



Kampus  
Merdeka  
INDONESIA JAYA



# MODUL AJAR BIOLOGI

## SISTEM PEREDARAN DARAH

Penyusun :

Prof. Dr. Aminuddin Prahatama Putra, M.Pd.

Muhammad Rizaldi

Prof. Dr. Muhammad Zaini, M.Pd.

Dra. Sri Amintarti, M.Si.

## MODUL AJAR

### A. INFORMASI UMUM

Sekolah: SMAN 8 Banjarmasin	Fase: F	Materi: Sistem Peredaran Darah
Mata Pelajaran: Biologi	Kelas/Semester: XI/1	Alokasi Waktu : 6 x 45 Menit
Ketersediaan Materi : a. Ada pengayaan untuk siswa berprestasi tinggi: <b>YA</b> / <del>TIDAK</del> b. Ada materi khusus untuk siswa yang mengalami kesulitan belajar: <b>YA</b> / <del>TIDAK</del> c. Ada materi khusus untuk siswa yang berkebutuhan khusus. <del>YA</del> / <b>TIDAK</b> d. Ada materi pengayaan alternatif menggunakan teknologi. <b>YA</b> / <del>TIDAK</del>		

### A. CAPAIAN PEMBELAJARAN

#### 1. Pemahaman Biologi

Pada akhir fase F, peserta didik memiliki kemampuan mendeskripsikan struktur sel serta bioproses yang terjadi seperti transpor membran dan pembelahan sel; menganalisis keterkaitan struktur organ pada sistem organ dengan fungsinya serta kelainan atau gangguan yang muncul pada sistem organ tersebut; memahami fungsi enzim dan mengenal proses metabolisme yang terjadi dalam tubuh; serta memiliki kemampuan menerapkan konsep pewarisan sifat, pertumbuhan dan perkembangan, mengevaluasi gagasan baru mengenai evolusi, dan inovasi teknologi biologi.

#### 2. Keterampilan Proses

- Mengamati
- Mempertanyakan dan memprediksi
- Merencanakan dan melakukan penyelidikan
- Memproses, menganalisis data dan informasi,
- Mengevaluasi dan refleksi
- Mengomunikasikan hasil

### B. PROFIL PELAJAR PANCASILA

Bertaqwa kepada Tuhan YME, dan berakhlak mulia, bergotong royong, bernalar kreatif.

### C. MODEL PEMBELAJARAN

1. Model : *Project Based Learning* (PjBL)

### D. SARANA DAN PRASARANA

1. Laptop
2. LCD Proyektor
3. Smartphone
4. Link video
5. Link artikel
6. Alat tulis
7. Buku paket
8. Modul ajar

### B. KOMPONEN INTI

#### E. TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Peserta didik dapat menjelaskan fungsi dan komponen darah serta mekanisme pembekuan darah.
2. Peserta didik dapat mengidentifikasi golongan darah ABO dan rhesus dan dapat menyebutkan alat peredaran darah.
3. Peserta didik dapat mendeskripsikan mekanisme peredaran darah tekanan darah serta menghitung frekuensi denyut nadi
4. Peserta didik dapat mengidentifikasi sistem limfatik dan dapat menyebutkan gangguan sistem sirkulasi darah.

### F. MATERI POKOK

1. **Pertemuan Pertama**
  - Fungsi dan komponen darah
  - Mekanisme pembekuan darah
  - Mengidentifikasi golongan darah ABO dan rhesus
2. **Pertemuan Kedua**
  - Alat peredaran darah
  - Mekanisme peredaran darah tekanan darah
  - Menghitung frekuensi denyut nadi
3. **Pertemuan Ketiga**
  - Sistem limfatik
  - Gangguan sistem sirkulasi darah

### G. PERTANYAAN PEMATIK

Perhatikan gambar dibawah ini !



1. Apa saja yang ada didalam diri kita pada saat terluka? Mengapa cairan tersebut berhenti mengalir dalam beberapa waktu ketika terluka?
2. Pernahkah kamu membayangkan suatu sistem pengangkutan bahan makanan? Misalnya kontrainer atau truk.

### H. PEMAHAMAN BERMAKNA

Pernahkah kamu membayangkan suatu sistem pengangkutan bahan makanan? Misalkan truk atau kontainer milik perusahaan besar penyalur bahan makanan yang mengangkut bahan makanan untuk disalurkan ke agen bahan makanan (*distributor*). Distributor akan menjualnya kepada pedagang besar. Pedagang besar menjualnya kepada pedagang eceran dan seterusnya. Baru setelah itu sampai kepada konsumen atau pembeli. Sistem peredaran darah juga mirip dengan proses pengangkutan bahan makanan tersebut. Oleh karena itu sistem peredaran darah disebut juga sistem transportasi karena mengangkut sari-sari makanan, gas-gas terlarut, sel-sel darah, air, dan zat-zat sisa metabolisme. Sistem peredaran darah pada manusia merupakan sistem peredaran darah tertutup. Darah terus menerus dipompa dari jantung dan mengalir di dalam rangkaian pembuluh darah arteri. Arteri akan bercabang-cabang menjadi arteriol. Arteriol bercabang-cabang lagi menjadi kapiler-kapiler darah. Kapiler hanya dilapisi oleh selapis sel yang sangat tipis sehingga memungkinkan terjadinya pertukaran zat dengan sel-sel di sekitarnya. Kapiler-kapiler ini kemudian bersatu membentuk venula. Venula bersatu menjadi vena-vena yang akan mengalirkan darah kembali ke jantung.

**C. KEGIATAN PEMBELAJARAN**

**I. URAIAN KEGIATAN**

**1. Pertemuan Pertama**

Kegiatan	Sintak	Kegiatan Pembelajaran	Alokasi
Pendahuluan		<ol style="list-style-type: none"> <li>Guru mengucapkan salam, siswa menjawab salam</li> <li>Guru meminta siswa untuk berdo'a sebelum memulai pelajaran, siswa berdo'a.</li> <li>Guru memeriksa kehadiran, siswa merespon guru.</li> <li>Guru mengadakan <i>pre-test</i> untuk mengukur pengetahuan peserta didik dengan membagikan soal berupa pilihan ganda kepada masing-masing siswa.</li> <li>Guru memberikan <i>pre-test</i> untuk mengukur kemampuan berpikir kreatif dengan membagikan soal berupa essay kepada masing-masing siswa.</li> </ol>	20 Menit
Inti	Langkah 1: <i>Planning a Project</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Peserta didik mengamati dan memahami masalah yang disampaikan. Peserta didik menyampaikan pendapat/jawaban dari masalah yang diangkat.</li> <li>Guru menanyakan kepada peserta didik: "Apa saja yang ada didalam diri kita? Pada saat terluka? Mengapa darah berhenti mengalir dalam beberapa waktu ketika terluka?"</li> <li>Guru memberikan penjelasan awal terkait materi</li> <li>Guru memberikan contoh proyek yang memberikan pemahaman lebih baik.</li> </ol>	60 Menit
	Langkah 2: <i>Starting a Project with Student</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok kecil yang beragam dalam hal kemampuan dan minat, sehingga mereka dapat saling melengkapi.</li> <li>Guru membagikan LKPD 1 kepada kelompok belajar siswa serta menjelaskan tujuan dari investigasi</li> </ol>	

		<p>topik dan cara menjawab LKPD tersebut, siswa menerima LKPD dan mendengarkan penjelasan guru.</p> <p>12. Guru meminta siswa untuk merencanakan kegiatan dan menyelesaikan tugas yang telah diberikan, siswa merencanakan kegiatan bersama dan menyelesaikan tugas.</p>	
	Langkah 3 : <i>Developing a Project with Student</i>	13. Guru meminta Siswa melakukan pembuatan proyek sesuai dengan jadwal.	
	Langkah 4: <i>Representation and Investigation</i>	14. Siswa mendiskusikan masalah yang muncul selama pengerjaan proyek beserta penyelesaiannya Siswa melakukan refleksi bersama guru.	
	Langkah 5 : <i>Work Processes and Products</i>	<p>15. Guru mempersilakan kelompok lain untuk menanggapi presentasi dengan mengemukakan ide atau pendapatnya, siswa dari kelompok lain menanggapi presentasi</p> <p>16. Guru melakukan tanya jawab bersama siswa untuk memperkuat pemahaman siswa terhadap konsep yang telah dipelajari, siswa melakukan tanya jawab bersama guru.</p>	
Penutup	Langkah 6 : <i>Concluding the Project</i>	<p>17. Guru Memberi lembar evaluasi</p> <p>18. Guru bersama siswa menyimpulkan hasil belajar, siswa bersama guru menyimpulkan hasil belajar.</p> <p>19. Guru menugaskan siswa untuk mempelajari materi selanjutnya, siswa memperhatikan tugas yang disampaikan guru.</p> <p>20. Guru mengakhiri pembelajaran dengan mengucapkan salam, siswa menjawab salam.</p>	10 Menit

### Penilaian Pembelajaran

Metode	Bentuk Instrumen
Hasil belajar (Produk)	Lembar <i>Pre-test</i> dan <i>Post-test</i>
Hasil belajar (Proses)	LKPD dan hasil karya/produk
Sikap	Lembar observasi karakter dan sosial
Keterampilan Berpikir Kreatif	Lembar tes
Psikomotorik	Lembar observasi psikomotor

2. Pertemuan Kedua

Kegiatan	Sintaks	Kegiatan Pembelajaran	Alokasi
Pendahuluan		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru mengucapkan salam, siswa menjawab salam</li> <li>2. Guru meminta siswa untuk berdo'a sebelum memulai pelajaran, siswa berdo'a.</li> <li>3. Guru memeriksa kehadiran, siswa merespon guru.</li> <li>4. Guru menampilkan gambar mekanisme peredaran darah</li> </ol>	20 Menit
Inti	Langkah 1: <i>Planning a Project</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>5. Peserta didik mengamati dan memahami masalah yang disampaikan. Peserta didik menyampaikan pendapat/jawaban dari masalah yang diangkat.</li> <li>3. Guru menanyakan kepada peserta didik: "Pernahkah kamu membayangkan suatu sistem pengangkutan bahan makanan? Misalnya kontrainer atau truk.</li> <li>6. Guru memberikan penjelasan awal terkait materi</li> <li>7. Guru memberikan contoh proyek yang memberikan pemahaman lebih baik.</li> </ol>	60 Menit
	Langkah 2: <i>Starting a Project with Student</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>8. Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok kecil yang beragam dalam hal kemampuan dan minat, sehingga mereka dapat saling melengkapi.</li> <li>9. Guru membagikan LKPD 1 kepada kelompok belajar siswa serta menjelaskan tujuan dari investigasi topik dan cara menjawab LKPD tersebut, siswa menerima LKPD dan mendengarkan penjelasan guru.</li> </ol>	

		10. Guru meminta siswa untuk merencanakan kegiatan dan menyelesaikan tugas yang telah diberikan, siswa merencanakan kegiatan bersama dan menyelesaikan tugas.	
	Langkah 3 : <i>Developing a Project with Student</i>	11. Guru meminta Siswa melakukan pembuatan proyek sesuai dengan jadwal	
	Langkah 4: <i>Representation and Investigation</i>	12. Siswa mendiskusikan masalah yang muncul selama pengerjaan proyek beserta penyelesaiannya Siswa melakukan refleksi bersama guru	
	Langkah 5 : <i>Work Processes and Products</i>	13. Guru mempersilakan kelompok lain untuk menanggapi presentasi dengan mengemukakan ide atau pendapatnya, siswa dari kelompok lain menanggapi presentasi 14. Guru melakukan tanya jawab bersama siswa untuk memperkuat pemahaman siswa terhadap konsep yang telah dipelajari, siswa melakukan tanya jawab bersama guru.	
Penutup	Langkah 6 : <i>Concluding the Project</i>	15. Guru bersama siswa menyimpulkan hasil belajar, siswa bersama guru menyimpulkan hasil belajar. 16. Guru menugaskan siswa untuk mempelajari materi selanjutnya, siswa memperhatikan tugas yang disampaikan guru. 17. Guru mengakhiri pembelajaran dengan mengucapkan salam, siswa menjawab salam.	10 Menit

<b>Metode</b>	<b>Bentuk Instrumen</b>
Proses	LKPD dan hasil karya/produk
Sikap	Lembar observasi karakter dan sosial
Psikomotorik	Lembar observasi psikomotor

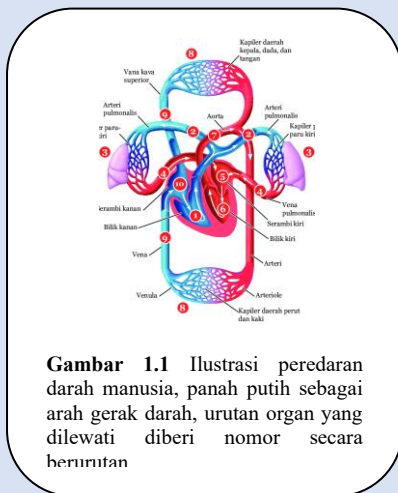
3. Pertemuan Ketiga

Kegiatan	Sintaks	Kegiatan Pembelajaran	Alokasi
Pendahuluan		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Guru mengucapkan salam, siswa menjawab salam.</li> <li>2. Guru meminta siswa untuk berdo'a sebelum memulai pelajaran, siswa berdo'a.</li> <li>3. Guru memeriksa kehadiran, siswa merespon guru.</li> <li>4. Guru menayangkan video mengenai sistem limfatik.</li> <li>5. Guru menyampaikan topik dan tujuan pembelajaran yang akan dicapai.</li> <li>6. Guru memaparkan sedikit materi yang berkaitan dengan pembelajaran hari ini.</li> </ol>	20 Menit
Inti	Langkah 1: <i>Planning a Project</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Peserta didik mengamati dan memahami masalah yang disampaikan. Peserta didik menyampaikan pendapat/jawaban dari masalah yang diangkat.</li> <li>8. Guru menanyakan kepada peserta didik: "Mengenai sistem limpatik dan gangguan sistem peredaran darah?"</li> <li>9. Guru memberikan penjelasan awal terkait materi.</li> <li>10. Guru memberikan contoh proyek yang memberikan pemahaman lebih baik.</li> </ol>	60 Menit
	Langkah 2: <i>Starting a Project with Student</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>11. Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok kecil yang beragam dalam hal kemampuan dan minat, sehingga mereka dapat saling melengkapi.</li> <li>12. Guru membagikan LKPD 1 kepada kelompok belajar siswa serta menjelaskan tujuan dari investigasi topik dan cara menjawab LKPD tersebut, siswa menerima LKPD dan mendengarkan penjelasan guru.</li> </ol>	

		13. Guru meminta siswa untuk merencanakan kegiatan dan menyelesaikan tugas yang telah diberikan, siswa merencanakan kegiatan bersama dan menyelesaikan tugas.	
	Langkah 3 : <i>Developing a Project with Student</i>	14. Guru meminta Siswa melakukan pembuatan proyek sesuai dengan jadwal	
	Langkah 4: <i>Representation and Investigation</i>	15. Siswa mendiskusikan masalah yang muncul selama pengerjaan proyek beserta penyelesaiannya Siswa melakukan refleksi bersama guru.	
	Langkah 5 : <i>Work Processes and Products</i>	16. Guru mempersilakan kelompok lain untuk menanggapi presentasi dengan mengemukakan ide atau pendapatnya, siswa dari kelompok lain menanggapi presentasi. 17. Guru melakukan tanya jawab bersama siswa untuk memperkuat pemahaman siswa terhadap konsep yang telah dipelajari, siswa melakukan tanya jawab bersama guru.	
Penutup	Langkah 6 : <i>Concluding the Project</i>	18. Guru memberikan lembar evaluasi untuk mengukur pengetahuan dan kemampuan berpikir kreatif peserta didik. 19. Guru bersama siswa menyimpulkan hasil belajar, siswa bersama guru menyimpulkan hasil belajar. 20. Guru mengakhiri pembelajaran dengan mengucapkan salam, siswa menjawab salam.	10 Menit

<b>Metode</b>	<b>Bentuk Instrumen</b>
Hasil belajar (Produk)	Lembar <i>pre-test</i> dan <i>Post-test</i>
Hasil belajar (Proses)	LKPD dan hasil karya/produk
Sikap	Lembar observasi karakter dan sosial
Keterampilan Berpikir Kreatif	Lembar tes
Psikomotorik	Lembar observasi psikomotor

## A. Sistem Peredaran Darah pada manusia



Sistem peredaran darah pada manusia merupakan sistem peredaran darah tertutup dan sistem peredaran darah ganda. Disebut sebagai sistem peredaran darah tertutup karena darah mengalir di dalam pembuluh darah. Disebut juga sebagai sistem peredaran darah ganda karena dalam satu kali peredaran, darah dua kali melewati jantung. Fungsi sistem peredaran darah, yaitu sebagai berikut.

