

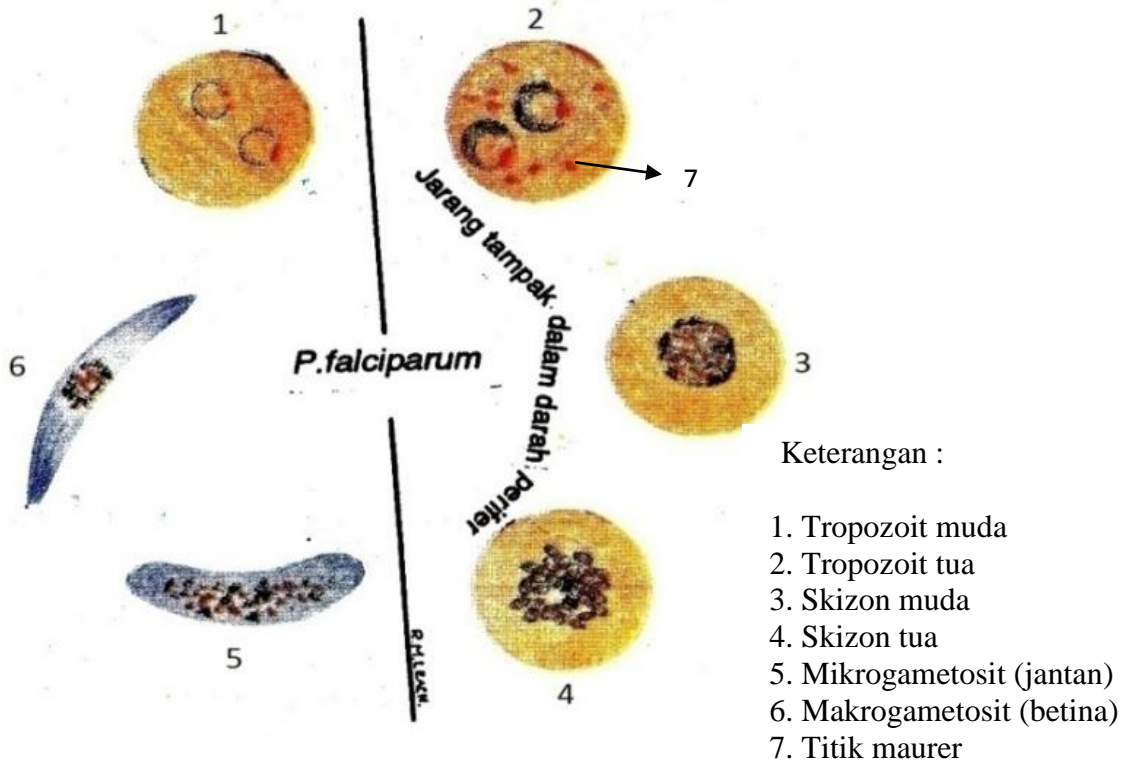
BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori

Malaria adalah penyakit yang disebabkan oleh parasit dari kelas *Sporozoa*, sub-kelas *Haemosporidia* dari genus *Plasmodium*. Dikenal 4 spesies dari genus *Plasmodium* ini yang hidup sebagai penyebab penyakit malaria pada manusia yaitu : *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium vivax*, *Plasmodium malariae*, dan *Plasmodium ovale*. (Safar, Rosdiana, 2009)

1. Morfologi *Plasmodium* sp.

a. *Plasmodium falciparum*.



Sumber : (Jeffery dan Leach, 1993)

Gambar 2.1. *Plasmodium falciparum*

Tropozoit muda di dalam darah berbentuk sangat kecil dan halus dengan diameter $\frac{1}{6}$ diameter eritrosit. Stadium tropozoit ini dapat dilihat 2 butir kromatin, bentuk pinggir (marginal) dan bentuk *accrole*. Beberapa bentuk tropozoit dapat ditemukan dalam satu eritrosit (infeksi multiple). Bentuk stadium tropozoit tua akan membesar dengan ukuran $\frac{1}{4}$ sampai $\frac{1}{2}$ eritrosit (Safar, Rosdiana, 2009).

