerasi jaringan.

Kondisi medis yang dapat diatasi dengan PRP meliputi:

1. Cedera olahraga (robekan tendon, otot, dan ligamen).
2. Osteoarthritis, terutama pada sendi lutut.
3. Luka kronis seperti ulkus diabetik.
4. Rambut rontok, terutama pada alopesia androgenetik.
5. Perbaikan tekstur kulit dan pengurangan jaringan parut.
6. Rejuvenasi kulit dalam terapi anti-penuaan.

Bone Marrow Aspirate Concentrate (BMAC). BMAC adalah konsentrasi aspirasi sumsum tulang yang mengandung komponen biologis seperti:

- Sel punca mesenkimal (MSC: *Mesenchymal Stem Cell*): berpotensi berdiferensiasi menjadi tulang, tulang rawan, dan jaringan lainnya.
- Sel progenitor hematopoietik: berperan dalam regenerasi darah.
- Trombosit: sumber faktor pertumbuhan.
- Faktor pertumbuhan: mendukung regenerasi jaringan dan penyembuhan luka.

BMAC digunakan dalam terapi regeneratif, terutama untuk memperbaiki kerusakan tulang, tulang rawan, otot, atau ligamen.

Risiko dan Kontraindikasi

Secara umum tidak terdapat kontraindikasi absolut terhadap transfusi darah, kecuali yang berkaitan dengan keyakinan atau persetujuan pasien. Umumnya komplikasi yang dapat terjadi meliputi kelebihan volume cairan dan reaksi alergi.⁸

Perkiraan Risiko Efek Samping pada 1 Unit Transfusi PRC

1. Reaksi febril non-hemolitik: 1:60
2. *Transfusion-associated circulatory overload* (TACO): 1:100
3. Reaksi alergi: 1:250
4. *Transfusion-related acute lung injury* (TRALI): 1:12000
5. Infeksi hepatitis C: 1:1149000
6. Infeksi HIV: 1:1467000
7. Hemolisis fatal: 1:1972000

Komplikasi Transfusi Darah

1. Reaksi Febril Non-Hemolitik

Biasanya terjadi karena sitokin dalam produk darah, dengan gejala demam dapat sebagai tanda awal hemolisis. Transfusi sebaiknya ditunda hingga penyebab infeksius dan hemolitik dapat disingkirkan. Pengobatan simptomatik seperti asetaminofen atau difenhidramin dapat diberikan. Jika transfusi akan dilanjutkan, kecepatan transfusi harus dikurangi.

2. *Transfusion-Associated Circulatory Overload* (TACO)

TACO merupakan kondisi distress pernapasan akibat edema paru kardiogenik. Risiko meningkat pada pasien dengan gagal jantung kongestif atau gagal ginjal akut. Gejala biasanya muncul dalam 6–12 jam setelah transfusi, berupa edema paru, peningkatan *brain natriuretic peptide* (BNP), dan respon baik terhadap diuretik

Pencegahan:

- Membatasi jumlah transfusi
- Transfusi dengan kecepatan lambat

- Pemberian diuretik sebelum atau selama transfusi

3. Reaksi Alergi

Reaksi alergi terjadi pada 1% transfusi dan biasanya berupa urtikaria atau pruritus. Kasus berat seperti bronkospasme atau anafilaksis dapat terjadi akibat paparan IgA pada individu dengan defisiensi IgA.

Tatalaksana:

- Gejala ringan: antihistamin
- Gejala berat: bronkodilator, steroid, dan epinefrin

4. *Transfusion-Related Acute Lung Injury* (TRALI)

TRALI adalah reaksi inflamasi akut pada paru yang terjadi dalam 2–4 jam setelah transfusi. Gejalanya meliputi hipoksemia dan infiltrat difus pada rontgen dada, tanpa tanda gagal jantung kiri. Sebagian besar kasus dapat diatasi dengan tatalaksana suportif dalam 96 jam.

5. Infeksi

Risiko infeksi seperti hepatitis C atau HIV sangat jarang terjadi berkat skrining yang ketat, masing-masing sekitar 1:1 juta transfusi. Infeksi bakteri memiliki risiko sekitar 1:250.000 transfusi.