- **Transportasi**

Makanan, garam mineral, gas, hormon, enzim, dan zat-zat lainnya dibawa oleh darah untuk diedarkan ke seluruh tubuh. Zat-zat sisa metabolisme dibawa oleh darah menuju ke paru-paru, ginjal, dan kulit untuk dikeluarkan dari tubuh.

- **Penjaga suhu tubuh**

Metabolisme menghasilkan energi berupa panas. Darah membawa energi panas tersebut ke seluruh tubuh.

- **Perlindungan**

Darah melindungi tubuh terhadap cedera dan invasi benda asing. Mekanisme pembekuan darah dapat mencegah tubuh kehilangan darah.

- **Penyangga (*buffering*)**

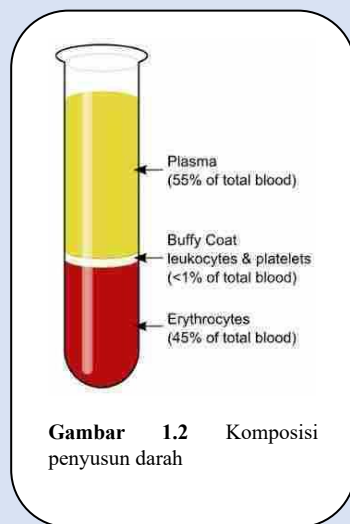
Protein darah bertindak sebagai penyangga (*buffer*) melawan perubahan asam-basa untuk mempertahankan pH optimum darah.

Sistem peredaran darah terdiri atas **darah**, **jantung** dan **pembuluh darah** (arteri, kapiler, dan vena). Jantung merupakan alat pompa untuk mengalirkan darah. Pembuluh darah merupakan serangkaian saluran (tuba) tempat darah mengalir, sedangkan darah adalah cairan yang mengalir di dalam pembuluh darah.

### 1. Darah

Darah merupakan jaringan ikat khusus yang terdiri atas sel-sel darah, keping darah, dan matriks yang berbentuk cairan (plasma). Darah memiliki karakteristik sebagai berikut.

- Darah lebih berat dan lebih kental daripada air, berbau khas, dan memiliki pH berkisar 7,35-7,45.
- Warna darah bervariasi, mulai dari merah terang hingga merah tua kebiruan, bergantung pada kadar oksigen yang dibawa oleh sel darah merah.
- Volume darah yang beredar di dalam tubuh adalah 8% dari berat badan. Orang dewasa yang sehat memiliki darah sekitar 5 liter. Biasanya, volume darah pada laki-laki lebih banyak daripada perempuan. Hal ini bergantung pada ukuran tubuh dan berbanding terbalik dengan jaringan lemak (adiposa) di dalam tubuh.



Komponen penyusun darah, yaitu **plasma darah**, **sel darah merah (eritrosit)**, **sel darah putih (leukosit)**, dan **keping darah (trombosit)**. Komposisi plasma darah sekitar 55%, sedangkan sel-sel darah dan keping darah sekitar 45%. Sel darah dan keping darah lebih berat dibandingkan plasma darah sehingga komponen tersebut dapat dipisahkan melalui teknik **sentrifugasi** (metode yang digunakan untuk mempercepat proses pengendapan partikel-partikel).

#### a. Plasma Darah

Plasma darah adalah cairan berwarna bening kekuningan, mengandung 92% **air**, 7% **protein plasma**, serta 1% **bahan campuran** kompleks organik, anorganik, dan gas darah.

##### 1. Protein plasma

Ada tiga jenis protein plasma yang utama, yaitu albumin globulin, dan fibrinogen.

##### a. Albumin



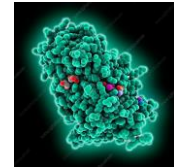
**Gambar 1.3** Molekul protein albumin secara 3 Dimensi

Merupakan protein plasma yang terbanyak sekitar 55-60% dari jumlah protein plasma, disintesis hati, bermuatan negatif yang sangat kuat untuk mengikat molekul kecil agar dapat diedarkan melalui darah, dan berperan untuk menjaga tekanan osmosis koloid darah

### b. Globulin

Membentuk sekitar 35% protein plasma. Ada beberapa jenis globulin, yaitu sebagai berikut.

- **Alfa dan beta globulin** disintesis di hati serta berfungsi sebagai molekul pembawa lipid, hormon, dan berbagai
- **Gamma globulin (*imunoglobulin*)** merupakan antibodi yang berfungsi dalam imunitas tubuh dan disintesis substrat lainnya di jaringan limfoid.



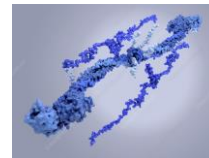
**Gambar 1.4** Molekul protein globulin secara 3 Dimensi

### c. Fibrinogen

Membentuk sekitar 4% protein plasma, disintesis di hati, dan berfungsi pada mekanisme pembekuan darah,

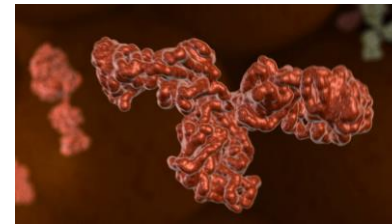
Albumin dan globulin merupakan protein penyusun serum sehingga disebut **serum albumin** dan **serum globulin**. Serum adalah cairan darah

yang tidak mengandung fibrinogen. Pada plasma darah, juga terdapat **serum lipoprotein**, yaitu senyawa biokimiawi yang mengandung protein dan lemak. Serum lipoprotein dapat berbentuk enzim, antigen, dan toksin.



**Gambar 1.5** Molekul protein Fibrinogen secara 3 Dimensi

**Gamma globulin** merupakan protein dengan muatan negatif yang terlemah dan berfungsi sebagai antibodi. Antibodi adalah protein yang dapat mengenali dan mengikat antigen tertentu. Antigen adalah molekul (protein) asing yang memacu pembentukan antibodi. Jadi, antibodi akan terbentuk jika ada antigen yang masuk ke tubuh.



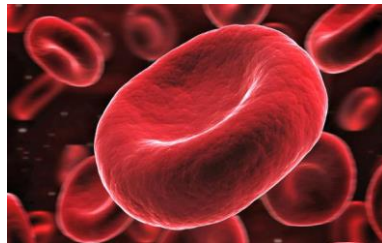
Gambar 1.6 Molekul Gamma globulin secara 3 Dimensi

## 2. Bahan campuran kompleks

Plasma darah mengandung bahan organik, antara lain glukosa, lemak, urea, asam urat, kreatin, kolesterol, dan asam amino, Garam mineral pada plasma darah, antara lain natrium klorida, natrium bikarbonat, garam kalsium, fosfor, magnesium, besi, dan sulfat. Plasma darah juga mengandung gas darah (oksigen, karbon dioksida, dan nitrogen), enzim, antigen, dan hormon.

### b. Sel Darah Merah (*Eritrosit*)

#### 1) Karakteristik *eritrosit*



Gambar 1.7 Darah Merah (*Eritrosit*)

Sel darah merah memiliki bentuk seperti cakre lekukan pada bagian sentralnya (*bikonkaf*), ber 7,65 um, dan dibungkus oleh membran sel dengan permeabilitas yang tinggi. Membran sel darah merah juga bersifat elastis dan fleksibel sehingga memungkinkan sel

dapat menembus kapiler (pembuluh darah terkecil).

Setiap eritrosit mengandung sekitar 300 juta molekul hemoglobin yang dapat mengikat oksigen. Volume hemoglobin mencapai sepertiga volume sel darah merah. Hemoglobin tersusun dari suatu protein globin. Globin terdiri atas empat rantai polipeptida yang melekat pada empat gugus hem yang mengandung zat besi. **Hem** berperan dalam pewarnaan darah. Hemoglobin orang dewasa (HgA) memiliki rantai polipeptida dari dua rantai alfa dan dua rantal beta yang identik. Hemoglobinjanin (HgF) memiliki

rantai polipeptida dari dua rantai alfa dan dua rantal gamma. HgF memiliki afinitas (kecenderungan membentuk ikatan kimia) terhadap oksigen yang lebih besar dibandingkan HgA.

## 2) Jumlah *Eritrosit*

Jumlah sel darah merah pada laki-laki sehat sekitar 4,2-5,4 juta sel/mm<sup>3</sup> darah, sedangkan pada perempuan sehat sekitar 3,8-4,8 juta sel/mm<sup>3</sup> darah. Satu tetes darah kira-kira setara dengan 50 mm<sup>3</sup> atau 50 µl (*mikroliter*).

**Hematokrit** adalah rasio volume eritrosit yang dipisahkan dari plasma darah menggunakan metode sentrifugasi dibandingkan dengan volume total darah. Nilai sampel darah dinyatakan dalam persentase. Hematokrit laki-laki, yaitu 42% -54%, sedangkan hematokrit perempuan, yaitu 37% -47%.

## 3) Fungsi *Eritrosit*

Eritrosit berfungsi untuk mengedarkan oksigen ke seluruh jaringan melalui pengikatan oksigen oleh hemoglobin. Hemoglobin mengikat oksigen sehingga menjadi oksihemoglobin. Oksihemoglobin berwarna merah terang. Jika hemoglobin melepas oksigen ke jaringan, oksihemoglobin akan berubah menjadi deoksihemoglobin (hemoglobin tereduksi) yang berwarna lebih gelap atau kebiruan. Warna kebiruan ini tampak pada vena dari permukaan kulit. Setiap HgA membawa 1,3 mL oksigen. Sekitar 97% oksigen di dalam darah yang berasal dari paru-paru terikat pada hemoglobin, sedangkan 3% sisanya larut dalam plasma.

Eritrosit Juga berfungsi untuk membawa karbon dioksida ke paru-paru. Hemoglobin berikatan dengan karbon dioksida di bagian asam amino pada globin sehingga disebut *karbaminohemoglobin*. Hanya 20% karbon dioksida dalam darah yang terikat pada karbaminohemoglobin, 80% sisanya berbentuk ion bikarbonat. Pembentukan ion bikarbonat dipengaruhi oleh enzim *karbonat anhidrase* yang terdapat di dalam eritrosit. Ion bikarbonat berdifusi keluar dari eritrosit menuju ke plasma.

## 4) Pengaturan Produksi *Eritrosit*

Pembentukan eritrosit disebut *eritropoiesis*, terjadi di sumsum merah tulang, dan diatur oleh hormon *eritropoietin*. Produksi eritrosit juga dipengaruhi oleh hormon kortison, hormon **tiroid**, dan hormon

pertumbuhan. **Hormon eritropoietin** merupakan suatu hormon glikoprotein yang diproduksi di ginjal. Kecepatan produksi eritropoietin berbanding terbalik dengan persediaan oksigen di dalam jaringan. Jika penerimaan oksigen pada jaringan berkurang (anoksia), akan menyebabkan peningkatan produksi eritropoietin sehingga produksi sel darah merah (eritrosit) makin meningkat.

Peningkatan produksi eritrosit dapat terjadi dalam keadaan sebagai berikut.

- Tinggal di dataran tinggi dengan kandungan oksigen yang rendah dalam jangka waktu yang lama.
- Gagal jantung yang mengurangi aliran darah ke jaringan. Penyakit paru-paru yang mengurangi absorpsi oksigen oleh darah.
- Kehilangan darah akibat **hemoragik** (keluarnya darah dari sistem pembuluh darah sebagai akibat adanya luka atau infeksi, misalnya demam berdarah).

Faktor diet (jumlah makanan yang dikonsumsi) yang memengaruhi produksi eritrosit, antara lain sebagai berikut.

- **Zat besi**, yang disimpan di berbagai jaringan, terutama hati, penting untuk menyintesis hemoglobin.
- **Vitamin**, yaitu asam folat, vitamin C, dan vitamin B12.
- **Tembaga**, merupakan bagian esensial dari protein yang mengubah besi feri (Fe) menjadi besi fero (Fe).

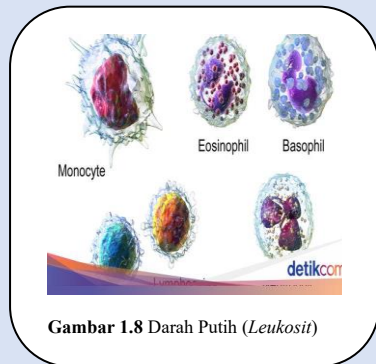
##### 5) Umur dan Destruksi Eritrosit

Sel darah merah biasanya bersirkulasi selama 120 hari sebelum menjadi rapuh dan pecah. Eritrosit tidak memiliki inti sel, mitokondria, dan retikulum endoplasma, tetapi enzim sitoplasmanya mampu memproduksi ATP dalam waktu yang terbatas. Fragmen sel darah merah yang rusak akan difagositosis oleh makrofag di dalam limpa, hati, dan sumsum tulang untuk digunakan kembali. Fragmen-fragmen tersebut, yaitu sebagai berikut.

- **Globin** (bagian protein) terdegradasi menjadi asam amino yang akan disintesis menjadi asam amino sel.

- **Hem** (bagian yang mengandung besi) akan diubah menjadi biliverdin (pigmen hijau), kemudian diubah menjadi bilirubin (pigmen kuning). Bilirubin akan diserap hati dan disekresikan ke dalam empedu.
- **Zat besi** yang dilepas hem akan digunakan untuk menyintesis eritrosit baru.

### c. Sel Darah Putih (Leukosit)



Gambar 1.8 Darah Putih (*Leukosit*)

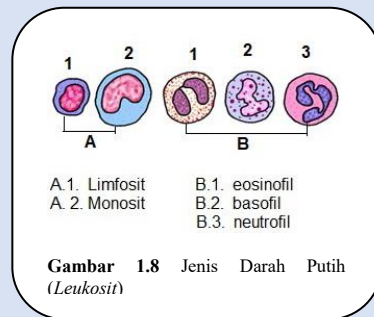
#### 1) Karakteristik leukosit

- a) Jumlah normal leukosit di dalam darah manusia sekitar 5.000-10.000 sel/mm<sup>3</sup> darah. Infeksi atau kerusakan jaringan dapat menyebabkan peningkatan jumlah total leukosit.
- b) Leukosit lebih banyak beraktivitas di dalam jaringan, bukan di dalam pembuluh darah.

Leukosit berfungsi untuk melindungi tubuh terhadap benda asing, virus, dan bakteri..

- c) Setelah diproduksi di sumsum merah tulang ataupun sumsum kuning tulang, leukosit bertahan di dalam sirkulasi darah hanya sehari sebelum masuk ke jaringan. Leukosit di dalam jaringan mampu bertahan selama beberapa hari hingga beberapa bulan bergantung pada jenis leukositnya.
- d) Sifat-sifat leukosit, yaitu sebagai berikut.
  - **Diapedesis**, yaitu mampu keluar menembus pori-pori membran kapiler menuju ke jaringan.
  - **Bergerak ameboid**, yaitu mampu bergerak seperti Amoeba sehingga sel menjadi lebih panjang hingga mencapai tiga kali panjang sel awal dalam waktu satu menit.
  - **Kemotaksis**, yaitu pelepasan zat kimia oleh jaringan yang rusak yang menyebabkan leukosit bergerak mendekati (**kemotaksis positif**) atau menjauhi (**kemotaksis negatif**) sumber zat.
  - **Fagositosis**, yaitu mampu menelan mikroorganisme, benda asing, dan sel-sel darah merah yang sudah tua atau rusak.

#### 2) Jenis leukosit



Berdasarkan ada atau tidaknya granula di dalam sitoplasma, leukosit dibedakan menjadi dua jenis, yaitu :

a. Granulosit dapat dibedakan menjadi tiga jenis berdasarkan warna granulosit setelah diberikan pewarna

**Wright**, yaitu **neutrofil**, **eosinofil**, dan **basofil**.

1. **Neutrofil**, berjumlah 60% dari jumlah sel darah putih. Neutrofil berdiameter 9-12 pm, memiliki granula kecil. berwarna merah muda, dan memiliki nukleus dengan 3-5 lobus yang dihubungkan oleh benang-benang kromatin tipis, Neutrofil berfungsi sebagai fagosit yang sangat aktif untuk menyerang dan menghancurkan bakteri, virus, dan agen penyebab cedera lainnya.
2. **Eosinofil** berjumlah 1-3% dari jumlah sel darah pu Eosinofil berdiameter 12-15  $\mu\text{m}$ , memiliki kasar dan besar berwarna jingga kemerahan, dan memik yang nukleus dengan dua lobus. Eosinofil berfungsi sebag fagosit yang lemah dan berperan dalam pembuang racun penyebab radang pada jaringan yang cedera
3. **Basofil** berjumlah kurang dari 1% dari jumlah sedarah putih. basofil berdiameter 12-15 um, bergrande besar, tidak beraturan, berwarna keunguan hingga hitam, dan memiliki nukleus berbentuk seperti hund S. Basofil mengandung **histamin** yang berfungsi untuk meningkatkan aliran darah ke jaringan yang cedera dan antikoagulan heparin untuk membantu mencegah penggumpalan darah intravaskuler. Histamin adalah senyawa yang dikeluarkan oleh sel mast dan baso sebagai reaksi terhadap antigen, senyawa kimia, dan kerusakan jaringan.

b) Agranulosit dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu limfosit dan monosit.