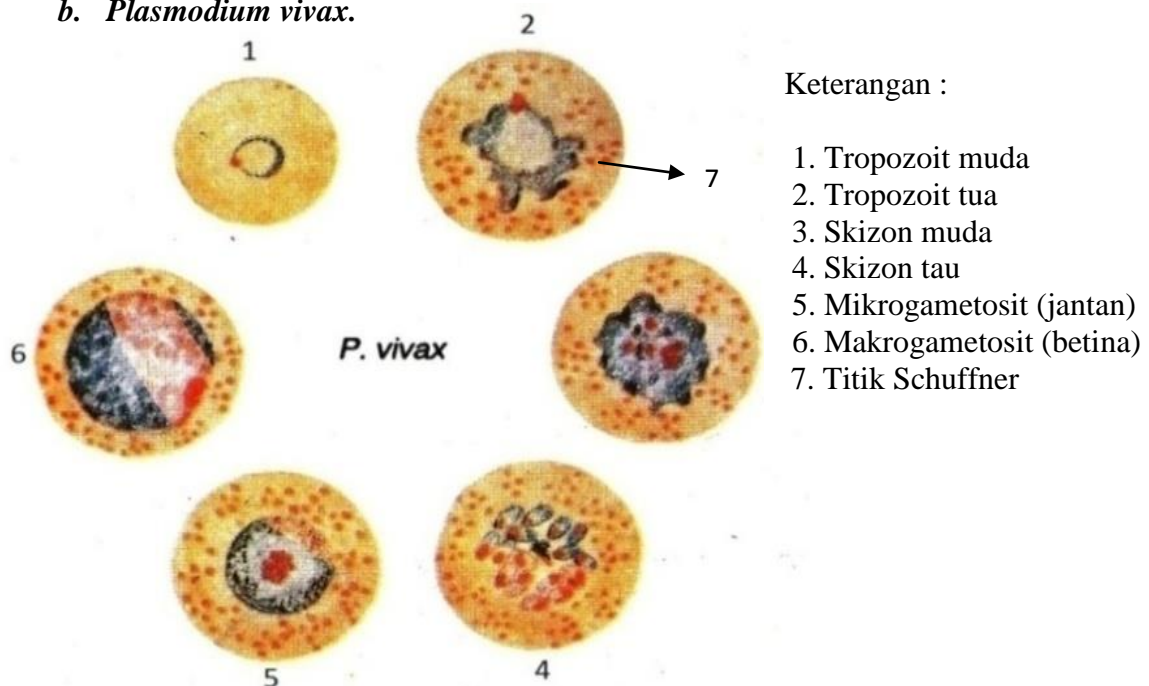
Perkembangan selanjutnya yaitu stadium skizon muda dan skizon tua, stadium ini jarang ditemukan dalam darah tepi karena berada pada kapiler alat dalam. Bentuk skizon muda mudah dikenal bila telah ditemukan satu atau dua merozoit yang menggumpal, pada skizon tua dapat ditemukan 20 butir merozoit atau lebih. Perkembangbiakan secara skizogoni terjadi didalam kapiler alat dalam waktu 24 jam. Bila skizon telah matang akan mengisi $\frac{2}{3}$ eritrosit dan membentuk 8-24 buah merozoit (Safar, Rosdiana, 2009).

Eritrosit yang terinfeksi *Plasmodium falciparum* tidak membesar, eritrosit yang mengandung trophozoit tua dan skizon mempunyai titik-titik kasar yang jelas yaitu titik mauerer yang tersebar pada $\frac{2}{3}$ bagian eritrosit (Safar, Rosdiana, 2009).

Pembentukan gametosit berlangsung di dalam sel hati. Gametosit muda berbentuk seperti sabit atau pisang, setelah beberapa kali mengalami siklus skizogoni, stadium gametosit akan terlihat di darah tepi kira-kira 10 hari setelah parasit ditemukan dalam darah (Safar, Rosdiana, 2009).

Makrogametosit berbentuk lebih langsing dan panjang dari mikrogametosit, sitoplasmanya lebih biru dengan inti yang lebih kecil dan padat berwarna merah tua dengan butir-butir pigmen tersebar disekitar inti. Mikrogametosit berbentuk seperti sosis, sitoplasmanya biru pucat atau agak kemerah-merahan dan intinya berwarna merah muda, besar, difus, butir-butir pigmen tersebar di sitoplasma sekitar inti. Proses skizogoni pada *Plasmodium falciparum* berlangsung selama 48 jam (Safar, Rosdiana, 2009).

b. Plasmodium vivax.



Keterangan :

1. Trophozoit muda
2. Trophozoit tua
3. Skizon muda
4. Skizon tau
5. Mikrogametosit (jantan)
6. Makrogametosit (betina)
7. Titik Schuffner

Sumber : (Jeffrey dan Leach, 1993)