6. Hemolisis Fatal

Hemolisis fatal jarang terjadi (1:2 juta transfusi) dan umumnya disebabkan oleh inkompatibilitas ABO. Gejalanya meliputi demam, menggigil, nyeri tubuh, dispnea, dan syok.

Tatalaksana:

- Hentikan transfusi
- Berikan cairan intravena untuk menjaga keluaran urin >100 mL/jam
- Berikan diuretik jika diperlukan
- Lakukan pemeriksaan lanjutan seperti *direct Coombs test* dan hitung darah lengkap

7. Gangguan Elektrolit

Komplikasi ini terjadi terutama pada transfusi dalam jumlah besar:

- Hipokalsemia: disebabkan oleh sitrat yang mengikat kalsium.



- Hiperkalemia: akibat pelepasan kalium dari sel darah selama penyimpanan.
- Hipokalemia: karena alkalinisasi darah akibat metabolisme sitrat menjadi bikarbonat di hati.

Jenis Transfusi Lain: *Massive Blood Transfusion* (MBT)¹⁰

Protokol transfusi masif adalah strategi resusitasi yang menekankan penggunaan transfusi seimbang, termasuk sel darah merah dan faktor pembekuan, untuk mencegah koagulopati dilusional. Karena keterbatasan kecepatan pemeriksaan laboratorium dalam mendeteksi komplikasi, protokol ini bertujuan untuk mengantisipasi kebutuhan transfusi yang cepat dan efektif.

Definisi dan Rekomendasi Penggunaan MBT:

1. Penggantian total volume darah dalam 24 jam.
2. Transfusi >10 unit *packed red blood cells* (PRBC) dalam 24 jam.
3. Transfusi >20 unit PRBC dalam 24 jam.
4. Transfusi >4 unit PRBC dalam 1 jam dengan bukti perdarahan aktif yang berlanjut.
5. Penggantian 50% total volume darah dalam 3 jam.

Indikasi MBT pada Anak:

1. Penggantian >50% total volume darah (TBV/Total Blood Volume) dalam 3 jam.
2. Transfusi >100% TBV dalam 24 jam.
3. Kebutuhan transfusi >10% TBV per menit untuk menggantikan perdarahan aktif.

Tips dalam Pelaksanaan Protokol Transfusi Masif (MTP/*Massive Transfusion Protocol*):

1. Deteksi dini kehilangan darah masif dan pencetus MTP se-segera mungkin untuk meminimalkan keterlambatan.
2. Segera ambil sampel darah untuk *cross-matching* guna memastikan

hasil yang akurat sebelum cairan koloid/kristaloid memengaruhi sampel.

3. Gunakan **inotrop/vasopresor** pada kondisi syok atau hipotensi berat untuk mencegah hipoperfusi kritis sembari melakukan resusitasi cairan.