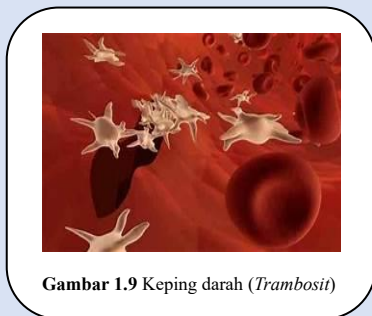
1. **Limfosit** berjumlah 30% dari jumlah sel darah putih Sebagian besar limfosit ditemukan di jaringan limfa dan berumur hingga beberapa tahun. Limfosit memilik nukleus bulat berwarna biru

gelap yang dikelilingi lapisan tipis sitoplasma dengan ukuran yang bervariasi (5-15  $\mu\text{m}$ ). Limfosit berasal dari sel-sel batang di sumsum merah tulang, kemudian melanjutkan diferensiasi dan proliferasi di dalam organ lain. Limfosit berfungsi dalam reaksi imunologis (kekebalan tubuh). Terdapat dua jenis limfosit, yaitu limfosit B dan limfosit T.

- Limfosit B memproduksi antibodi untuk merespons antigen tertentu.
  - Limfosit T tidak memproduksi antibodi. Limfosit mengenali dan melakukan interaksi dengan antigen melalui protein reseptor di permukaan sel. Limfosit T memproduksi zat aktif **limfokin** untuk membantu limfosit B dalam merespons antigen, memusnahkan sel-sel asing, dan mengatur respons imunitas
2. **Monosit** berjumlah 3-8% dari jumlah sel darah putih. Monosit merupakan sel darah terbesar, berdiameter 12-18  $\mu\text{m}$ , dan memiliki nukleus besar berbentuk seperti telur atau ginjal yang dikelilingi oleh sitoplasma berwarna biru keabuan pucat. Monosit berfungsi sebagai fagosit yang sangat aktif dan bermigrasi melalui pembuluh darah menjadi histiosit (makrofag) yang berumur panjang di dalam jaringan.

#### d. Keping Darah (Trombosit)

##### 1. Karakteristik trombosit



Gambar 1.9 Keping darah (Trombosit)

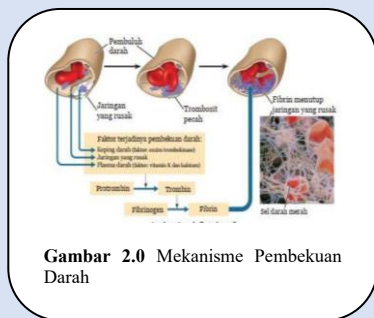
- a) Trombosit merupakan fragmen sel, tidak bernukleus, dan berasal dari megakariosit yang sangat besar di dalam sumsum tulang.
- b) Berjumlah 150.000-400.000 butir sel/ $\text{mm}^3$  darah, berbentuk tidak beraturan dengan ukuran setengah dari sel darah merah atau berdiameter 2-4  $\mu\text{m}$ , tidak berwarna, dan mudah pecah jika tersentuh benda kasar.

- c) Sitoplasma trombosit terbungkus oleh membran plasma, mengandung berbagai jenis granula yang berperan dalam proses pembekuan darah.
- d) Trombosit merupakan struktur yang sangat aktif, di dalam darah berumur 5-9 hari, Trombosit yang sudah tua diambil oleh makrofag di hati dan limpa pada saat darah melewati organ tersebut.

## 2. Fungsi trombosit

Trombosit berfungsi dalam hemostasis (penghentian pendarahan), perbaikan pembuluh darah yang robek, dan pembekuan darah. Jika pembuluh darah terpotong, trombosit pada sisi yang rusak akan melepaskan serotonin dan prostaglandin, yang menyebabkan otot polos pembuluh darah berkonstriksi (mengerut) sehingga terjadi penyempitan ukuran lubang pembuluh darah, yang akan mengurangi kehilangan darah. Trombosit akan membengkak, menjadi lengket dan menempel pada serabut kolagen dinding pembuluh darah yang rusak untuk membentuk sumbat trombosit sehingga dapat mengurangi perdarahan sampai proses pembekuan darah terbentuk.

## 2. Mekanisme Pembekuan Darah



Gambar 2.0 Mekanisme Pembekuan Darah

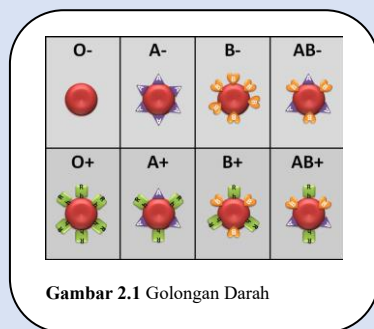
Apabila terjadi luka dan darah keluar, maka trombosit (keping darah) akan bersentuhan dengan permukaan luka yang kasar dan pecah sehingga mengeluarkan tromboplastin (trombokinase). Trombokinase bersama-sama dengan ion  $Ca^{2+}$  dan vitamin K akan mengubah protrombin menjadi trombin. Trombin akan mengubah fibrinogen menjadi fibrin yang akan menghalangi keluarnya sel-sel darah hingga terjadi pembekuan darah dalam waktu sekitar lima menit.

### b. Faktor-Faktor Pembekuan Darah

1. **Protrombin** adalah senyawa globulin yang larut dalam plasma darah. Protrombin dibuat di dalam hati dengan bantuan vitamin K. Protrombin akan diubah menjadi trombin.
2. **Fibrinogen** adalah protein plasma yang disintesis di hati dan dapat diubah menjadi fibrin.

3. **Ion kalsium** merupakan ion anorganik dalam plasma serta dapat diperoleh dari makanan dan tulang. Ion kalsium diperlukan pada seluruh tahap proses pembekuan darah.
4. **Tromboplastin (*trombokinase*) adalah** protein plasma (enzim) yang disintesis di dalam hati dan memerlukan vitamin K dalam bekerja. Enzim ini merupakan faktor antihemofilia (FAH).

### 3. Golongan Darah



Gambar 2.1 Golongan Darah

Golongan darah adalah klasifikasi darah suatu individu berdasarkan ada atau tidak adanya **zat antigen warisan** pada permukaan membran sel darah merah. Hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan jenis karbohidrat dan protein pada permukaan membran sel darah merah tersebut.

Antigen dapat berupa protein, polisakarida, atau molekul lainnya yang dapat merangsang tubuh untuk menghasilkan **antibodi** dalam plasma darah. Reaksi antigen dengan antibodi dapat menyebabkan **aglutinasi** (penggumpalan) sel darah merah sehingga **antigen** disebut juga **aglutinogen**, sedangkan **antibodi** disebut juga **aglutinin**. Di dunia ini, sebenarnya ditemukan sekitar 46 jenis antigen, tetapi yang sangat dikenal hanya antigen ABO dan Rh (rhesus). Penyebaran golongan darah di dunia bervariasi, bergantung pada populasi atau ras, misalnya sekitar 40-45% bangsa Eropa memiliki golongan darah Rh (rhesus negatif) sedangkan bangsa Indonesia hampir 100% memiliki Rh (rhesus positif) atau kurang dari 1% yang memiliki Rh (rhesus negatif).

#### a. Penggolongan Darah Sistem ABO

Penggolongan darah sistem ABO ditemukan oleh ilmuwan Austria bernama **Karl Landsteiner** pada tahun 1930. Penggolongan darah sistem ABO dilakukan berdasarkan ada atau tidak adanya antigen (aglutinogen) tipe A dan tipe B pada permukaan eritrosit serta antibodi (aglutinin) tipe a (anti-A) dan tipe  $\beta$  (anti-B) di dalam plasma darahnya. Penggolongan darah sistem ABO dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Golongan darah sistem ABO dengan unsur agglutinin dan agglutinannya

Jenis Golongan Darah	Unsur pada membrane sel darah merah (Eritrosit) Agglutinogen (Antigen)	Unsur di Dalam Plasma Darah Agglutinin (Antibodi)
A	A	$\beta$ (Anti-B)
B	B	$\alpha$ (Anti -A)
AB	A dan B	-
O	-	$\alpha$ (Anti-A) dan $\beta$ (Anti-B)

b. Penggolongan darah sistem Rh (Rhesus)

Penggolongan darah sistem rhesus ditemukan oleh **Karl Landsteiner** dan **Wiener** pada tahun 1940 setelah melakukan riset dengan darah kera rhesus (*Macaca mulatta*), yaitu spesies kera yang banyak dijumpai di India dan Tiongkok. Penggolongan darah sistem rhesus berdasarkan ada atau tidak adanya agglutinogen (antigen) RhD pada permukaan sel darah merah. Antigen RhD berperan dalam reaksi imunitas tubuh. Individu yang memiliki antigen RhD disebut Rh (rhesus positif), sedangkan individu yang tidak memiliki antigen RhD disebut Rh (rhesus negatif). Individu Rh (rhesus negatif) tidak memiliki agglutinin anti-RhD dalam plasma darahnya, tetapi akan memproduksi agglutinin anti-RhD jika bertemu dengan darah Rh (mengandung antigen RhD).

Tabel 2. Golongan darah sistem Rhesus dengan unsur agglutinogen (Antigen)

Jenis Golongan Darah	Unsur pada membrane sel darah merah (Eritrosit) Agglutinogen (Antigen)
Rh+	RhD
Rh-	-

1. Pengaruh faktor rhesus pada transfusi darah

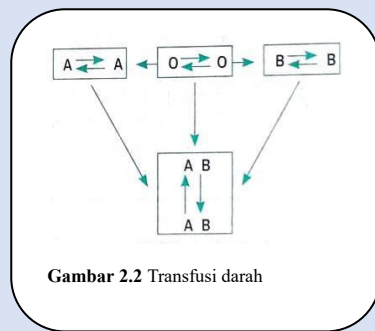
Jika seseorang yang memiliki darah Rh (rhesus negatif) diberi darah dari donor Rh (rhesus positif), orang tersebut akan segera memproduksi aglutinin anti-RhD. Transfusi tersebut pada awalnya tidak membahayakan, tetapi transfusi darah Rh selanjutnya akan mengakibatkan hemolisis sel darah merah donor karena aglutinin anti-RhD pada resipien yang terbentuk sudah banyak. **Hemolisis** adalah pecahnya membran eritrosit sehingga hemoglobin terlepas bebas ke plasma darah. Akibatnya, ginjal harus bekerja keras mengeluarkan sisa pecahan sel-sel darah merah tersebut. Kondisi ini bukan hanya menyebabkan tujuan transfusi darah gagal, tetapi akan memperparah kondisi resipien.

## 2. Pengaruh faktor rhesus terhadap janin saat kehamilan

Faktor rhesus tidak berpengaruh terhadap kesehatan, tetapi perlu diperhatikan oleh pasangan ayah-ibu dengan rhesus yang berbeda. Jika ibu memiliki darah rhesus positif dan Janin yang dikandungnya memiliki rhesus negatif, perbedaan ini tidak menimbulkan masalah. Namun, jika ibu memiliki darah rhesus negatif, sedangkan Janin yang dikandungnya memiliki rhesus positif (warisan dari ayah), tubuh ibu secara alamiah akan bereaksi membentuk zat antibodi anti-Rh untuk melindungi tubuh ibu sekaligus melawan "benda asing" (antigen RhD darah janin). Akibatnya sel darah merah Janin akan pecah dan hancur (hemolisis). Kondisi ini dapat menyebabkan kematian janin di dalam rahim atau jika lahir bayi menderita **eritroblastosis fetalis**, yaitu pembengkakan hati dan limpa, anemia, penyakit kuning (Jaundice), dan gagal jantung.

**Eritroblastosis fetalis** dapat dicegah dengan pemberian injeksi anti-D (Rho) imunoglobulin atau RhoGam pada itu RhoGam akan menghancurkan sel darah merah janin yang beredar dalam darah ibu sebelum sel darah merah janin membentuk antibodi ibu yang dapat menembus dalam sirkulasi darah janin. Hal tersebut akan membuat janin terlindung dari serangan antibodi ibu. Injeksi RhoGam terus diulang pada setiap kehamilan selanjutnya yaitu kehamilan kedua, ketiga, dan seterusnya.

## 5. Transfusi Darah



**Transfusi darah** adalah proses mentransfer darah atau produk berbasis darah dari seseorang ke sistem peredaran darah orang lain. Transfusi darah bertujuan menyelamatkan jiwa yang dilakukan pada kondisi medis tertentu, misalnya kehilangan darah dalam jumlah besar akibat dari trauma, operasi, atau tidak berfungsinya organ pembentuk sel darah merah. Transfusi darah juga dapat digunakan untuk mengobati anemia berat, trombositopenia (berkurangnya trombosit) yang disebabkan oleh penyakit darah, gangguan pembekuan darah (hemofilia), dan kelainan darah sel sabit (sikleimia) yang memerlukan transfusi darah lebih sering

Pada awalnya, proses transfusi menggunakan darah secara keseluruhan, tetapi praktik medis modern biasanya hanya menggunakan komponen darah. Darah harus disimpan di dalam lemari es untuk mencegah pertumbuhan bakteri dan memperlambat metabolisme sel. Transfusi dilakukan 20-30 menit setelah unit darah (kantong darah) dikeluarkan dari lemari tempat penyimpanan agar pasien tidak menggigil. Sebelum proses transfusi, rincian pribadi pasien dicocokkan dengan darah yang akan ditransfusikan, untuk mengurangi risiko reaksi transfusi. Sebuah unit darah yang berisi darah 250-500 mL biasanya diberikan selama empat jam.

Orang yang memberikan darahnya disebut **donor**, sedangkan orang yang menerima darah disebut **resipien**. Pada saat transfusi darah diberikan, plasma darah dari donor diencerkan oleh plasma darah resipien sehingga aglutinin (antibodi) donor tidak dapat menyebabkan aglutinasi (penggumpalan). Namun, aglutinogen (antigen) pada sel donor sangat penting transfusi. Jika golongan darah donor tidak cocok dengan golongan darah resipien, aglutinin (antibodi) dalam plasma darah resipien akan menggumpalkan sel darah merah donor. Akibatnya, pembuluh darah kecil akan tersumbat dan terjadi hemolisis yang akan melepaskan hemoglobin ke dalam aliran darah. Hemoglobin yang terbawa ke tubulus

ginjal akan mengendap dan menutup tubulus sehingga ginjal menjadi tidak berfungsi.

**Golongan darah O** disebut **donor universal** karena golongan darah O tidak memiliki aglutinogen (antigen) untuk digumpalkan sehingga dapat diberikan kepada resipien semua golongan darah, asalkan volume transfusinya sedikit.

**Golongan darah AB** disebut **resipien universal** karena tidak memiliki aglutinin (antibodi) dalam plasma darahnya yang akan menggumpalkan darah sehingga dapat menerima darah dan donor semua golongan darah.

## 6. Organ Peredaran Darah

Organ penyusun sistem peredaran darah pada manusia yaitu **jantung** dan **pembuluh darah** (arteri, kapiler, dan vena).

### a. Jantung

Jantung merupakan organ berongga yang terdiri atas empat ruangan, berbentuk seperti kerucut tumpul dengan puncak (apeks) di bawah miring ke sebelah kiri, terletak di antara kedua paru-paru, dan berukuran sebesar kepalan tangan pemiliknya. Berat jantung orang dewasa, yaitu 220-260 gram. Jantung dan pembuluh darah besar dibungkus oleh membran perikardium. **Perikardium** merupakan kantong yang terdiri atas lapisan ganda yang dapat membesar dan mengecil, mengandung **cairan perikardial**, serta melekat pada diafragma, sternum, dan pleura (lapisan pembungkus paru-paru).

**Dinding jantung** terdiri atas tiga lapisan, yaitu sebagai berikut :

1. **Epikardium** merupakan bagian luar yang menutup permukaan jantung dan tersusun dari lapisan sel-sel mesotelium yang berada di atas jaringan ikat.
2. **Miokardium** merupakan bagian tengah yang terdiri atas jaringan otot jantung dan mampu berkontraksi untuk memompa darah. Ketebalan miokardium pada tiap ruangan jantung bervariasi.
3. **Endokardium** merupakan bagian dalam yang tersusun dari lapisan endotelium. Endokardium melapisi jantung, katup, dan berhubungan

dengan lapisan endotelium pembuluh darah yang memasuki dan meninggalkan jantung.