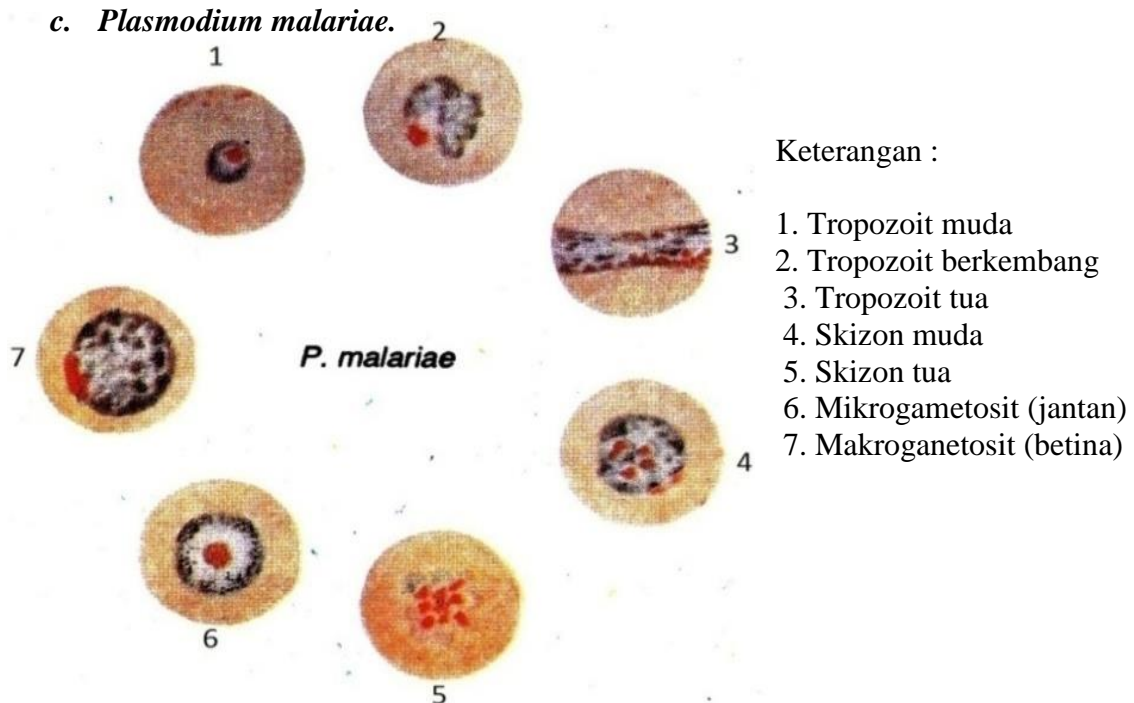
Gambar 2.2. *Plasmodium vivax*

Sporozoit masuk melalui kulit ke peredaran darah perifer, setelah $\pm 1/3$ jam masuk ke dalam sel hati dan menjadi skizon hati dan sebagian menjadi hipnozoit. Skizon hati berukuran 45 mikron dan membentuk ± 10.000 merozoit, kemudian masuk ke peredaran darah dan menginfeksi eritrosit. Merozoit tumbuh menjadi trophozoit muda berbentuk cincin, besarnya $\pm 1/2$ ukuran eritrosit, dengan pulasan giemsa sitoplasma berwarna biru, inti merah mempunyai vakuol yang besar. Eritrosit yang dihinggapi *Plasmodium vivax* ukurannya lebih besar dari eritrosit lainnya, berwarna pucat tampak titik halus merah yang bentuk dan besarnya sama, disebut titik *Schuffner* (Safar, Rosdiana, 2009).

Trophozoit muda menjadi trophozoit stadium lanjut (trophozoit tua) yang sangat aktif, sehingga sitoplasma tampak berbentuk amoeboid. Pigmen parasit menjadi makin nyata dan berwarna kuning tengguli. Skizon matang dari daur eritrosit mengandung 12-18 buah merozoit dan mengisi seluruh eritrosit dengan merozoit berkumpul di bagian tengah atau pinggir (Safar, Rosdiana, 2009).

Sebagian merozoit tumbuh menjadi trophozoit membentuk sel kelamin, yaitu makrogametosit dan mikrogametosit yang berbentuk bulat atau lonjong mengisi hampir seluruh eritrosit dan masih tampak titik *Schuffner*. Makrogametosit (betina) mempunyai sitoplasma berwarna biru dengan inti kecil,

padat dan berwarna merah. Mikrogametosit (jantan) berbentuk bulat, sitoplasma berwarna pucat, dengan inti yang besar, pucat dan difus. Inti biasanya terletak ditengah. Butir-butir pigmen baik pada makrogametosit maupun mikrogametosit jelas dan tersebar pada sitoplasma (Safar, Rosdiana, 2009).



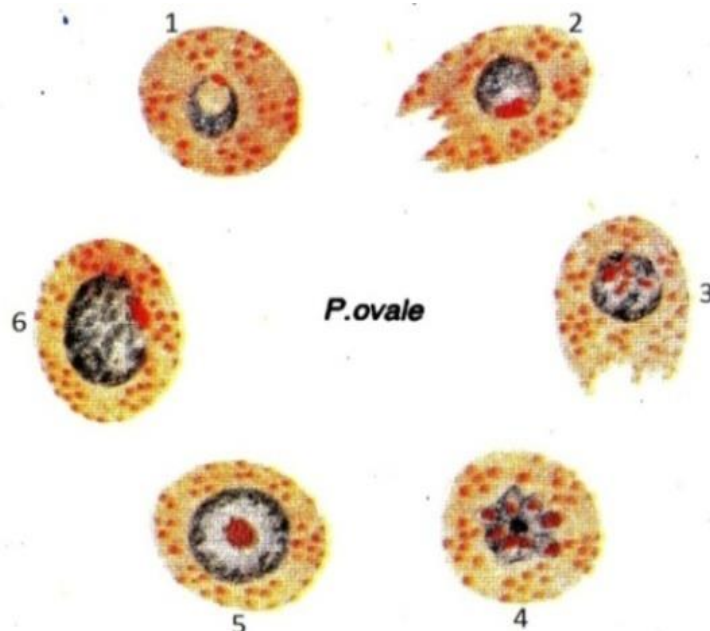
Sumber : (Jeffery dan Leach, 1993)

Gambar 2.3. *Plasmodium malariae*

Stadium trophozoit muda dalam darah tepi tidak berbeda dengan *Plasmodium vivax*, tetapi eritrosit yang dihindangi tidak membesar. Pada pewarnaan giemsa sitoplasmanya lebih tebal dan lebih gelap serta terdapat titik yang disebut titik *zieman*. Apabila trophozoit tua membulat, besarnya kira-kira $\frac{1}{2}$ eritrosit. Pada sediaan darah tipis, stadium trophozoit dapat melintang sepanjang sel darah merah membentuk seperti pita yang merupakan bentuk khas *Plasmodium malariae*. Skizon muda membagi intinya dan akhirnya terbentuk skizon matang yang mengandung 8 buah merozoit dengan susunan yang teratur sehingga membentuk serunai atau bunga (Safar, Rosdiana, 2009).

Stadium gametosit dibentuk dalam alat-alat dalam dan akan tampak dalam darah tepi bila telah tumbuh sempurna. Makrogametosit sitoplasmanya berwarna biru tua, berinti kecil dan padat. Mikrogametosit sitoplasmanya berwarna biru pucat dengan inti difus dan lebih besar. Pigmen tersebar dalam sitoplasma (Safar, Rosdiana, 2009).

d. *Plasmodium ovale*.