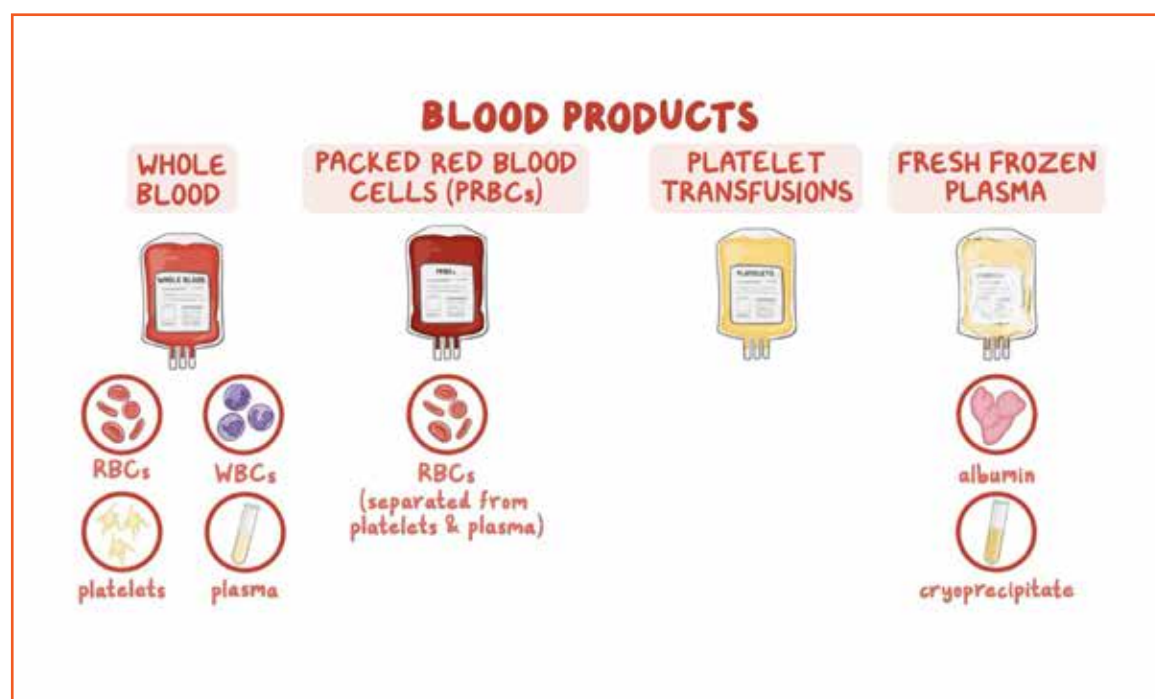
4. Waspada tanda kelebihan cairan pada pasien dengan gangguan jantung atau populasi geriatrik, dan lakukan deresitasi setelah perdarahan terkendali jika diperlukan.

Kesimpulan

Pemahaman mengenai transfusi darah telah berkembang pesat dalam beberapa dekade terakhir. Penggunaannya mencakup pengelolaan defisit produksi dan kehilangan komponen darah, serta mendukung upaya preventif dan rehabilitatif. Keamanan transfusi tetap menjadi prioritas utama, sehingga diperlukan kewaspadaan dan pemahaman menyeluruh untuk mendeteksi serta menangani komplikasi.

Kerja sama tim yang solid sangat penting untuk memaksimalkan penggunaan produk darah sesuai indikasi dan meminimalkan risiko komplikasi. Dengan pendekatan ini, transfusi darah dapat memberikan manfaat yang optimal bagi pasien.¹ **MD**

Gambar 1. Jenis-Jenis Produk darah.¹¹



Daftar Pustaka

1. Lotterman S, Sharma S. Blood Transfusion. [Updated 2023 Jun 20]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK499824/>
2. Carson JL, Guyatt G, Heddle NM, Grossman BJ, Cohn CS, Fung MK, Gernsheimer T, Holcomb JB, Kaplan LJ, Katz LM, Peterson N, Ramsey G, Rao SV, Roback JD, Shander A, Tobian AA. Clinical Practice Guidelines From the AABB: Red Blood Cell Transfusion Thresholds and Storage. *JAMA*. 2016 Nov 15;316(19):2025-2035
3. Goobie SM, Gallagher T, Gross I, Shander A. Society for the advancement of blood management administrative and clinical standards for patient blood management programs. 4th edition (pediatric version). *Paediatr Anaesth*. 2019 Mar;29(3):231-236.
4. Koo BN, Kwon MA, Kim SH, Kim JY, Moon YJ, Park SY, Lee EH, Chae MS, Choi SU, Choi JH, Hwang JY. Korean clinical practice guideline for perioperative red blood cell transfusion from Korean Society of Anesthesiologists. *Korean J Anesthesiol*. 2019 Apr;72(2):91-118
5. Carson JL, Triulzi DJ, Ness PM. Indications for and Adverse Effects of Red-Cell Transfusion. *N Engl J Med*. 2017 Sep 28;377(13):1261-1272.
6. Shah A, Stanworth SJ, McKechnie S. Evidence and triggers for the transfusion of blood and blood products. *Anaesthesia*. 2015 Jan;70 Suppl 1:10-9, e3-5.

7-11 ada pada redaksi