Sel-sel otot jantung mengalami modifikasi membentuk sistem penghantar rangsangan yang mengatur denyut jantung. Rambatan rangsangan terjadi dari satu sel otot jantung ke sel yang lainnya. **Serat Purkinje** merupakan sel-sel otot jantung khusus yang berperan dalam sistem penghantar rangsangan, yang terdapat di bawah endokardium. Otot jantung akan berkontraksi secara ritmis dan terus-menerus memompakan darah melalui sistem sirkulasi. Kerja otot jantung diatur oleh **sistem saraf otonom** (saraf tidak sadar), yaitu **saraf simpatik** dan **parasimpatik**. Saraf simpatik bekerja mempercepat denyut jantung, sedangkan saraf parasimpatik memperlambat denyut jantung.

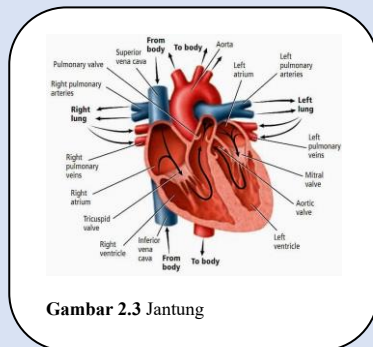
Jantung memiliki empat ruangan, yaitu atrium (serambi) kanan dan kiri serta ventrikel (bilik) kanan dan kiri.

1. **Atrium** kanan dan kiri dipisahkan oleh **septum interatrial**. Namun, di antara atrium kanan dan atrium kiri janin, terdapat lubang yang disebut **foramen ovale**. Dinding atrium relatif tipis. Atrium menerima darah dari vena yang membawa darah kembali ke jantung. Atrium kanan menerima darah dari seluruh tubuh, kecuali paru-paru. Sementara itu, atrium kiri menerima darah dari paru-paru.
2. **Ventrikel** kanan dan kiri dipisahkan oleh **septum interventrikuler**. Ventrikel berdinding tebal sehingga mampu mendorong darah keluar dari jantung menuju arter yang membawa darah meninggalkan jantung. Ventrikel kanan memompa darah menuju ke paru-paru melalui **batang pulmonari**. Sementara itu, ventrikel kiri memompa darah ke seluruh tubuh melalui **aorta**. Dinding ventrikel kiri lebih tebal tiga kali lipat daripada dinding ventrikel kanan
3. **Katup jantung** terdiri atas **katup trikuspid** dan **katup bikuspid (katup mitral)**.
  - **Katup trikuspid** terletak di antara atrium kanan dan ventrikel kanan serta memiliki tiga daun katup. Jika tekanan darah pada atrium kanan lebih besar daripada atrium kiri, daun katup trikuspid akan terbuka dan darah mengalir dari atrium kanan ke ventrikel kanan, Jika tekanan

darah pada ventrikel kanan lebih besar daripada atrium kanan, daun katup trikuspid akan menutup sehingga dapat mencegah aliran balik dan darah dari ventrikel kanan tidak kembali ke atrium kanan.

- **Katup bikuspid (katup mitral)** terletak di antara atrium kiri dan ventrikel kiri. Katup ini berfungsi mencegah aliran balik sehingga darah dari ventrikel kiri tidak kembali ke atrium kiri.

### Sistem Pengaturan Jantung

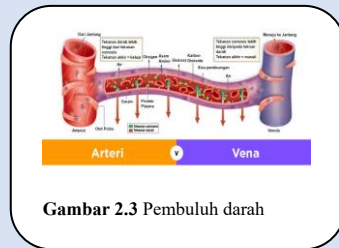


Gambar 2.3 Jantung

Jantung memiliki sifat otoritmisitas, yaitu mampu berkontraksi atau berdenyut secara ritmis akibat potensial aksi yang dihasilkannya sendiri. Sel-sel jantung yang melakukan berikut.

1. **Nodus sinoatrialis (nodus SA)** adalah suatu daerah kecil khusus di dinding atrium kanan dekat pintu masuk vena kava superior. Nodus SA disebut pemacu normal dan memiliki potensial aksi 70-80 denyut per menit.
2. **Nodus atrioventrikular (nodus AV)** adalah suatu berkas kecil sel-sel otot jantung khusus yang terletak di dasar atrium kanan dekat septum, tepat di atas pertemuan atrium dan ventrikel. Nodus AV memiliki potensial aksi 40-60 denyut per menit.
3. **Berkas His (berkas atrioventrikular)** adalah sel-sel khusus yang berasal dari nodus AV dan masuk ke septum antarventrikel. Berkas ini terbagi menjadi dua cabang berkas, kanan dan kiri yang turun menyusuri septum, dan melengkung mengelilingi ujung rongga ventrikel. Berkas His memiliki potensial aksi 20-40 denyut per menit.
4. **Serat Purkinje** adalah serat-serat halus terminal yang menjulur dari berkas His dan menyebar ke seluruh miokardium ventrikel. Serat Purkinje memiliki potensial aksi 20-40 denyut per menit. Pembuluh darah merupakan serangkaian tabung (saluran) tertutup dan bercabang yang berfungsi membawa darah dari

#### b. Pembuluh Darah



Gambar 2.3 Pembuluh darah

jantung ke jaringan, kemudian kembali ke jantung. Pembuluh darah utama ada tiga macam, yaitu **arteri**, **kapiler**, dan **vena**.

## 1. Arteri

Arteri berfungsi membawa darah meninggalkan jantung. Arteri memiliki dinding yang tebal, kuat, dan bersifat elastis. Dinding arteri terdiri atas tiga lapisan, yaitu sebagai berikut

- **Tunika eksterna (adventisia)** merupakan lapisan terluar yang terdiri atas jaringan ikat fibrosa dan berfungsi menguatkan dinding arteri.
- **Tunika media** merupakan lapisan tengah yang terdiri atas jaringan otot polos dan serabut elastis.
- **Tunika intima** merupakan lapisan dalam yang tersusun dari sel-sel endotelium.

Arteri yang terbesar adalah **aorta** dan **arteri pulmonalis** dengan diameter 1-3 cm. Aorta adalah pembuluh darah terbesar yang keluar dari ventrikel kiri dan mengalirkan darah yang kaya oksigen ke seluruh tubuh. Pada perbatasan antara ventrikel kiri dan aorta, terdapat sebuah katup **semilunar aorta**. Sementara itu, arteri pulmonalis adalah pembuluh darah yang mengalirkan darah kaya karbon dioksida dari ventrikel kanan ke paru-paru. Pada perbatasan antara ventrikel kanan dan arteri pulmonalis, terdapat katup **semilunar arteri paru-paru**. Arteri bercabang-cabang ke seluruh tubuh, membentuk **arteriola**. Arteri mendapatkan nutrisi dari pembuluh darah **vasa vasorum**.

## 2. Kapiler

Kapiler (pembuluh rambut) merupakan pembuluh darah yang sangat halus, berdiameter sekitar 0,008 mm, serta berdinding sangat tipis sehingga memudahkan plasma darah dan zat makanan merembes ke cairan jaringan antarsel. Dinding kapiler tersusun dari selapis endotelium. Kapiler menghubungkan arteriol dengan venula. Area

kapiler di seluruh tubuh sangat luas, diperkirakan sekitar 7.000 m<sup>2</sup> pada orang dewasa. Bagian tubuh yang tidak memiliki kapiler, yaitu **rambut, kuku, tulang rawan, dan kornea mata**.

Fungsi kapiler, antara lain sebagai berikut.

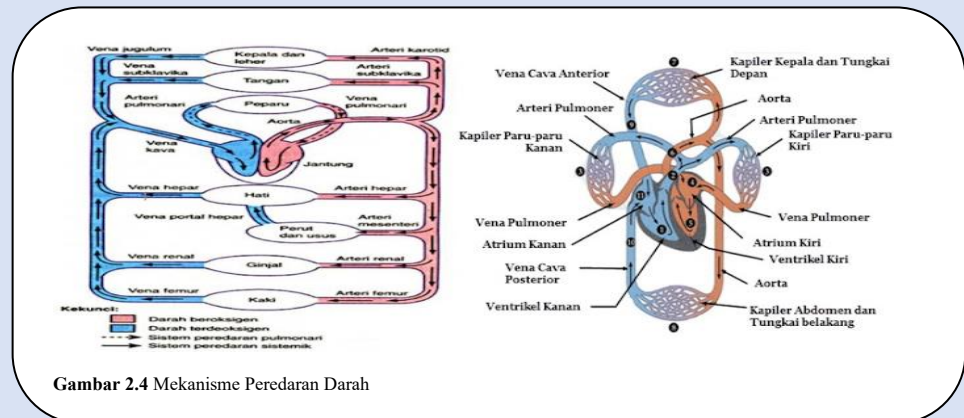
- Penghubung antara arteri dengan vena.
- Mengambil zat-zat dari kelenjar.
- Tempat terjadinya pertukaran zat-zat antara darah dengan cairan jaringan.

Mengembalikan darah ke jantung dengan tekanan yang sangat rendah, serta memiliki katup-katup seperti kelopak yang muncul dari dalam. Katup pada vena berfungsi mencegah aliran balik sehingga darah tidak kembali lagi ke sel atau jaringan. Sistem vena terdiri atas **venula, vena kecil, vena sedang, dan vena besar**. Venula berhubungan dengan kapiler.

Vena berukuran besar yang masuk ke jantung ada tiga macam, yaitu sebagai berikut.

- **Vena kava superior** merupakan vena yang menerima darah kaya karbon dioksida dari tubuh bagian atas, leher, dan kepala, kemudian masuk ke atrium kanan.
- **Vena kava inferior** merupakan vena yang menerima darah kaya karbon dioksida dari tubuh bagian bawah, kemudian mengalirkannya masuk ke atrium kanan.
- **Vena pulmonalis** merupakan vena yang membawa darah kaya oksigen dari paru-paru, kemudian mengalirkannya masuk ke atrium kiri.

## 7. Mekanisme Peredaran Darah Manusia



Mekanisme sistem peredaran darah pada manusia ada dua macam, yaitu sistem **peredaran darah pulmonalis** (peredaran darah kecil/pendek) dan **sistem peredaran darah sistemik** (peredaran darah besar/panjang).

- **Sistem peredaran darah pulmonalis** (peredaran darah kecil/pendek), yaitu sistem peredaran darah dari jantung, menuju ke paru-paru, dan kembali ke jantung. Mekanismenya: ventrikel berkontraksi → katup trikuspid tertutup - katup semilunar arteri paru-paru terbuka → darah kaya CO<sub>2</sub>, dari ventrikel kanan dibawa oleh arteri pulmonalis → menuju ke paru-paru kanan dan kiri → di paru-paru darah melepaskan CO<sub>2</sub>, → darah mengambil O<sub>2</sub> di paru-paru → darah kaya O<sub>2</sub>, dibawa oleh vena pulmonalis → menuju ke atrium kiri → ventrikel relaksasi → katup bikuspid terbuka darah mengalir ke ventrikel kiri.
- **Sistem peredaran darah sistemik** (peredaran darah besar Jantung Jantung katup bikusan panjang), yaitu sistem peredaran darah dari jantung ke seluruh tubuh, dan kembali ke jantung. Mekanismenya: ventrikel berkontraksi tertutup katup semilunar aorta terbuka → dari ventrikel kiri masuk ke aorta darah kaya O<sub>2</sub>, dibawa oleh arteri didarakan ke seluruh tubuh (kecuali paru-paru → darah melepaskan O<sub>2</sub>, dan mengambil CO<sub>2</sub>, dan seluruh jaringan tubuh darah kaya CO<sub>2</sub>, dibawa oleh vena kanan menuju ke atrium kanan ventrikel relaksasi trikuspid terbuka darah mengalir ke ventrikel kanan katup

### a. Sirkulasi Portal

**Sirkulasi portal** adalah aliran darah balik (darah vena) yang berasal dari lambung, usus, pankreas, dan limpa yang dikumpulkan melalui vena porta hepatica menuju ke hati dan membentuk sistem kapiler. Kemudian, bersatu dengan kapiler kapiler dari arteri hepatica. Darah keluar dari hati melalui vena hepatica dan melalui vena kava inferior menuju ke jantung.

**b. Sirkulasi koroner**

**Sirkulasi koroner** adalah peredaran darah di dalam jantung yang berfungsi memberikan darah untuk memenuhi nutrisi seluruh bagian jantung. Arteri koroner kanan dan kiri yang meninggalkan aorta bercabang-cabang menjadi arteri arteri kecil yang mengitari jantung

**c. Peredaran Darah pada Janin (*Fetus*)**

Ketika masih di dalam kandungan, janin akan mendapatkan oksigen dan zat nutrisi dari darah ibu melalui **plasenta**. Plasenta merupakan jaringan dinding rahim yang banyak mengandung pembuluh darah sebagai tempat pertukaran zat. Zat yang diperlukan janin akan diambil dari darah ibu, sedangkan yang tidak berguna akan dikeluarkan. Plasenta terbentuk sekitar minggu ke-8 kehamilan, menempel pada dinding endometrium dan terikat kuat sampai bayi lahir. Plasenta memiliki **tali pusar (*duktus umbilikal*)** yang di dalamnya terdapat **vena umbilikal** dan **arteri umbilikal**. **Vena umbilikal** berjumlah satu buah serta berfungsi membawa darah kaya oksigen dan nutrisi dari plasenta ke peredaran darah janin. **Arteri umbilikal** berjumlah dua buah serta berfungsi membawa darah kaya karbon dioksida dan zat sisa dari tubuh janin ke plasenta.

**D. Pengukuran Tekanan Darah Arteri (Sistole dan Diastole)**

**Tekanan darah** adalah daya dorong darah ke semua arah pada seluruh permukaan yang tertutup, yaitu pada dinding bagian dalam jantung dan pembuluh darah. Alat untuk mengukur tekanan

darah, yaitu **tensimeter** atau **sfigmomanometer** dan **stetoskop**. Stetoskop biasanya diletakkan tepat pada bagian arteri brakialis di lekuk siklus sirkulasi. Pada saat ventrikel kiri memompa darah masuk ke aorta, tekanan naik sampai puncaknya, disebut sistole. Tekanan kemudian menurun sampai titik terendah, disebut diastole. Jadi, tekanan **sistole** adalah angka yang menunjukkan tekanan darah ketika jantung berkontraksi untuk memompa darah ke arteri dan nadi. Tekanan **diastole** adalah angka yang menunjukkan tekanan darah ketika jantung relaksasi atau tekanan darah balik dari arteri dan nadi ke jantung. Tekanan darah normal, yaitu sistole sebesar 120 mmHg dan diastole sebesar 80 mmHg. Tekanan sistole dan diastole seseorang berubah-ubah sesuai dengan keadaan kesehatan serta dipengaruhi oleh faktor usia dan penyakit. Untuk mengetahui tekanan darah, lakukan kegiatan berikut :

#### E. Denyut Nadi

Pemeriksaan frekuensi denyut nadi adalah pemeriksaan denyut pada pembuluh nadi atau arteri yang teraba p dinding pembuluh darah arteri pada saat terjadi gerakan pada atau aliran darah akibat kontraksi jantung. Pengukuran kecepatannya dapat dilakukan pada beberapa titik denyut antara lain denyut arteri radialis pada pergelangan tangan, arteri karotis pada leher, arteri brakialis pada lengan atas, arteri popliteal pada belakang lutut, arteri dorsalis pedis, dan arteri tibialis posterior pada kaki. Pemeriksaan denyut nadi dapat dilakukan dengan bantuan stetoskop.

Faktor yang memengaruhi denyut nadi, yaitu sebagai berikut.

1. **Usia**, peningkatan usia menyebabkan frekuensi denyut nadi berangsur-angsur menurun.