Keterangan :

1. Trophozoit muda
2. Trophozoit tua
3. Skizon muda
4. Skizon tua
5. Mikrogametosit (jantan)
6. Makrogametosit (betina)

Sumber : (Jeffery dan Leach, 1993)

Gambar 2.4. *Plasmodium ovale*

Morfologi *Plasmodium ovale* mempunyai persamaan dengan *Plasmodium malariae* tapi perubahan pada eritrosit yang dihinggapi parasit mirip dengan *Plasmodium vivax*. Trophozoit muda berukuran kira-kira $\frac{1}{3}$ eritrosit. Titik *schuffner* pada *Plasmodium ovale* disebut titik *james* yang berbentuk sangat dini dan tampak jelas (Safar, Rosdiana, 2009).

Stadium trophozoit tua berbentuk bulat dan kompak dengan granula pigmen yang lebih kasar, tetapi tidak sekasar pigmen *Plasmodium malariae*. Pada stadium ini eritrosit agak membesar dan sebagian besar berbentuk lonjong (oval) dan bagian pinggir eritrosit bergerigi pada salah satu ujungnya dengan titik *schuffner* yang menjadi lebih banyak (Safar, Rosdiana, 2009).

Stadium skizon berbentuk bulat dan bila matang mengandung 8-10 merozoit yang letaknya teratur ditepi mengelilingi granula pigmen yang berkelompok ditengah.

Stadium gametosit betina (makrogametosit) berbentuk bulat, berinti kecil, kompak dan sitoplasma berwarna biru. Gametosit jantan (mikrogametosit) berbentuk bulat, mempunyai inti difus, sitoplasma berwarna pucat kemerah-merahan (Safar, Rosdiana, 2009).

2. Siklus Hidup Parasit Malaria

a. Aseksual (Skizogoni)

Sporozoit yang infeksi dari kelenjar ludah nyamuk *Anopheles*, ditusukkan ke dalam aliran darah hospes vertebrata (manusia). Sporozoit dalam waktu 30 menit memasuki sel parenkim hati, untuk memulai stadium ekso-eritrositik karena belum masuk ke dalam sel darah merah. Dari sel hati, *Plasmodium* kemudian keluar dengan bebas masuk ke sel darah merah. Sebagian besar di fagositosis, tetapi sebagian kecil berhasil memasuki sel hati yang baru untuk mengulangi daur eksoeritrositik. *Plasmodium* yang keluar dari sel hati akan masuk ke sel darah merah, maka disebut stadium pra-eritrositik. (Irianto, Koes, 2013)

Dalam sel darah merah, mulai tampak adanya kromatin kecil yang dikelilingi oleh sitoplasma tipis *Plasmodium* yang berbentuk cincin. Bentuk cincin ini kemudian berkembang menjadi bentuk amoeboid. Kemudian tumbuh menjadi skizon yang berisi merozoit. Sel darah merah yang penuh dengan merozoit akan pecah. (Irianto, Koes, 2013)

Parasit yang berhasil menghindari fagositosis, memasuki sel darah merah kembali untuk mengulangi daur skizogoni. Merozoit yang masuk ke dalam sel darah merah baru, kemudian membentuk gametosit untuk memasuki stadium seksual. (Irianto, Koes, 2013)

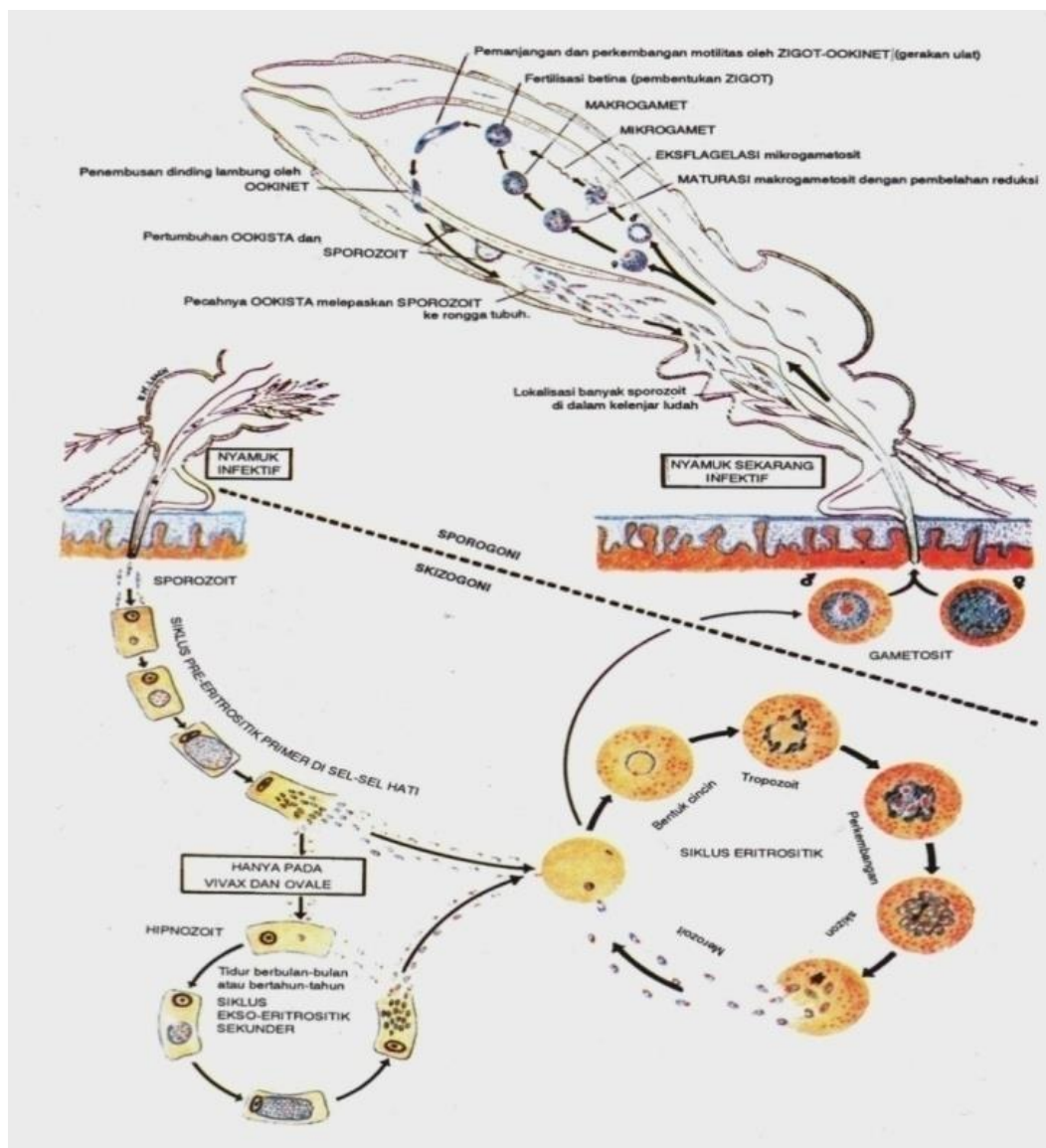
b. Seksual (Sporogoni)