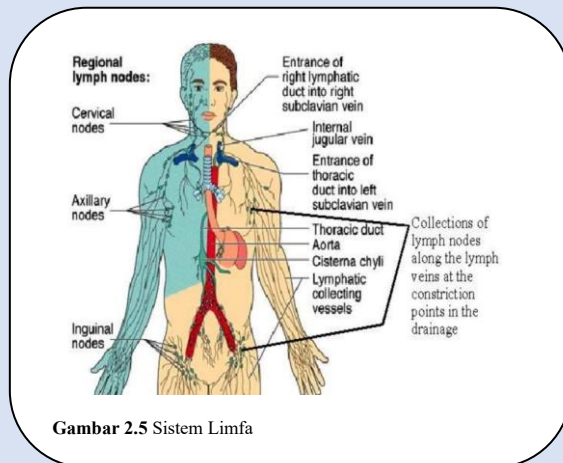
Tabel 3. Frekuensi denyut nadi normal berdasarkan usia

Usia	Rentang	
	Normal Denyut Nadi per Menit	Rata-Rata
0 bulan (Bayi baru lahir)	120-160	140
1-12 Bulan	80-140	120
1-2 Bulan	80-130	110
3-6 Bulan	75-120	100
7-12 Bulan	75-110	95
Remaja	60-100	80
Dewasa	60-100	80

2. **Jenis kelamin**, laki-laki memiliki frekuensi denyut nadi sedikit lebih rendah daripada perempuan. Denyut nadi perempuan lebih cepat 7 hingga 8 kali dibandingkan dengan denyut nadi laki-laki.
3. **Irama sirkadian** adalah proses-proses yang saling berhubungan yang dialami tubuh untuk menyesuaikan dengan perubahan waktu selama 24 jam. Rata-rata frekuensi denyut nadi menurun pada pagi hari dan meningkat pada siang atau sore hari.
4. **Bentuk tubuh**, orang yang tinggi langsing biasanya memiliki frekuensi denyut nadi lebih rendah dibandingkan orang yang gemuk.
5. **Aktivitas**, frekuensi denyut nadi meningkat ketika beraktivitas dan akan menurun Ketika istirahat
6. **Stres dan emosi**, rangsangan saraf simpatis serta emosi, seperti cemas, takut, dan gembira, dapat meningkatkan denyut nadi.
7. **Suhu tubuh** setiap peningkatan 1°C menyebabkan frekuensi denyut nadi meningkat 15 kali/menit Sebaliknya, jika terjadi penurunan suhu tubuh frekuensi denyut nadi akan menurun.

8. **Volume darah**, kehilangan darah yang berlebihan akan menyebabkan peningkatan denyut nadi.
9. **Obat-obatan**, beberapa jenis obat dapat menurunkan atau meningkatkan kontraksi jantung dan denyut nadi Contohnya, kafein, nikotin, hormon tiroid, dan adrenalin dapat meningkatkan frekuensi denyut nadi.

## B. Sistem Limfa



Fungsi sistem limfa, yaitu sebagai berikut.

- Mengembalikan kelebihan cairan jaringan. Jika cairan tidak dikeluarkan, cairan akan terkumpul dalam ruang antarsel dan menyebabkan edema.
- Mengendalikan kualitas aliran cairan jaringan dengan cara

menyaringnya melalui nodus-nodus limfa sebelum dikembalikan ke sistem sirkulasi.

- Mengeluarkan zat-zat toksin dan debris sel (sel yang rusak dari jaringan setelah terjadi infeksi atau kerusakan jaringan).
- Mengangkut lemak yang sudah berbentuk emulsi usus ke sistem peredaran darah. Saluran khusus yang mengangkut lemak adalah **lakteal** (saluran limfa).
- Mengembalikan protein plasma ke dalam sirkulasi agar protein plasma tidak terakumulasi dan tidak mengganggu dinamika kapiler. Mengangkut limfosit dari kelenjar limfa ke sirkulasi darah.
- Menyaring dan menghancurkan mikroorganisme Menghasilkan zat antibodi untuk melindungi tubuh terhadap infeksi.

Sistem limfa terdiri atas organ yang memproduksi dan menyimpan limfosit, pembuluh limfa, serta cairan limfa.

1. **Organ limfa**, antara lain sebagai berikut.

- a. **Nodus limfa** merupakan struktur berbentuk oval (menyerupai bentuk buncis), berukuran 1-20 mm, tersusun dari sejumlah pembuluh limfa, serta berfungsi menyaring dan menghancurkan partikel asing (misalnya, bakteri) agar tidak

menyebar ke jaringan tubuh. Jika terlalu banyak bakteri yang tersaring, nodus limfa akan membengkak beberapa kali dari ukuran normalnya karena terjadi proliferasi limfosit dan sel-sel lainnya. Nodus limfa, antara lain **nodus submaksila** (di bagian dasar mulut), **serviks** (di leher), **nodus supratroklear** (tepat di atas lekukan siku), **nodus ketiak** (di lengan atau bagian dalam dan dada atas/ketiak), dan **nodus inguen** (di lipatan paha)

- b. **Kelenjar timus** merupakan kelenjar yang terletak di dada, berwarna kemerahan, terdiri atas dua lobus, dan berperan dalam sistem kekebalan karena memproduksi limfosit T. Pada bayi yang baru lahir, timus berukuran sangat kecil dengan berat sekitar 10 gram. Ukurannya akan bertambah hingga 30-40 gram pada masa remaja, kemudian akan mengecil lagi.
  - c. **Kelenjar amandel (tonsil)** terletak di bagian kanan dan kiri faring di belakang rongga mulut. Tonsil berfungsi menahan mikroorganisme (misalnya, bakteri dan virus) yang masuk melalui mulut, hidung, dan kerongkongan.
  - d. **Limpa (lien)** adalah kelenjar berwarna ungu tua, terletak di sebelah kiri abdomen (di bawah iga ke-9, ke-10, dan ke-11), dan permukaan luarnya menyentuh diafragma. Limpa berfungsi menghasilkan limfosit dan zat antibodi, menghancurkan sel darah putih dan trombosit, serta menghasilkan sel darah merah pada masa janin. Limpa menerima darah dari arteri limpa dan keluar melalui vena limpa pada vena porta. Darah dari limpa tidak langsung menuju jantung, tetapi terlebih dulu ke hati.
2. **Pembuluh limfa** terdapat di seluruh tubuh dan organ tubuh (kecuali, saraf pusat, bola mata, telinga dalam, epidermis kulit, kartilago, dan tulang). Pembuluh limfa berupa vena kecil yang memiliki banyak katup serta ber dinding transparan dan sangat permeabel sehingga partikel yang berukuran sangat besar dapat masuk ke jaringan. Pembuluh limfa terkecil (**kapiler limfa**) terdiri atas selapis endotelium yang berukuran lebih besar daripada kapiler darah. Pembuluh limfa terkecil terdapat pada vili usus halus yang disebut **lakteal** (saluran limfa). Lakteal berfungsi membawa lemak ke peredaran darah. Pembuluh limfa kecil menyatu menjadi pembuluh limfa besar.
3. **Cairan limfa (getah bening)** adalah cairan jaringan yang diabsorpsi ke dalam kapiler limfa, berwarna kekuning-kuningan, serta mengandung plasma protein,

limfosit, keping darah, fibrinogen, lemak, dan sedikit oksigen. Cairan limfa tidak mengandung sel darah merah dan karbon dioksida.

### **Aliran Limfa**

Cairan limfa berasal dari cairan jaringan melalui difusi atau filtrasi ke dalam kapiler-kapiler limfa hingga masuk ke sirkulasi darah melalui vena. Sekitar tiga liter cairan limfa masuk ke sirkulasi darah selama 24 jam. Seluruh pembuluh limfa. Sumber apapun (termasuk kontraksi dinding pembuluh) dapat menyebabkan cairan limfa mengalir maju ke satu arah sepanjang pembuluh limfa. Faktor yang menggerakkan cairan limfa, y **kontraksi otot** (gerakan bagian tubuh), **inspirasi** dan **ekspirasi** rongga dada, serta **pemijatan (massage)** tubuh. Olahraga dapat meningkatkan aliran cairan limfa sebanyak 5-15 kali. Sebaliknya, pada saat beristirahat, aliran cairan limfa menjadi sangat lambat.

Sirkulasi cairan limfa adalah sebagai berikut. yaitu

Cairan interstisial dari jaringan masuk ke kapiler limfa → cairan interstisial yang sudah berada di dalam kapiler limfa (disebut cairan limfa) mengalir dari kapiler limfa → ke saluran penampung ke pembuluh limfa yang lebih besar → bergabung membentuk **trunkus (batang saluran) limfa utama**

Terdapat dua macam batang saluran limfa utama, yaitu sebagai berikut.

1. **Duktus limfatikus sinistra** (kiri) disebut juga **duktus torasikus** mengumpulkan cairan dari seluruh tubuh, kecuali kuadran kanan atas, serta menerima cairan limfa dari pembuluh limfa yang berasal dari kepala kiri, leher kiri, dada sebelah kiri anggota gerak bawah, dan alat-alat dalam rongga perut.
2. **Duktus limfatikus dekstra** (kanan) merupakan pembuluh limfa yang pendek serta menerima cairan limfa dari pembuluh limfa yang berasal dari kepala kanan, leher kanan, dada kanan, lengan sebelah kanan, dan trunkus bronkmediastinal kanan (saluran penampung limfa dari rongga di antara paru-paru).

### **C. Gangguan Sistem Peredaran Darah**

Gangguan, kelainan, dan penyakit yang berkaitan dengan sistem peredaran darah dan sistem limfa, antara lain sebagai berikut.

1. **Anemia** adalah keadaan saat jumlah sel darah merah atau Jumlah hemoglobin dalam sel darah merah berada di bawah normal. Anemia ditandai oleh hematokrit (persentase eritrosit dalam volume darah) yang rendah. Jenis anemia, antara lain **anemia perniosa** yang disebabkan oleh ketidakmampuan tubuh menyerap vitamin B12, **anemia gizi** karena kekurangan zat besi dalam makanan, dan **anemia aplastik** yang disebabkan oleh kegagalan sumsum tulang memproduksi sel darah merah.
2. **Hemofilia** adalah kegagalan dalam proses pembekuan darah pada pembuluh darah yang cedera membeku). Hemofilia disebabkan oleh defisiensi faktor pembekuan darah. Sekitar 80% kasus hemofilia disebabkan oleh kelainan genetik (penyakit keturunan).
3. **Leukemia** adalah gangguan produksi leukosit y terlalu banyak. Leukemia dapat terjadi pada semua u terutama anak-anak. Pada leukemia akut, kematian dapa terjadi dalam beberapa minggu. Pada leukemia kronik, pasien dapat hidup beberapa tahun. yang umur
4. **Siklemia (sickle cell disease/penyakit sel sabit)** adalah penyakit genetik akibat mutasi gen yang menyebabkan se darah merah memiliki hemoglobin abnormal (hemoglobin S) sehingga kekurangan jumlah oksigen dan berbentuk seperti bulan sabit. Sel sabit ini rapuh dan mudah pecah saat melewati pembuluh darah. Akibatnya, terjadi anemia penyumbatan aliran darah, kerusakan organ, dan kematian
5. **Talasemia** adalah sekelompok gangguan genetik yang memengaruhi produksi hemoglobin, protein dalam sel darah merah yang berfungsi untuk mengangkut oksigen ke seluruh tubuh. Pada individu dengan talasemia, terjadi gangguan dalam sintesis atau produksi hemoglobin yang normal. Ini dapat mengakibatkan berbagai masalah kesehatan, termasuk anemia (jumlah sel darah merah yang rendah) dan masalah kesehatan lainnya. Talasemia disebabkan oleh mutasi genetik yang diturunkan dari orangtua ke anak.
6. **Hipertensi** adalah tekanan darah arteri meningkat hingga di atas normal (misalnya, di atas 140/99 mmHg) Hipertensi dapat mengakibatkan pecahnya pembuluh darah dan stroke (tersumbatnya arteri otak)
7. **Hipotensi** adalah tekanan darah arteri menurun hingga di bawah normal (misalnya, kurang dari 90/60 mmHg) Penyebab hipotensi, yaitu kehamilan, berbaring terlalu lama karena sakit, konsumsi obat pelangsing yan berlebihan, dan dehidrasi
8. **Arteriosklerosis** adalah penyakit degeneratif arteri yang menyebabkan sumbatan bertahap sehingga mengurangi aliran darah. Di bawah lapisan dalam arteri, terdapat

plak-plak lemak. Hal tersebut dapat disebabkan oleh kolesterol teroksidasi, radikal bebas, tekanan darah tinggi, homosistein, bahan kimia yang dibebaskan dari sel lemak dan bakteri atau virus merusak dinding pembuluh darah.

9. **Trombus** adalah gumpalan bekuan darah yang menyumbat pembuluh darah di tempat terjadinya kerusakan (misalnya, setelah operasi).
10. **Embolus** adalah gumpalan bekuan darah yang bergerak di dalam sirkulasi dan terjepit di dalam pembuluh darah kecil.
11. **Jantung koroner** adalah tersumbatnya arteri koroner sehingga aliran darah yang mencapai sel-sel otot jantung hanya berjumlah sedikit. Jantung koroner dapat disebabkan oleh kebiasaan merokok, makanan berkolesterol tinggi, kegemukan, diabetes melitus, penuaan, tekanan darah tinggi, dan faktor keturunan.
12. **Varises** adalah pelebaran pembuluh darah vena. Biasanya pada anggota tubuh bawah (misalnya, betis). Varises disebabkan oleh menurunnya elastisitas pembuluh vena (misalnya, karena terlalu lama berdiri atau memakai sepatu berhak tinggi yang memaksa vena bekerja lebih berat).
13. **Hemoroid (wasir)** adalah pelebaran pembuluh darah vena di sekitar anus. Penyebab wasir sebenarnya sederhana, yakni saat susah buang air besar, tetap dipaksakan mengeluarkan kotoran. Penyebab susah buang air besar ini adalah kurang minum, kurang makan serat, kurang olahraga, banyak duduk, dan mengangkat benda yang berat-berat.
14. **Limfangitis** adalah infeksi dan peradangan pembuluh limfa sehingga tampak garis-garis merah di bawah kulit. Jika terjadi infeksi, biasanya kelenjar pada ketiak dan lipat paha akan terasa sakit.
15. **Edema** adalah akumulasi volume abnormal cairan interstisial pada ruangan di antara sel. Edema dapat disebabkan oleh peningkatan tekanan filtrasi dalam kapiler (sebagai akibat gagal jantung), ataupun penurunan tekanan osmosis plasma (akibat penyakit ginjal dan kekurangan protein).
16. **Infark miokard (IM)** umumnya dikenal sebagai serangan jantung, terjadi ketika sekelompok otot jantung mati karena penyumbatan mendadak dari arteri koroner (trombosis koroner). Hal ini biasanya disertai dengan nyeri dada luar biasa dan sejumlah kerusakan jantung.

## GLOSARIUM

Arteri	: Pembuluh yang berfungsi untuk mengangkut darah yang keluar dari jantung.
AV node	: Suatu simpul yang terletak pada bagian posterior kanan dari ( <i>Atrio Ventricular node</i> ) septum antar atrium yang berbatasan dengan dinding ventrikel.
Nodus Limfe	: Berbentuk kecil lonjong atau seperti kacang dan terdapat di sepanjang pembuluh limfe.
Plasma Darah	: Cairan berwarna kekuning-kuningan dan terdapat sel-sel darah
SA Node	: Suatu jaringan khusus yang terletak pada pertemuan antara vena kemampuannya untuk facemaker listrik jantung.
Albumin	: Protein plasma
Gamma globulin	: Protein dengan muatan negatif yang terlemah dan berfungsi sebagai antibodi
Hematokrit	Rasio volume eritrosit yang dipisahkan dari plasma darah menggunakan metode sentrifugasi
<i>eritropoiesis</i>	: Pembentukan eritrosit
Trombosit	: Fragmen sel, tidak bernukleus, dan berasal dari megakariosit yang sangat besar di dalam sumsum tulang.
Protrombin	: Senyawa globulin yang larut dalam plasma darah. Protrombin dibuat di dalam hati dengan bantuan vitamin K. Protrombin akan diubah menjadi trombin.
Fibrinogen	: Protein plasma yang disintesis di hati dan dapat diubah menjadi fibrin.
Ion kalsium	: Ion anorganik dalam plasma serta dapat diperoleh dari makanan dan tulang. Ion kalsium diperlukan pada seluruh tahap proses pembekuan darah.
Tromboplastin ( <i>trombokinase</i> )	: Protein plasma (enzim) yang disintesis di dalam hati dan memerlukan vitamin K dalam bekerja. Enzim ini merupakan faktor antihemofilia (FAH).
Hemolisis	: Pecahnya membran eritrosit sehingga hemoglobin terlepas bebas ke plasma darah.
Transfusi darah	: Proses mentransfer darah atau produk berbasis darah dari seseorang ke sistem peredaran darah orang lain.
Kapiler	: Pembuluh darah yang sangat halus, berdiameter sekitar 0,008 mm, serta berdinding sangat tipis sehingga memudahkan plasma darah dan zat makanan merembes ke cairan jaringan antarsel.

**DAFTAR PUSTAKA**

Hiswari, Siska and Putri, Eka (2019) *E-modul biologi Kelas XI : sistem sirkulasi pada manusia*. Diakses melalui <https://repositori.kemdikbud.go.id>.  
Diakses pada tanggal 16 September 2023.