Sporogoni yang merupakan stadium seksual terjadi di dalam tubuh nyamuk. Pada saat nyamuk menghisap darah, gametosit ditelan bersama, namun berbeda dengan skizon, gametosit tidak dicerna bersama sel-sel darah. Pada gamet betina (makrogamet), titik kromatin membagi diri menjadi 6-8 inti yang bergerak ke tepi parasit. Sedangkan dalam gamet jantan (mikrogamet), terbentuk beberapa filamen seperti cambuk, sehingga mempunyai gerakan aktif. Sementara itu, makrogamet menjadi matang sebagai makrogametosit. Perkembangan gametosit berlangsung dalam rongga perut nyamuk. (Irianto, Koes, 2013)

Fertilisasi (pembuahan) terjadi karena masuknya mikrogamet ke dalam makrogamet untuk membentuk zigot. Dalam 12-24 jam setelah nyamuk menghisap darah, zigot berubah menjadi bentuk seperti cacing yang disebut

ookinet yang dapat menembus dinding lambung nyamuk, yang selanjutnya tumbuh menjadi ookista yang berbentuk bulat. (Irianto, Koes, 2013)

Di dalam ookista terbentuk ribuan sporozoit, sehingga ookista pecah. Dengan pecahnya ookista, sporozoit dilepaskan ke dalam rongga badan dan selanjutnya bergerak ke seluruh jaringan nyamuk. Beberapa sporozoit mencapai kelenjar ludah. Jika nyamuk sedang menusuk kulit manusia, maka sporozoit masuk ke dalam darah dan jaringan bersama air ludah dan mulailah daur pra-eritrositik. Daur sporogoni di dalam tubuh nyamuk berlangsung selama 8-12 hari. (irianto, Koes, 2013)



Sumber : (Safar, Rosdiana. 2009)

Gambar 2.5. Siklus Hidup *Plasmodium* sp.

3. Gejala Klinis

Perjalanan penyakit malaria terdiri dari demam yang disertai gejala lain yang diselingi periode bebas demam. Gejala klinik terpenting pada malaria terdiri dari :

a. Demam

Demam pada infeksi malaria terjadi sehubungan dengan pecahnya sejumlah skizon matang secara periodik dan merozoit masuk ke dalam aliran darah (*sporulasi*). Pada *P. vivax* dan *P. ovale*, skizon pecah setiap 48 jam, maka periodisitas demamnya bersifat *tertiana* dan pada *P. malariae*, skizon pecah dengan interval waktu 72 jam, maka demam yang timbul bersifat *kuartana*.

Timbulnya demam bergantung pada jumlah parasit (*Pyrogenic level, fever threshold*). Berat infeksi pada seseorang ditentukan dengan hitung parasit (*parasit count*) pada sediaan darah. Serangan malaria biasanya dimulai dengan gejala prodromal, yaitu lesu, sakit kepala, hilangnya nafsu makan, kadang-kadang disertai gejala mual dan muntah. (Safar, Rosdiana. 2009)

Serangan demam yang khas terdiri dari 3 stadium, yaitu :

1) Stadium menggigil

Dimulai dengan perasaan dingin yang amat sangat, sampai menggigil sehingga penderita berusaha memanaskan badan dengan selimut tebal. Nadi lemah tapi cepat, bibir dan jari tangan menjadi biru, kulit kering dan pucat, kadang-kadang disertai muntah. Pada anak-anak sering disertai kejang-kejang. Stadium ini dapat berlangsung antara 15 menit sampai 1 jam. (Safar, Rosdiana. 2009)

2) Stadium acme (puncak demam)

Dari perasaan dingin berubah menjadi panas sekali. Muka merah, kulit kering dan panas serasa terbakar, sakit kepala hebat, rasa mual dan muntah, nadi penuh dan berdenyut keras. Suhu naik sampai 41°C. Penderita merasa sangat kehausan. Stadium ini berlangsung selama 2 – 6 jam. (Safar, Rosdiana. 2009)

3) Stadium sudoris (berkeringat)

Dimulai dengan penderita berkeringat banyak, hingga pakaian dan tempat tidur basah oleh keringat. Suhu badan turun dengan cepat, hingga kadang-kadang sampai di bawah ambang normal. Penderita biasanya dapat tertidur nyenyak, dan

waktu bangun merasa badan lemah tetapi sehat. Stadium ini berlangsung 2 – 4 jam. (Safar, Rosdiana. 2009)

Trias malaria secara keseluruhan dapat berlangsung 6-10 jam, lebih sering terjadi pada infeksi *P. vivax*. Pada *P. falciparum* menggigil dapat berlangsung berat atau tidak ada. Periode tidak panas berlangsung 12 jam pada *P. falciparum*, 36 jam pada *P. vivax* dan *P. ovale*, 60 jam pada *P. malariae*. (Harijanto, 2012)

b. Splenomegali

Terjadinya kongesti aliran darah serta hipertrofi dan hiperplasi sistem retikuloendotelial (RES) menyebabkan pembesaran limpa, terkadang disertai pembesaran hati (hepatomegali). Sel makrofag dalam darah bertambah, terjadi monositosis. Pembesaran limpa pada awalnya lunak, mudah pecah dan nyeri sehingga perabaan limpa tersebut harus hati-hati. Pada stadium kronik, limpa berwarna kelabu, besar dan keras. (Natadisastra, Djaenudin. 2014)

c. Anemia

Anemia yang terjadi pada malaria adalah anemia hemolitik, normositik, dan normokrom. Pada serangan akut kadar hemoglobin menurun secara mendadak. Anemia terutama tampak pada infeksi *P. falciparum* karena penghancuran eritrosit yang cepat dan hebat, juga terjadi pada malaria menahun.

Anemia disebabkan oleh factor-faktor berikut :

- 1) Penghancuran eritrosit yang mengandung parasit dan yang tidak mengandung parasit terjadi di dalam limpa.
- 2) Hancurnya eritrosit akibat siklus hidup parasit.
- 3) *Reduced survival time*, yaitu eritrosit normal yang tidak mengandung parasit tidak dapat hidup lama.
- 4) *Diseritropoesis*, yaitu gangguan pembentukan eritrosit karena depresi eritropoesis dalam sumsum tulang, retikulosit tidak dilepas dalam peredaran perifer.
- 5) Berkurangnya pembentukan hemoglobin.
- 6) Meningkatnya fragilitas sel eritrosit

(Safar, Rosdiana. 2009)

4. Pemeriksaan Malaria secara Mikroskopis

a. Pembuatan Sediaan Darah

- 1) Dipilih jari tengah atau manis (pada bayi usia 6-12 bulan darah diambil dari ujung ibu jari kaki dan bayi <6 bulan darah diambil dari bagian tumit)
- 2) Membersihkan jari dengan kapas alkohol untuk menghilangkan kotoran dan lemak yang menempel pada jari.
- 3) Setelah kering, jari ditekan agar darah banyak terkumpul di ujung jari.
- 4) Menusuk ujung jari menggunakan lancet secara cepat.
- 5) Tetes darah pertama yang keluar dibersihkan dengan kapas kering, untuk menghilangkan bekuan darah dan sisa alkohol.
- 6) Teteskan 1 tetes kecil darah ($\pm 2\mu\text{L}$) di bagian tengah object glass untuk sediaan tipis dan 2-3 tetes darah ($\pm 6\mu\text{L}$) untuk sediaan tebal
- 7) Untuk membuat sediaan tipis, dengan menggunakan object glass yang lain, tempelkan ujungnya pada tetes darah yang kecil sampai darah menyebar sepanjang object glass.
- 8) Dengan sudut 45° geser object glass tersebut dengan cepat ke arah berlawanan dengan sediaan tebal, sehingga didapatkan sediaan hapus seperti bentuk lidah.
- 9) Untuk sediaan tebal, ujung object glass kedua ditempelkan pada tetes darah besar. Darah dihomogenkan dengan cara memutar ujung object glass searah jarum jam, sehingga terbentuk bulatan dengan diameter 1 cm
- 10) Pemberian label meliputi kode, nama pasien dan tanggal pembuatan
- 11) Proses pengeringan dilakukan perlahan pada suhu kamar. Tidak diperkenankan menggunakan lampu atau hair dryer, hal ini dapat menyebabkan sediaan menjadi retak-retak.

(Kemenkes RI, 2017)

b. Pewarnaan Sediaan Darah

- 1) Sediaan tipis yang telah kering difiksasi menggunakan methanol, jangan sampai mengenai sediaan tebal.
- 2) Letakkan pada rak pewarnaan dengan posisi darah berada di atas.
- 3) Siapkan larutan Giemsa 3 % dengan mencampurkan 3 mL Giemsa stock dan 97 mL larutan buffer.

- 4) Tuang larutan Giemsa 3 % dari tepi hingga menutupi seluruh permukaan object glass. Biarkan selama 30-45 menit.
- 5) Tuangkan air bersih secara perlahan dari tepi object glass sampai larutan Giemsa yang terbuang menjadi jernih. Keringkan sediaan darah pada suhu kamar.

(Kemenkes RI, 2017)

c. Pembacaan dengan Mikroskop

- 1) Diperiksa sediaan yang sudah diwarnai dan sudah kering di bawah mikroskop.
- 2) Diteteskan 1 tetes minyak imersi di atas sediaan dan diperiksa dengan pembesaran objektif 100X dan okuler 10X.
- 3) Pemeriksaan dilakukan secara zig-zag yaitu dari satu sisi ke sisi yang lain kemudian kembali ke sisi semula demikian seterusnya.

d. Interpretasi Hasil

- 1) Hasil (+) : apabila ditemukan bentuk morfologi trophozoit muda, trophozoit tua, skizon muda, skizon tua, mikrogametosit (jantan), dan makrogametosit (betina) dari *Plasmodium vivax*, *Plasmodium ovale*, *Plasmodium falciparum*, dan *Plasmodium malariae* yang berada didalam eritrosit pada sediaan hapus darah tipis dan tebal.
- 2) Hasil (-) : apabila tidak ditemukan bentuk morfologi trophozoit muda, trophozoit tua, skizon muda, skizon tua, mikrogametosit (jantan), dan makrogametosit (betina) dari *Plasmodium vivax*, *Plasmodium ovale*, *Plasmodium falciparum*, dan *Plasmodium malariae* yang berada didalam eritrosit pada sediaan hapus darah tipis dan tebal.