Irnaningtyas, Sylva Sagita. (2023). *Biologi SMA/MA Kelas 11/KM*.  
Erlangga : Jakarta.



**Kampus  
Merdeka**  
INDONESIA JAYA



# **LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD)**

**SISTEM PEREDARAN  
DARAH**



# LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

## Sistem Peredaran Darah (Komponen Penyusun Darah)

Nama Anggota : 1.  
2.  
3.  
4.  
5.  
6.

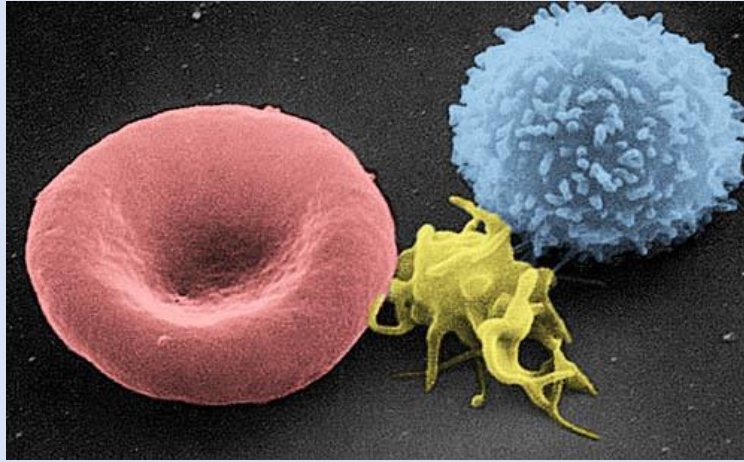
Kelompok :  
Kelas/Semester :  
Alokasi Waktu : 3 Pertemuan  
Hari/Tanggal :  
Tujuan Pembelajaran : Mampu menjelaskan komponen-komponen darah beserta fungsinya pada sistem peredaran darah

### 1. PETUNJUK Pengerjaan

1. Isilah identitas pada kolom yang telah disediakan.
2. Sebelum mengerjakan, bacalah petunjuk **LKPD**.
3. Baca dan Simak permasalahan yang ada, tiru dan praktikkan pembuatan alat melalui instruksi dari guru.
4. Waktu pengerjaan proyek 4 Hari silahkan kalian Menyusun jadwal pembuatan proyek.
5. Buarlah alat peraga sederhana sesuai dengan yang kita disepakati dengan waktu yang sudah kalian tentukan.
6. Catatlah semua kegiatan yang kalian lakukan dalam pengerjaan proyek saat diluar kelas maupun didalam kelas? Tulislah di **LKPD** secara rinci!
7. Presentasikan hasil dari proyek yang sudah dikerjakan didepan kelas
8. Buatlah kesimpulan dari persentasi dengan menjawab pertanyaan dari guru
9. Tuliskan hasil evaluasi kalian terkait kesulitan dalam membuat alat peraga sederhana dan saran untuk perbaikan produk pada kolom refleksi produk

## 2. Tahapan PjBL

### 1. Masalah



Meskipun terlihat seperti cairan berwarna merah, nyatanya darah tersusun dari beragam unsur penyusun, seperti plasma darah, sel darah merah, sel darah putih, dan keping darah.

Masing-masing komponen tersebut memiliki bentuk dan fungsi yang berbeda-beda, ada yang sebagai pengantar  $O_2$  dan  $CO_2$ , ada juga yang menjadi penjaga keamanan dalam ketertiban arus lalu lintas di peredaran darah, ada juga yang menjadi “tim perbaikan” saat pembuluh darah ada kerusakan.

Silakan kalian buat peraga 3 dimensi komponen penyusun darah menggunakan alat dan bahan yang telah disediakan, silakan diskusikan bagaimana bentuk dari komponen penyusun tersebut, dan apakah fungsinya !!

### 2. Mendesain Rancangan Proyek

Berikut beberapa alat dan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan mekanisme sistem peredaran darah secara sederhana?

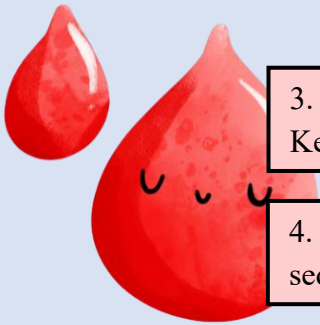
#### Alat :

1. Gunting
2. Selotip
3. Pensil warna

#### Bahan :

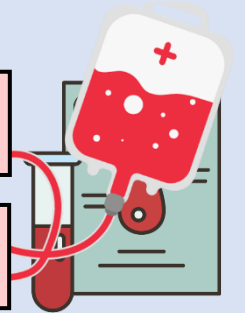
1. Karton atau HVS putih
2. Plastisin





3. Menyusun Jadwal  
Kegiatan ini dilaksanakan selama 5 hari

4. Monitoring peserta didik dan memantau kemajuan proyek yang sedang dibuat (Foto bukti kegiatan dilampirkan)



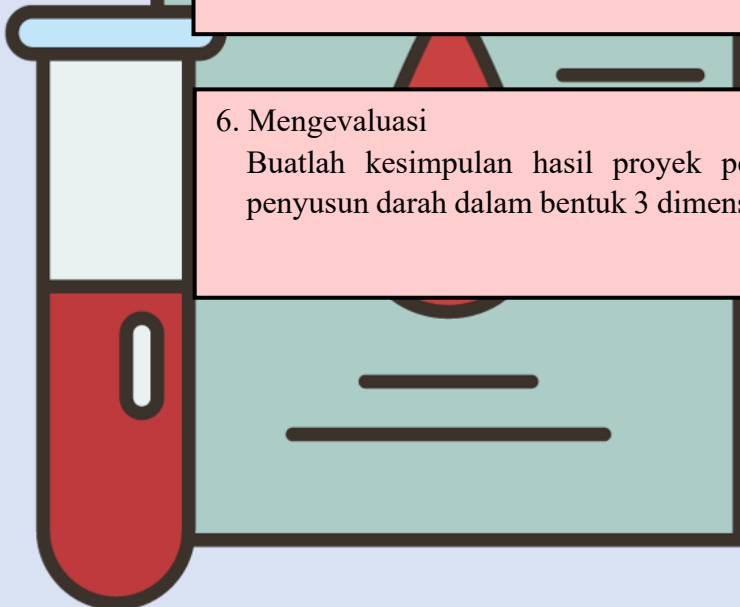
No	Hari/Tanggal	Kegiatan
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

5. Menguji

1. Berdasarkan hasil pengamatan dan literatur, mengapa terdapat perbedaan warna antara eritrosit dan leukosit? Jelaskan hal tersebut!
2. Mengapa pada literatur yang diberikan, jumlah eritrosit lebih banyak daripada leukosit dan trombosit?

6. Mengevaluasi

Buatlah kesimpulan hasil proyek pembuatan struktur jaringan penyusun darah dalam bentuk 3 dimensi dengan bahasa mu sendiri!



Kesimpulan

Refleksi Produk

(Kesulitan-kesulitan yang dialami dan cara mengatasinya, perataan setelah melakukan percobaan dan saran untuk perbaikan)





# LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

## Sistem Peredaran Darah (Golongan Darah)

Nama Anggota : 1.  
2.  
3.  
4.  
5.  
6.






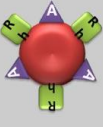


Kelompok :  
Kelas/Semester :  
Alokasi Waktu : 3 Pertemuan  
Hari/Tanggal :  
Tujuan Pembelajaran : Mampu menjelaskan pentingnya golongan darah dalam aktivitas tranfusi darah

### 1. PETUNJUK Pengerjaan

1. Isilah identitas pada kolom yang telah disediakan.
2. Sebelum mengerjakan, bacalah petunjuk **LKPD**.
3. Baca dan Simak permasalahan yang ada, tiru dan praktikkan pembuatan alat melalui instruksi dari guru.
4. Waktu pengerjaan proyek 4 Hari silahkan kalian Menyusun jadwal pembuatan proyek.
5. Buarlah alat peraga sederhana sesuai dengan yang kita disepakati dengan waktu yang sudah kalian tentukan.
6. Catatlah semua kegiatan yang kalian lakukan dalam pengerjaan proyek saat diluar kelas maupun didalam kelas? Tulislah di **LKPD** secara rinci!
7. Presentasikan hasil dari proyek yang sudah dikerjakan didepan kelas
8. Buatlah kesimpulan dari persentasi dengan menjawab pertanyaan dari guru
9. Tuliskan hasil evaluasi kalian terkait kesulitan dalam membuat alat peraga sederhana dan saran untuk perbaikan produk pada kolom refleksi produk

## 2. Tahapan PjBL

### 1. Masalah

<b>O-</b> 	<b>A-</b> 	<b>B-</b> 	<b>AB-</b> 
<b>O+</b> 	<b>A+</b> 	<b>B+</b> 	<b>AB+</b> 

Pada pembagian golongan darah, terdapat pembagian ABO dan pembagian Rh. Kedua jenis pembagian tersebut memiliki dasar apa saja yang menjadi pembedanya.

Pada pembagian ABO, yang menjadi dasar pembedanya adalah keberadaan aglutinin pada plasma darah dan aglutinogen pada membran sel darah merah. Pada Rh, yang menjadi dasar pembedanya adalah keberadaan antigen Rh yang dapat ditemukan pada permukaan membran sel darah merah.

Silakan buat peraga 3 dimensi pembagian golongan darah ABO dengan alat bahan dan cara kerja yang telah tertulis. Silakan diskusikan bentuk dari aglutinogen dan antigen, dan apa yang terjadi jika aglutinogen dan antigen yang sama bertemu



### 2. Mendesain Rancangan Proyek

Berikut beberapa alat dan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan mekanisme sistem peredaran darah secara sederhana?

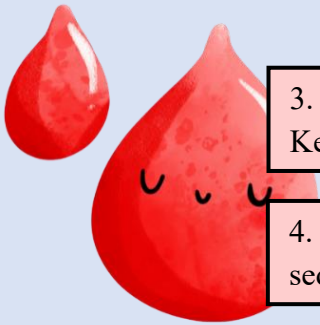
#### Alat :

1. Gunting
2. Selotip
3. Pensil warna

#### Bahan :

1. Karton atau HVS putih
2. Plastisin

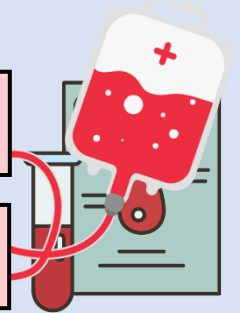




3. Menyusun Jadwal

Kegiatan ini dilaksanakan selama 5 hari

4. Monitoring peserta didik dan memantau kemajuan proyek yang sedang dibuat (Foto bukti kegiatan dilampirkan)



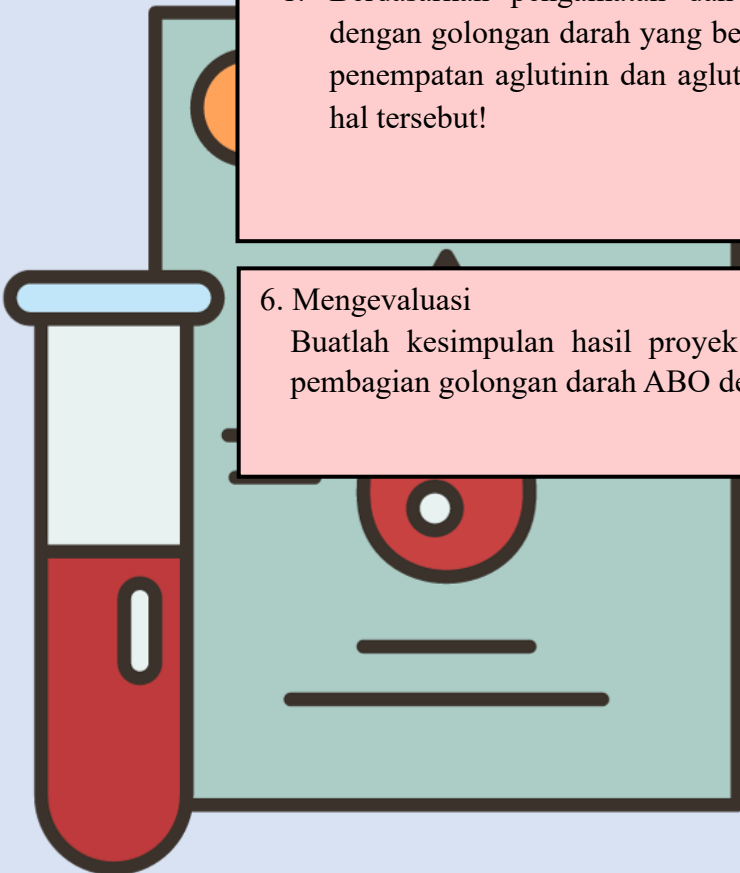
No	Hari/Tanggal	Kegiatan
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

5. Menguji

1. Berdasarkan pengamatan dan literatur, mengapa seseorang dengan golongan darah yang berbeda memiliki jenis dan lokasi penempatan aglutinin dan aglutinogen yang berbeda? Jelaskan hal tersebut!

6. Mengevaluasi

Buatlah kesimpulan hasil proyek pembuatan peraga 3 dimensi pembagian golongan darah ABO dengan bahasa mu sendiri!



Kesimpulan (Berdasarkan pertanyaan guru)

Refleksi Produk

(Kesulitan-kesulitan yang dialami dan cara mengatasinya, perataan setelah melakukan percobaan dan saran untuk perbaikan)

**“SELAMAT MENERJAKAN**



# LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

## Sistem Peredaran Darah (Gangguan sistem peredaran darah)

Nama Anggota : 1.  
2.  
3.  
4.  
5.  
6.

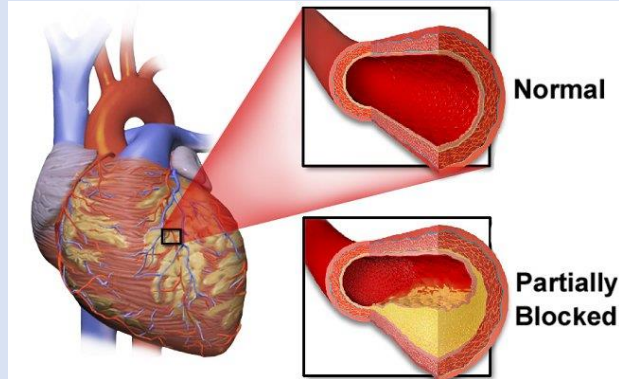
Kelompok :  
Kelas/Semester :  
Alokasi Waktu : 3 Pertemuan  
Hari/Tanggal :  
Tujuan Pembelajaran : Mampu menganalisis hubungan gangguan sistem peredaran darah dengan struktur jaringan penyusun organ sistem peredaran

### 2. PETUNJUK Pengerjaan

1. Isilah identitas pada kolom yang telah disediakan.
2. Sebelum mengerjakan, bacalah petunjuk **LKPD**.
3. Baca dan Simak permasalahan yang ada, tiru dan praktikkan pembuatan alat melalui instruksi dari guru.
4. Waktu pengerjaan proyek 4 Hari silahkan kalian Menyusun jadwal pembuatan proyek.
5. Buarlah alat peraga sederhana sesuai dengan yang kita disepakati dengan waktu yang sudah kalian tentukan.
6. Catatlah semua kegiatan yang kalian lakukan dalam pengerjaan proyek saat diluar kelas maupun didalam kelas? Tulislah di **LKPD** secara rinci!
7. Presentasikan hasil dari proyek yang sudah dikerjakan didepan kelas
8. Buatlah kesimpulan dari persentasi dengan menjawab pertanyaan dari guru
9. Tuliskan hasil evaluasi kalian terkait kesulitan dalam membuat alat peraga sederhana dan saran untuk perbaikan produk pada kolom refleksi produk

### 3. Tahapan PjBL

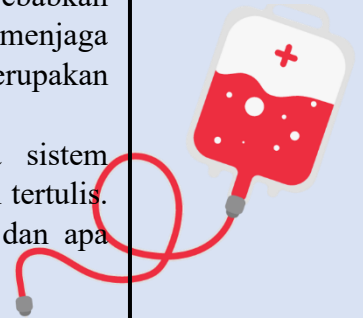
#### 2. Masalah



Gangguan pada sistem peredaran darah selain disebabkan oleh faktor genetik, juga disebabkan oleh faktor dari luar. Salah satunya adalah bagaimana si empunya tubuh beraktivitas dan menjaga kesehatan tubuhnya.

Umumnya, penyumbatan pada pembuluh darah disebabkan oleh aktivitas si empunya tubuh itu sendiri yang tidak bisa menjaga pola makanan, sedangkan kerusakan sel-sel yang merupakan komponen penyusun disebabkan oleh penyakit bawaan.

Silakan buat peraga 3 dimensi gangguan pada sistem peredaran darah dengan alat bahan dan cara kerja yang telah tertulis. Diskusikan bagaimana bentuk dari “lemak” yang dibuat, dan apa hubungan serta nama dari gangguan tersebut



#### 2. Mendesain Rancangan Proyek

Berikut beberapa alat dan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan mekanisme sistem peredaran darah secara sederhana?

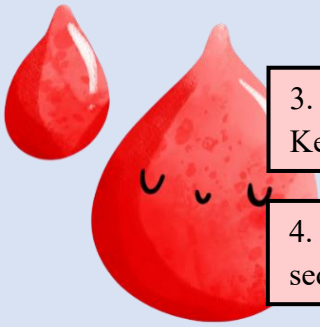
##### Alat :

1. Gunting
2. Selotip
3. Pensil warna

##### Bahan :

1. Karton atau HVS putih
2. Plastisin

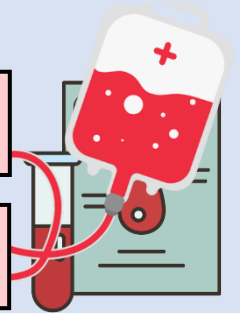




3. Menyusun Jadwal

Kegiatan ini dilaksanakan selama 5 hari

4. Monitoring peserta didik dan memantau kemajuan proyek yang sedang dibuat (Foto bukti kegiatan dilampirkan)



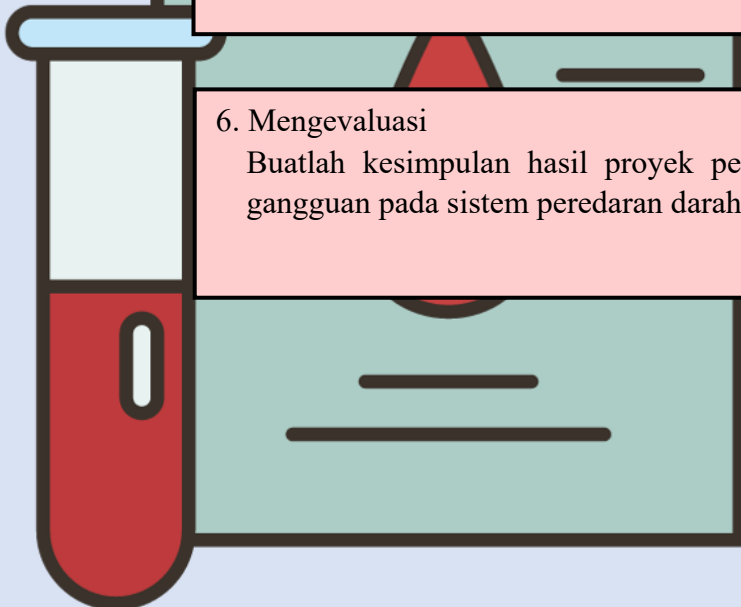
No	Hari/Tanggal	Kegiatan
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

5. Menguji

1. Berdasarkan hasil proyek yang kalian buat, apa yang terjadi jika terjadi penumpukan lemak pada dinding pembuluh darah. Jelaskan hal tersebut!

6. Mengevaluasi

Buatlah kesimpulan hasil proyek pembuatan peraga 3 dimensi gangguan pada sistem peredaran darah dengan bahasa mu sendiri!



Kesimpulan (Berdasarkan pertanyaan guru)

Refleksi Produk

(Kesulitan-kesulitan yang dialami dan cara mengatasinya, perataan setelah melakukan percobaan dan saran untuk perbaikan)





# LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK

## Sistem Peredaran Darah (Mekanisme peredaran darah)

Nama Anggota : 1.  
2.  
3.  
4.  
5.  
6.  
Kelompok :  
Kelas/Semester :  
Alokasi Waktu : 30 menit  
Hari/Tanggal :

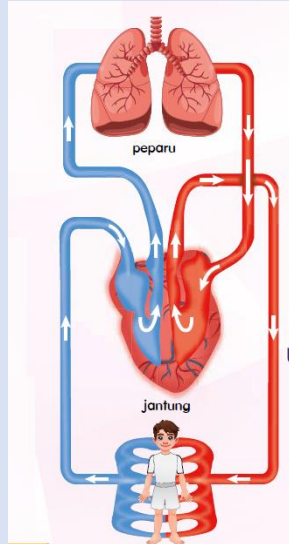
### 2. PETUNJUK Pengerjaan

1. Isilah identitas pada kolom yang telah disediakan.
2. Sebelum mengerjakan, bacalah petunjuk **LKPD**.
3. Baca dan Simak permasalahan yang ada, tiru dan praktikkan pembuatan alat melalui instruksi dari guru.
4. Waktu pengerjaan proyek 4 Hari silahkan kalian Menyusun jadwal pembuatan proyek.
5. Buarlah alat peraga sederhana sesuai dengan yang kita disepakati dengan waktu yang sudah kalian tentukan.
6. Catatlah semua kegiatan yang kalian lakukan dalam pengerjaan proyek saat diluar kelas maupun didalam kelas? Tulislah di **LKPD** secara rinci!
7. Presentasikan hasil dari proyek yang sudah dikerjakan didepan kelas
8. Buatlah kesimpulan dari persentasi dengan menjawab pertanyaan dari guru
9. Tuliskan hasil evaluasi kalian terkait kesulitan dalam membuat alat peraga sederhana dan saran untuk perbaikan produk pada kolom refleksi produk



### 3. Tahapan PjBL

#### 2. Masalah



Mekanisme sistem peredaran darah manusia adalah proses yang sangat kompleks dan sangat terkoordinasi yang memastikan aliran darah, oksigen, nutrisi, dan zat-zat penting lainnya terdistribusi ke seluruh tubuh.

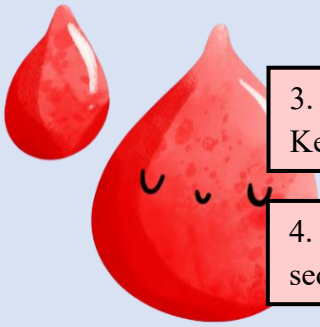
Bagaimana mekanisme sistem peredaran darah? Menurut kalian apa saja yang bisa kita manfaatkan dalam pembuatannya secara sederhana?



#### 2. Mendesain Rancangan Proyek

Berikut beberapa alat dan bahan yang akan digunakan untuk pembuatan mekanisme sistem peredaran darah secara sederhana?

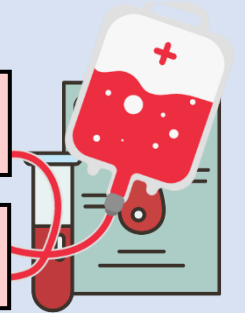




3. Menyusun Jadwal

Kegiatan ini dilaksanakan selama 5 hari

4. Monitoring peserta didik dan memantau kemajuan proyek yang sedang dibuat (Foto bukti kegiatan dilampirkan)



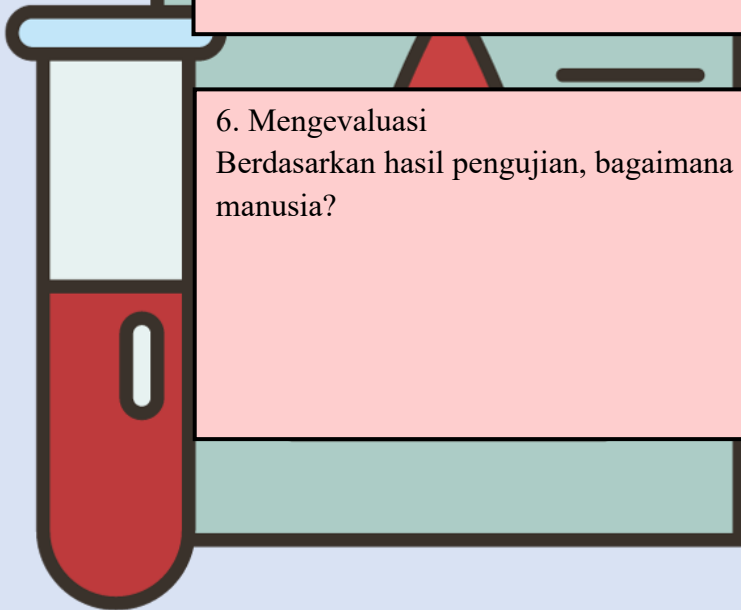
No	Hari/Tanggal	Kegiatan
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		

5. Menguji

Berdasarkan hasil pembuatan, bagaimana mekanisme peredaran darah pada manusia?

6. Mengevaluasi

Berdasarkan hasil pengujian, bagaimana proses peredaran darah pada manusia?



Kesimpulan (Berdasarkan pertanyaan guru)

Refleksi Produk  
(Kesulitan-kesulitan yang dialami dan cara mengatasinya, perataan setelah melakukan percobaan dan saran untuk perbaikan)



**RUBRIK PENILAIAN**

**LKPD**

No	Aspek yang dinilai	Kriteria	Skor
1	Uraian Masalah	Jawaban Benar, menjelaskan dengan detail	2
		Jawaban kurang tepat, tidak menjelaskan dengan detail	1
		Jawaban tidak tepat, penjelasan tidak berhubungan dengan tujuan	0
2.	Menguji Produk	Jawaban Benar, menjelaskan dengan detail	2
		Jawaban kurang tepat, tidak menjelaskan dengan detail	1
		Jawaban tidak tepat, penjelasan tidak berhubungan dengan tujuan	0
3.	Analisis Data	Jawaban Benar, menjelaskan dengan detail	2
		Jawaban kurang tepat, tidak menjelaskan dengan detail	1
		Jawaban tidak tepat, penjelasan tidak berhubungan dengan tujuan	0
4.	Dokumentasi kegiatan	Dokumentasi lengkap dan deskripsi waktu lengkap	2
		Dokumentasi kurang lengkap dan deskripsi waktu kurang lengkap	1
		Dokumentasi tidak ada dan deskripsi waktu kosong	0
5.	Kesimpulan	Kesimpulan yang dibuat sesuai, dan mencakup point praktikum	2
		Kesimpulan yang dibuat sesuai, dan mencakup point praktikum	1
		Kesimpulan yang dibuat sesuai, dan mencakup point praktikum	0
6.	Refleksi	Refleksi yang dibuat sesuai, dan mencakup point praktikum	2
		Refleksi kurang sesuai dan tidak mencakup point praktikum	1
		Refleksi kosong	0

**KISI-KISI SOAL KOGNITIF PRODUK**

Indikator	No soal	Ranah Kognitif						Kunci Jawaban	Skor
		C1	C2	C3	C4	C5	C6		
Menganalisis kesesuaian komponen penyusun darah manusia dengan fungsinya	1				√			B	5
Menguraikan penyusun darah manusia	2			√				A	5
	3				√			B	5
Menganalisis bagian-bagian penyusun darah manusia	4				√			B	5
Merinci berbagai ciri komponen penyusun darah (C4)	5				√			D	5
Menjabarkan mekanisme pembekuan darah	6				√			A	5
Menganalisis faktor-faktor pembekuan darah	7				√			C	5
Menentukan golongan darah seseorang dengan menggunakan sistem ABO dan Rhesus	8				√			E	5
	9			√				C	5
	10			√				C	5
	11			√				E	5
	12			√				C	5
Mendeskripsikan organ organ peredaran darah dalam sistem peredaran darah	13				√			A	5
Menganalisis proses peredaran darah pada manusia	14				√			E	5
Menguraikan keterkaitan antara golongan darah dengan tranfusi darah (C4)	15				√			C	5
	16				√			A	5
	17				√			C	
Menentukan organ Sistem limfatik	18			√				B	5
Menentukan dan Menganalisis berbagai kelainan atau penyakit pada sistem peredaran darah	19				√			B	5
	20				√			C	5

**Soal**

1.

No	Darah	Fungsi
1.	Eritrosit	Sel darah yang memiliki inti tetapi tidak memiliki bentuk yang tetap dan tidak berwarna
2.	Leukosit	Sel darah yang memiliki inti tetapi tidak memiliki bentuk yang tetap dan tidak berwarna
3.	Trambosit	Fragmen sel dan tidak bernukleus.
4.	Globin	Mengandung berbagai jenis granula yang berperan dalam proses pembekuan darah.

Manakah pasangan yang tepat sesuai fungsinya ...

- a. 1 dan 4
  - b. 1 dan 3
  - c. 2 dan 4
  - d. 2 dan 3
  - e. 3 dan 4
2. Plasma darah merupakan komponen penyusun darah yang berbentuk cairan, mengandung protein plasma berupa albumin, globulin dan fibrinogen serta mengandung berbagai cairan kompleks organik, organik dan gas udara. Komponen penyusun plasma darah yang terbesar setelah air adalah ...
- a. Protein
  - b. Enzim
  - c. Glukosa
  - d. Albumin
  - e. Air
3. Jenis darah yang berfungsi untuk melindungi tubuh terhadap benda asing, virus dan bakteri, serta bersifat mampu keluar menembus pori-pori membran kapiler menuju ke jaringan dan juga mampu bergerak seperti amoeba sehingga sel menjadi lebih panjang hingga mencapai tiga kali panjang sel dalam satu menit adalah ...
- a. Trombosit
  - b. Eritrosit
  - c. Leukosit
  - d. Protrombin
  - e. Plasma darah
4. Darah terdiri komponen darah berupa zat cair dan padat. Pada bagian yang cair, terbuat dari air, garam, dan protein kemudian berfungsi untuk membantu mengisi pembuluh darah yang membuat darah dan nutrisi lainnya terus mengalir melalui jantung. Sementara itu, 8% plasma terdiri dari bahan-bahan penting, seperti protein, immunoglobulin, dan elektrolit. Berdasarkan uraian diatas fungsi komponen darah apakah itu ....
- a. Leukosit
  - b. Plasma darah
  - c. Eritrosit
  - d. Trombosit
  - e. Hemoglobin
5. Berikut ini aalah fungsi sel darah merah:
1. Menghindarkan tubuh dari infeksi

2. Melakukan proses pembekuan darah
  3. Mengikat CO<sub>2</sub> dari jaringan menuju paru-paru
  4. Mengedarkan O<sub>2</sub> dari paru-paru ke seluruh tubuh
  5. Mengangkut sari-sari makanan ke seluruh tubuh
- Yang termasuk fungsi eritrosit ditunjukkan oleh nomor ...
- a. 1 dan 3
  - b. 4 dan 5
  - c. 2 dan 3
  - d. 3 dan 4
  - e. 1 dan 2
6. Proses pembekuan darah atau penggumpalan darah adalah merupakan proses yang kompleks untuk mencegah tubuh kehilangan banyak darah ketika terjadi luka. Proses tersebut meliputi pengetatan pada dinding pembuluh darah yang terluka, pelepasan zat untuk menarik keping-keping darah ke daerah luka, dan pembentukan benangbenang fibrin. Dalam proses pembekuan darah, keping-keping darah (trombosit) yang menyentuh permukaan luka yang kasar, akan pecah dan mengeluarkan ...
- a. Trombokinase
  - b. Trombin,
  - c. Vitamin K
  - d. Protrombin
  - e. Tromboplastin
7. Dalam proses pembekuan darah ada beberapa faktor yang mempengaruhi yaitu fibrinogen, prothrombin, jaringan tromboplastin, kalsium. Selain faktor yang mempengaruhi pembekuan darah terdapat juga faktor memicu penghentian pendarahan darah. Dari hal tersebut yang dapat memicu penghentian pendarahan darah adalah ...
- a. Trombosit dan faktor-faktor lainnya pada plasma menyentuh permukaan yang kasar
  - b. Diproduksinya enzim trombin (trombokinase)
  - c. Diubahnya fibrinogen menjadi fibrin
  - d. Diubahnya fibrin menjadi fibrinogen
  - e. Aliran darah yang cepat melewati kapiler
8. Seseorang mengalami kecelakaan. Kecelakaan tersebut mengakibatkan seseorang tersebut kekurangan darah. Oleh karena itu, ia membutuhkan asupan darah yang banyak. Seseorang tersebut memiliki golongan darah yang dapat menerima darah dari seluruh golongan darah, dengan demikian di dalam darah seseorang tersebut terkandung ...
- a. Antibodi  $\alpha$  dan antibodi  $\beta$
  - b. Antibodi  $\alpha$  dan antigen B
  - c. Antibiotik A dan antibiotik B
  - d. Antibodi A dan antibiotik  $\beta$
  - e. Antigen A dan antigen B
9. Golongan darah yang tidak memiliki aglutinin (antibodi) dalam plasma darahnya yang akan menggumpalkan darah, sehingga dapat menerima darah dari donor