5. Faktor-faktor Penyebaran Malaria

a. Manusia sebagai intermediate host

Secara umum dapat dikatakan bahwa pada dasarnya semua orang dapat terkena penyakit malaria. Bagi manusia, terdapat beberapa factor intrinsik yang mempengaruhi derajat kerentanan terhadap malaria, antara lain usia, jenis kelamin, ras, sosio-ekonomi, riwayat penyakit sebelumnya, cara hidup, status gizi dan tingkat imunitas. (Irianto, Koes. 2013)

b. Nyamuk sebagai definitive host

Malaria pada manusia hanya dapat ditularkan oleh nyamuk *Anopheles* betina. Ada lebih dari 400 spesies nyamuk *Anopheles* di dunia, tetapi hanya sekitar 67 spesies yang terbukti mengandung sporozoit dan dapat menularkan penyakit malaria.

Di setiap daerah yang ada transmisi malaria biasanya hanya ada satu atau paling banyak tiga spesies *Anopheles* yang menjadi vektor penting. Di Indonesia, terdapat lebih dari 80 spesies nyamuk *Anopheles*, dimana telah ditemukan 24 spesies yang menjadi vektor malaria. Spesies tersebut antara lain *Anopheles aconitus*, *Anopheles punctulatus*, *Anopheles farauti*, *Anopheles balabacencis*, *Anopheles barbirostris*, *Anopheles sundaicus*, *Anopheles maculates*.

Nyamuk *Anopheles* terutama hidup di daerah tropis dan sub tropis. Akan tetapi nyamuk *Anopheles* juga dapat hidup di daerah arktika. Nyamuk *Anopheles* jarang ditemukan pada ketinggian lebih dari 2000 – 2500 m.

Nyamuk *Anopheles* betina menggigit antara waktu senja hingga subuh. Jarak terbang nyamuk *Anopheles* terbatas, biasanya tidak lebih dari 2 – 3 km dari tempat perindukannya. Bila ada angin yang kuat, nyamuk *Anopheles* dapat terbawa sampai sejauh 30 km. Nyamuk *Anopheles* dapat terbawa pesawat atau kapal dan menyebarkan malaria ke daerah yang non-endemis. (Irianto, Koes. 2013)

c. Parasit *Plasmodium* sebagai penyebab (Agent)

Agar dapat hidup terus, parasit penyebab malaria harus berada dalam tubuh manusia untuk waktu yang cukup lama dan menghasilkan gametosit jantan dan betina pada saat yang sesuai untuk penularan. Parasit juga harus menyesuaikan diri dengan sifat spesies nyamuk *Anopheles* yang suka menggigit manusia agar sporogoni memungkinkan sehingga dapat menghasilkan sporozoit yang infeksiif.

Sifat-sifat spesifik parasitnya berbeda untuk tiap spesies *Plasmodium* dan hal ini mempengaruhi terjadinya manifestasi klinis dan penularan. *Plasmodium falciparum* mempunyai masa infeksi yang paling pendek, akan tetapi menghasilkan parasitemia yang paling tinggi. Gametosit *Plasmodium falciparum* baru berkembang setelah 8-15 hari sesudah masuknya parasit ke dalam darah.

Plasmodium vivax dan *Plasmodium ovale* pada umumnya menghasilkan parasitemia yang rendah, gejala yang lebih ringan dan mempunyai masa inkubasi yang lebih lama daripada *Plasmodium falciparum*. Walaupun begitu, sporozoit *Plasmodium vivax* dan *Plasmodium ovale* di dalam hati dapat berkembang menjadi skizon jaringan primer dan hipnozoit yang menjadi sumber terjadinya relaps. (Irianto, Koes. 2013)

d. Faktor lingkungan

1) Lingkungan fisik

Faktor geografi dan meteorologi di Indonesia sangat menguntungkan transmisi malaria. Pengaruh suhu ini berbeda untuk setiap spesies. Pada suhu 26,7°C masa inkubasi intrinsik adalah 10-12 hari untuk *Plasmodium falciparum*, 8-11 hari untuk *Plasmodium vivax* dan 14-15 hari untuk *Plasmodium malariae* dan *Plasmodium ovale*.

1) Suhu

Suhu mempengaruhi perkembangan parasit dalam tubuh nyamuk. Suhu optimal berkisar anatar 20-30°C. Makin tinggi suhu makin pendek masa inkubasi (sporogoni)

2) Kelembaban

Kelembaban rendah memperpendek umur nyamuk meskipun tidak berpengaruh pada parasit. Tingkat kelembaban 63% merupakan batas terendah untuk memungkinkan nyamuk dapat hidup. Pada kelembaban tinggi nyamuk akan menjadi lebih aktif dan lebih sering menggigit, sehingga penularan akan meningkat.

3) Hujan

Pada umumnya hujan akan memudahkan perkembangan nyamuk. Besar kecilnya pengaruh hujan terhadap perkembangan nyamuk tergantung kepada jenis dan derasny hujan, jenis vektor dan jenis tempat perindukan.

4) Ketinggian

Transmisi malaria berkurang pada ketinggian yang makin bertambah. Hal ini disebabkan turunnya suhu rata-rata. Akan tetapi hal ini dapat berubah bila terjadi pemanasan bumi dan pengaruh El-Nino.