- semua golongan disebut sebagai resipien universal. Tentukan dibawah ini yang golongan darah yang disebut resipien universal adalah ...
- Golongan darah A
  - Golongan darah B
  - Golongan darah AB
  - Golongan darah O
  - Golongan darah A, B, AB, O
10. Ketika melakukan uji golongan darah, Ridho menerima hasil bahwa pada darahnya terdapat aglutinogen B dan aglutinin A. Berdasarkan hal tersebut dapat ditentukan bahwa golongan darah Ridho adalah?
- Golongan darah A
  - Golongan darah O
  - Golongan darah B
  - Golongan darah A atau AB
  - Golongan darah AB
11. Golongan darah yang tidak memiliki aglutinogen (antigen) sehingga dapat diberikan kepada resipien semua golongan darah, asalkan volume tranfusi darahnya hanya sedikit disebut sebagai donor universal. Tentukan dibawah ini yang manakah yang merupakan golongan darah donor universal
- Golongan darah A
  - Golongan darah B
  - Golongan darah AB
  - Golongan darah A dan B
  - Golongan darah O
12. Pada saat melakukan pengamatan uji golongan darah ternyata sel darah merah Naufal mengandung aglutinogen B dan dalam plasmanya mengandung aglutinin  $\alpha$ . Berdasarkan pengamatan tersebut maka dapat diketahui bahwa golongan darah Naufal adalah...
- Golongan darah A
  - Golongan darah B
  - Golongan darah AB
  - Golongan darah O
  - Golongan darah AB atau B
13. Sistem peredaran darah merupakan proses pengedaran berbagai zat yang dibutuhkan ke seluruh bagian tubuh dan pengambilan zat-zat yang tidak diperlukan untuk dikeluarkan dari tubuh. Salah satu organ pada sistem peredaran darah berfungsi memompa darah ke seluruh tubuh melalui saluran-saluran yang dikenal dengan pembuluh darah. Organ tersebut ialah ...
- Jantung
  - Paru-paru
  - Hati
  - Vena
  - Aorta
14. Peredaran darah kecil sering kali disebut dengan peredaran darah pulmonalis dimana jalur aliran darah di dalam tubuh lebih pendek. Peredaran darah tersebut dinamakan peredaran darah tertutup, dikarenakan darah manusia selalu berada

- dalam pembuluh, tidak langsung masuk ke dalam jaringan tubuh. Berikut aliran darah pada peredaran darah kecil yang benar antara lain . . .
- Jantung – aorta – seluruh tubuh – jantung
  - Jantung – aorta – paru paru – jantung
  - Jantung – seluruh tubuh – paru paru– jantung
  - Jantung – vena pulmonalis – arteri pulmonalis – jantung
  - Jantung – arteri pulmonali– paru paru – vena pulmonali – jantung
15. Dalam darah seseorang terdapat aglutinogen dan antigen. Aglutinogen mempunyai kemampuan untuk menggumpalkan eritrosit. Apabila donor darah tidak sesuai dengan resipien maka aglutinogen donor akan bercampur dengan aglutinogen resipien dan mengakibatkan darah resipien akan menggumpal. Jika orang bergolongan AB ditranfusikan dengan darah bergolongan B maka...
- Terjadi aglutinasi
  - Tidak selalu terjadi aglutinasi
  - Tidak terjadi aglutinasi
  - Mungkin akan terjadi aglutinasi
  - Tergantung pada perbandingan darah donor dan resipien
16. Orang yang bergolongan darah A tidak mungkin mendonorkan darahnya kepada orang yang bergolongan darah B karena akan terjadi penggumpalan darah. Hal ini terjadi karena ...
- Aglutinogen A akan bertemu dengan aglutinin  $\alpha$
  - Aglutinin  $\beta$  akan bertermu dengan aglutinogen B
  - Aglutinone B akan bertemu dengan aglutinin  $\beta$
  - Aglutinin  $\alpha$  akan bertemu dengan aglutinin  $\beta$
  - Aglutinin  $\beta$  akan bertemu dengan aglutinin  $\alpha$
17. Jika seseorang memerlukan tranfusi darah, perlu diketahui dahulu golongan darah orang tersebut agar menghindari adanya penggumpalan. Reaksi penggumpalan ini disebabkan oleh ...
- Masuknya sel-sel darah merah
  - Masuknya hemoglobin
  - Adanya reaksi antigen antibodi
  - Masuknya trombosit
  - Masuknya serum darah
18. Kelainan karena darah tidak dapat membeku di sebut . . .
- Anemia
  - Leukimia
  - Talasemia
  - Hemofilia
  - Hipertansi
19. Jika pada seseorang di ketahui jumlah sel darah putihnya 26000/mm<sup>3</sup>, Wajahnya pucat karena darah merahnya juga berkurang dapat dipastikan orang itu menderita...
- anemia
  - leukimia
  - leukopenia
  - leukositas

- e. varises
- 20. Seorang siswi kelas XI memiliki tekanan darah 150/90 mmHg, selang satu minggu masih memiliki tekanan darah yang sama. Siswi tersebut merasa pusing yang amat sangat. Hasil diagnosis dokter diduga siswi tersebut menderita...
  - a. Anemia
  - b. Hipotensi
  - c. Hipertensi
  - d. Polistemia
  - e. Jantung Koroner

**KISI-KISI SOAL TES KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF MATERI  
SISTEM PEREDARAN DARAH**

<b>Tujuan pembelajaran</b>	<b>Indikator</b>	<b>No Soal</b>	<b>Tingkat Kognitif</b>	<b>Tingkat Kemampuan Berpikir Kreatif</b>
Peserta didik dapat mendeskripsikan mekanisme pembekuan darah.	Menjabarkan faktor-faktor mengenai mekanisme pembekuan darah	1	C4	<i>Fluency (Kemampuan berpikir Lancar)</i>
	Mendeskripsikan mekanisme pembekuan darah.	2	C4	Flexibility (Kemampuan berpikir luwes)
	Mendeksripsikan cara penjelasan mekanisme pembekuan darah.	3	C6	Originality (Kemampuan berpikir orisinil)
		4	C6	Elaboration (Kemampuan merinci)
Peserta didik dapat mendeskripsikan mekanisme peredaran darah pada manusia	Mendeskripsikan mekanisme pembekuan darah.	5	C4	Fluency (Kemampuan berpikir Lancar)
		6	C4	Flexibility (Kemampuan berpikir luwes)
	Mendeksripsikan cara penjelasan mekanisme pembekuan darah.	7	C6	Originality (Kemampuan merinci)
		8	C6	Elaboration (Kemampuan berpikir orisinil)

## SOAL TES KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF MATERI SISTEM PEREDARAN DARAH

**Indikator: *Fluency* (kelancaran) :** Kemampuan peserta didik menghasilkan banyak ide pemecahan masalah secara lancar dan tepat.

1. Apabila terjadi luka dan darah keluar, lama kelamaan darah berhenti keluar. Berdasarkan informasi yang ada, apa yang sedang terjadi? dan jelaskan alasannya berdasarkan faktor yang berpengaruh terhadapnya?

**Indikator: *Flexibility* (keluwesan) :** Kemampuan peserta didik dalam menerapkan ide untuk menyelesaikan masalah.

2. Berdasarkan uraian diatas, buat lah mekanisme yang terjadi pada saat pembekuan darah secara sederhana?

**Indikator: *Originality* :** Kemampuan peserta didik untuk menciptakan ide baru, gagasan baru.

3. Bagaimana cara membuat seseorang mengerti mengenai mekanisme pada saat pembekuan darah tersebut.

**Indikator: *Elaboration* :** Kemampuan peserta didik untuk menyatakan gagasan secara terperinci.

4. Jelaskan mekanisme pembekuan darah menggunakan metode yang anda buat?
5. Annelies saat ini sedang menonton sebuah animasi kartun. Kartun ini bercerita mengenai sebuah tim yang saling bekerja sama. Tim ini terdiri dari berbagai anggota, tetapi yang paling penting adalah Kapten Darah Merah dan Kapten Darah Biru. Kapten Darah Merah dan pasukannya mengantar pesan, lalu mereka berlomba untuk mengantarkannya ke daerah-daerah perang. Di sisi lain, Kapten Darah Biru memiliki seragam berwarna biru cerah. Tugasnya adalah membawa kembali pesan tersebut. Kapten Darah Biru dan pasukannya menjalani perjalanan panjang, mengumpulkan pesan yang sudah tidak terpakai lagi. Selama perjalanan mereka, Kapten Darah Merah dan Kapten Darah Biru harus melewati berbagai rintangan, seperti jalan berliku dan jembatan sempit.

Selama ia menonton kartun tersebut. Ia teringat dengan salah satu materi disekolahnya yaitu mekanisme peredaran darah. Cerita katun tersebut berhasil

membantunya dalam memahami konsep Pelajaran tersebut. Kemudian ia bertanya-tanya apakah ada cerita atau kegiatan lain untuk membantu penjelasan mekanisme peredaran darah. Bantu annelies mencarinya?

Indikator: *Fluency* (**Kemampuan peserta didik menghasilkan banyak ide pemecahan masalah secara lancar dan tepat**)

- a. Berikan tanggapanmu terhadap uraian diatas bagaimana darah mengalir keseluruh tubuh?

Indikator: *Flexibility* (**Kemampuan peserta didik menghasilkan dan menerapkan ide dalam menyelesaikan masalah**)

- b. Tentukanlah apa saja yang terjadi pada mekanisme peredaran darah? serta berikan cara lain agar pembelajaran sistem peredaran darah dapat dipahami dengan mudah, maksimal 5 contoh berdasarkan uraian di atas!

Indikator: *Originality* (**Kemampuan peserta didik menghasilkan cara yang baru**)

- c. Dari cara-cara yang anda tuliskan, cara manakan yang paling sederhana. Mengapa?

Indikator: *Elaboration* (**Kemampuan peserta didik untuk menguraikan/ merincikan/ menjelaskan secara mendalam**).

**LEMBAR PENILAIAN AFEKTIF  
(PERILAKU BERKARAKTER)**

Nama Sekolah : SMA Negeri 8 Banjarmasin  
 Mata Pelajaran/ Materi Pokok : Biologi/ Sistem Peredaran Darah  
 Kelas/ Semester : XI/ Ganjil  
 Tahun Ajaran : 2023/2024  
 Hari/ Tanggal Pelaksanaan :  
 Kelompok :

Petunjuk: berilah tanda checklist (√) pada kolom aspek yang dinilai berdasarkan rubrik penilaian yang telah disediakan, dengan kriteria sebagai berikut:

4 = selalu, apabila selalu melakukan

3 = sering, apabila sering melakukan pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

No	Nama Siswa	Santun				Tanggung Jawab				Total Skor	Nilai
		1	2	3	4	1	2	3	4		
1.											
2.											
3.											
4.											
5.											
6.											

(Sumber : Modifikasi Susilo. 2012)

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Skor skor maksimal}} \times 100$$

Keterangan :

Kategori amat baik (90,1-100), baik (70,1-90), cukup (60,1-70), dan kurang ( 60)

(Sumber: Modifikasi Kunandar, 2015)

Rubrik Penilaian Perilaku Berkarakter

Aspek yang diamati	Kriteria Butir Penilaian	
<b>Santun</b>	Mengajukan pertanyaan dengan terlebih dahulu mengacungkan tangan, memperkenalkan diri, santun, dan mudah dimengerti	4
	Mengajukan pertanyaan dengan terlebih dahulu mengacungkan tangan, memperkenalkan diri, santun	3
	Menyampaikan pendapat dengan bahasa yang santun dan mudah dimengerti	2
	Menghargai pendapat teman	1
<b>Tanggung Jawab</b>	Mengerjakan tugas atau lembar kerja yang diberikan guru dengan baik, sesuai konsep, dan tepat waktu	4
	Mengerjakan tugas atau lembar kerja yang diberikan guru dengan baik dan sesuai konsep	3
	Mengumpulkan tugas atau lembar kerja yang diberikan oleh guru tepat waktu	2
	Bekerja sama dengan anggota kelompok dalam mengerjakan tugas atau lembar kerja	1

Banjarmasin,  
Observer

2023

(.....)

**LEMBAR PENILAIAN AFEKTIF  
(PERILAKU SOSIAL)**

Nama Sekolah : SMA Negeri 8 Banjarmasin  
 Mata Pelajaran/ Materi Pokok : Biologi/ Sistem Peredaran Darah  
 Kelas/ Semester : XI/ Ganjil  
 Tahun Ajaran : 2023/2024  
 Hari/ Tanggal Pelaksanaan :  
 Kelompok :

Petunjuk: berilah tanda checklist (√) pada kolom aspek yang dinilai berdasarkan rubrik penilaian yang telah disediakan, dengan kriteria sebagai berikut:

4 = selalu, apabila selalu melakukan

3 = sering, apabila sering melakukan pernyataan dan kadang-kadang tidak melakukan

2 = kadang-kadang, apabila kadang-kadang melakukan dan sering tidak melakukan

1 = tidak pernah, apabila tidak pernah melakukan

No	Nama Siswa	Bekerjasama				Mengembangkan ide/ pendapat				Total Skor	Nilai
		1	2	3	4	1	2	3	4		
1.											
2.											
3.											
4.											
5.											
6.											

(Sumber : Modifikasi Susilo. 2012)

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Skor skor maksimal}} \times 100$$

Keterangan :

Kategori amat baik (90,1-100), baik (70,1-90), cukup (60,1-70), dan kurang ( 60)

(Sumber: Modifikasi Kunandar, 2015)

**Rubrik Penilaian Perilaku Sosial**

Aspek yang diamati	Kriteria Butir Penilaian	Skor
<b>Bekerjasama</b>	Bekerjasama dengan anggota kelompok Seluruh orang	4
	Bekerjasama dengan anggota kelompok 3 orang	3
	Bekerjasama dengan anggota kelompok 2 orang	2
	Tidak dapat bekerjasama dengan anggota kelompoknya	1
<b>Mengembangkan Ide/Pendapat</b>	Selalu mengemukakan pendapat/ ide/ pertanyaan pada proses pembelajaran	4
	Sering mengemukakan pendapat/ ide/ pertanyaan pada proses pembelajaran	3
	Kadang-kadang mengemukakan pendapat/ ide/ pertanyaan pada proses pembelajaran	4
	Tidak Pernah mengemukakan pendapat/ ide/ pertanyaan pada proses pembelajaran	1

**Banjarmasin,  
Observer**

**2023**

(.....)

**LEMBAR PENILAIAN PSIKOMOTORIK  
(KELAS EKSPERIMEN)**

Nama Sekolah : SMA Negeri 8 Banjarmasin  
 Mata Pelajaran/ Materi Pokok : Biologi/ Sistem Peredaran Darah  
 Kelas/ Semester : XI/ Ganjil  
 Tahun Ajaran : 2023/2024  
 Hari/ Tanggal Pelaksanaan :  
 Kelompok :

Berilah tanda (✓) pada kolom yang sesuai menurut anda!

No	Rincian Tugas Kinerja	Nama Siswa																			
		4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
1.	Mengatur alat dan bahan																				
2.	Mengidentifikasi alat sesuai fungsinya																				
3.	Melakukan percobaan																				
Total Skor																					
kategori																					

(Sumber : Modifikasi Fitriya. 2019)

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Skor skor maksimal}} \times 100$$

Keterangan :

Kategori amat baik (90,1-100), baik (70,1-90), cukup (60,1-70), dan kurang ( 60)

(Sumber: Modifikasi Kunandar, 2015)

**Rubrik Penilaian Psikomotorik**

No	Aktivitas	Kriteria	Skor
1.	Mengatur alat dan bahan	Dapat mengatur 3-5 alat yang diperlukan	4
		Hanya mengatur 2 alat dan bahan yang diperlukan	3
		Hanya mengatur 1 alat dan bahan yang diperlukan	2
		Tidak mengatur alat dan bahan secara benar	1
2.	Mengidentifikasi alat sesuai fungsinya	Dapat menggunakan alat dengan benar	4
		Menggunakan alat dengan bantuan pendidik	3
		Menggunakan alat tetapi tidak sesuai dengan fungsinya	2
		Tidak benar menggunakan alat	1
3.	Melakukan percobaan	Terampil dalam melakukan percobaan namun masih ada beberapa yang tidak sesuai	4
		Terampil dalam melakukan percobaan namun masih ada beberapa yang tidak sesuai	3
		Aktif dan tidak terampil melakukan percobaan	2
		Tidak terampil dan tidak aktif dalam mengamati percobaan	1

Banjarmasin  
Observer

2023

(.....)