5) Angin

Kecepatan dan arah angin dapat mempengaruhi jarak terbang nyamuk dan ikut menentukan jumlah kontak antara nyamuk dengan manusia.

6) Sinar matahari

Sinar matahari berpengaruh terhadap pertumbuhan larva nyamuk *Anopheles*. *A. sudaicus* lebih suka tempat yang teduh, sedangkan *A. barbirostris* dapat hidup ditempat yang teduh maupun terang.

7) Arus air

A. barbirostris menyukai tempat yang airnya mengalir lambat atau statis, sedangkan spesies lain menyukai tempat yang berarus deras dan air yang menggenang.

8) Kadar garam

A. sudaicus tumbuh optimal pada air payau dengan kadar garam 12-18% dan tidak akan berkembang pada kadar garam lebih dari 40%. (Irianto, Koes. 2013)

2) Lingkungan biologis

Tumbuhan bakau, lumut, ganggang dan berbagai tumbuhan lain dapat mempengaruhi kehidupan larva. Hal ini disebabkan karena mereka dapat menghalangi sinar matahari atau juga dapat melindungi larva dari serangan makhluk hidup lainnya seperti ikan. Adanya ternak seperti sapi, kerbau dan babi dapat mempengaruhi jumlah gigitan nyamuk pada manusia apabila ternak tersebut dikandangan tidak jauh dari rumah. (Irianto, Koes. 2013)

3) Lingkungan sosial budaya

Kebiasaan untuk berada di luar rumah sampai larut malam, vektor yang bersifat *eksofilik* (suka tinggal di luar rumah) dan *eksofagi* (menggigit di luar rumah) akan memudahkan gigitan nyamuk. Tingkat kesadaran masyarakat tentang bahaya malaria akan mempengaruhi kesediaan masyarakat untuk memberantas malaria. Antara lain dengan penggunaan kelambu, obat nyamuk dan lain-lain. (Irianto, Koes. 2013)

6. Penilaian Situasi Malaria

Situasi malaria di suatu daerah dapat ditentukan melalui kegiatan surveilan (pengamatan) epidemiologi. Surveilan epidemiologi ialah pengamatan yang terus-menerus atas distribusi dan kecenderungan suatu penyakit melalui pengumpulan

data yang sistematis agar dapat ditentukan penanggulangan yang setepat-tepatnya. (Irianto, Koes, 2013)

Pengamatan dapat dilakukan secara rutin melalui PCD (*Passive Case Detection*) oleh fasilitas kesehatan seperti puskesmas dan rumah sakit atau ACD (*Active Case Detection*) oleh petugas khusus seperti PMD (Pembantu Malaria Desa) di Jawa-Bali. Di darrah luar Jawa-Bali yang tidak pernah mengalami program pembasmian malaria dan tidak mempunyai PMD sehingga pengamatan rutin tidak bisa dilaksanakan, pengamatan penularan malaria dilakukan melalui survei malariometrik (MS), *Mass Blood Survey* (MBS), *Mass Fever Survey* (MFS), dan lain-lain. (Irianto, Koes, 2013)

Pengamatan rutin malaria menggunakan parameter-parameter sebagai berikut:

a. Annual Paracite Incidence (API)

$$API = \frac{\text{Kasus malaria yang dikonfirmasi dalam 1 tahun}}{\text{jumlah penduduk yang diamati}} \times 1000$$

Kasus malaria ditemukan melalui ACD dan PCD dan dikonfirmasi dengan pemeriksaan mikroskopis. (Irianto, Koes, 2013)

b. Annual Blood Examination Rate (ABER)

$$ABER = \frac{\text{jumlah sediaan darah yang diperiksa}}{\text{jumlah penduduk yang diamati}} \times 100$$

ABER merupakan ukuran dari efisiensi operasional. ABER diperlukan untuk menilai API. Penurunan API yang disertai penurunan ABER belum tentu bermakna penurunan insiden. Penurunan API bermakna penurunan insiden jika ABER meningkat. (Irianto, Koes, 2013)

c. Slide Positivity Rate (SPR)

Slide positivity rate adalah persentase sediaan darah yang positif dalam periode kegiatan penemuan kasus yang dapat dilakukan secara aktif (ACD) atau secara pasif (PCD). (Safar, Rosdiana, 2009)

$$SPR = \frac{\text{sediaan darah positif}}{\text{sediaan darah diperiksa}} \times 100\%$$

d. Angka parasit (*parasite rate*)

Ditentukan dengan persentase orang yang sediaan darahnya positif pada saat tertentu dan angka ini merupakan pengukuran malariometrik. (Safar, Rosdiana, 2009)

e. Paracite Formula (PF)

Parasit formula adalah proporsi dari tiap parasit di suatu daerah. Spesies yang mempunyai PF tertinggi disebut spesies yang dominan.

$$PF = \frac{\text{Jumlah sediaan positif Plasmodium sp.}}{\text{Jumlah sediaan positif}} \times 100\%$$

Interpretasi dari masing-masing parasit yang dominan ialah sebagai berikut :

Plasmodium falciparum dominan

- 1) Penularan masih baru atau belum lama
- 2) Pengobatan kurang sempurna atau rekrudensi

Plasmodium vivax dominan

- 1) Transmisi dini yang tinggi dengan vector yang paten (gametosit Plasmodium vivax timbul pada hari ke 2 – 3 parasitemia, sedangkan Plasmodium falciparum baru pada hari ke-8)
- 2) Pengobatan radikal kurang sempurna sehingga timbul rekurens.
(Irianto, Koes, 2013)

B. Kerangka Konsep

