

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Malaria

1. Pengertian

Plasmodium merupakan organisme protozoa uniseluler penyebab malaria yang merupakan penyakit menular. Nyamuk *Anopheles* betina, yang membawa Plasmodium, menyebarkan malaria. Plasmodium masuk ke tubuh manusia melalui gigitan nyamuk dan tinggal di dalam sel darah merah. Malaria dapat menyerang semua orang, termasuk pria dan wanita. Malaria dapat menyebabkan menggigil, demam, sakit kepala, berkeringat, dan muntah atau mual. Orang yang mengalami gejala harus menjalani pemeriksaan laboratorium untuk memastikan bahwa mereka memiliki malaria (Kemenkes, 2020).

Malaria adalah penyakit yang berpotensi mematikan, terutama pada kelompok rentan seperti bayi, anak-anak, dan ibu hamil. Selain itu, penyakit ini juga dapat menyebabkan anemia dan menurunkan produktivitas kerja. Malaria disebabkan oleh protozoa genus Plasmodium yang merupakan organisme intraseluler. Beberapa contoh Plasmodium yang dapat menyebabkan malaria pada manusia termasuk *Plasmodium malariae*, *Plasmodium vivax*, *Plasmodium falciparum*, dan *Plasmodium ovale*. Nyamuk *Anopheles*, yang merupakan vektor utama penyakit ini, terdiri dari ribuan spesies, di mana 67 di antaranya bersifat patogen dan 24 di antaranya banyak ditemukan di Indonesia. Penularan malaria dapat terjadi melalui transfusi darah, jarum suntik yang terinfeksi, atau dari ibu hamil yang terinfeksi ke bayinya (WHO, 2022).

2. Epidemiologi

Malaria terus menimbulkan tantangan kesehatan global yang signifikan karena tingkat morbiditas dan mortalitas yang terus-menerus tinggi. Penularan penyakit ini tersebar luas di 91 negara, terutama di daerah tropis dan subtropis seperti Afrika Sub-Sahara, Asia Tenggara, dan Mediterania Timur. Sebanyak 216 juta kasus telah dilaporkan di daerah-daerah ini.

Asia Tenggara, kedua setelah Afrika, menyumbang jumlah kematian terkait malaria tertinggi, dengan 27.000 kematian dari total 407.000 kasus (WHO, 2017).

Pada tahun 2017 Indonesia mencapai tonggak penting dalam upayanya untuk memberantas malaria. Lebih dari setengah kabupaten secara resmi dinyatakan bebas malaria, mengingat tantangan yang ditimbulkan oleh populasi yang tersebar, mencakup lebih dari 260 juta penduduk yang tinggal di lebih dari 5.000 pulau berpenghuni. Indonesia menghadapi hambatan seperti migrasi internal yang tinggi, kesenjangan sosial ekonomi, dan tata kelola yang terdesentralisasi. Indonesia adalah rumah bagi sekitar 25 spesies nyamuk *Anopheles* yang diketahui rentan terhadap malaria. Menariknya proporsi infeksi *Plasmodium falciparum* dan *Plasmodium vivax relatif* serupa. Selama dekade terakhir, kasus malaria telah mengalami penurunan lebih dari 50%, dengan jumlah kasus turun dari 465.764 (API 1,96) pada 2010 menjadi 222.085 (API 0,86) pada 2018 (WHO, 2017).

Provinsi NTT memiliki tingkat kejadian malaria tertinggi ketiga di Indonesia, dengan nilai API 2,37. Pada 2019, ada total 12.909 kasus malaria yang dilaporkan. Meskipun NTT telah melihat penurunan kasus secara keseluruhan, salah satu distriknya telah secara resmi dinyatakan bebas malaria. Namun, dari 21 kabupaten yang tersisa, 14 diklasifikasikan sebagai daerah endemik rendah, sementara 7 kabupaten lainnya memiliki tingkat endemisme yang bervariasi, dengan 3 tinggi dan 4 sedang. Ketiga kabupaten dengan endemik tinggi terletak di pulau Sumba, yang berkontribusi terhadap sekitar 80 persen kasus malaria di provinsi tersebut. (Kemenkes, 2023).

3. Penyebaran malaria

Menurut Dirjen Pencegahan dan Pengendalian Penyakit (2018) menjelaskan kemampuan bertahan penyakit malaria di suatu daerah dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

a. Parasit malaria

Penyakit malaria disebabkan oleh protozoa darah dari genus plasmodium yang ditemukan pada nyamuk

Anopheles. Plasmodium P menginfeksi manusia. *P. falciparum*, *P. vivax*, *P. ovale*, *P. malariae*, dan *P. knowlensi*, plasmodium yang baru ditemukan pada monyet. Pada manusia, ada empat jenis malaria:

1) Malaria Tertiana

Jenis malaria yang paling ringan adalah yang disebabkan oleh *Plasmodium vivax*. Gejalanya serupa dengan demam dan dapat muncul setiap dua hari sekali setelah infeksi, atau dapat muncul selama dua minggu.

2) Malaria Tropika

Plasmodium falciparum bertanggung jawab atas sebagian besar kematian akibat malaria. Jenis hewan ini sering menghentikan aliran darah ke otak, menyebabkan koma, mengigau, dan kematian.

3) Malaria Kuartana

Malaria tertiana atau tropika memiliki masa inkubasi yang lebih singkat daripada malaria yang disebabkan oleh *Plasmodium malarie*. Antara 18 dan 40 hari setelah infeksi, gejala pertama biasanya tidak muncul. Mereka kemudian akan muncul kembali setiap 3 hingga 4 hari.

4) Malaria ovale

Malaria yang disebabkan oleh *Plasmodium ovale*. Gejalanya sangat mendadak, mirip dengan stroke atau koma, dan menyertai malaria yang berat. Jenis malaria ini tidak ada di Indonesia.

b. Nyamuk

Nyamuk berperan sangat penting pada penularan parasit malaria, sebagian dari siklus perkembangan *plasmodium* terjadi dalam tubuh nyamuk *Anopheles*.

c. Lingkungan

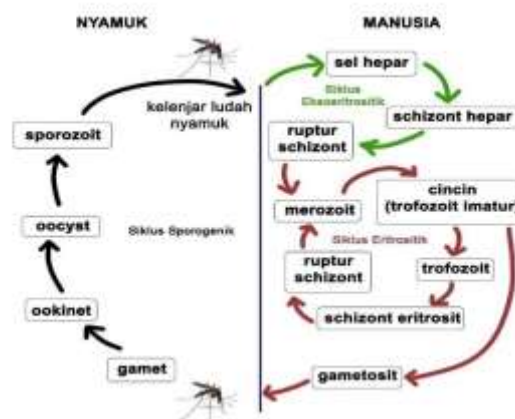
Faktor lingkungan juga memiliki dampak besar pada penyebaran malaria di sebuah wilayah. Misalnya, keberadaan danau air tawar, genangan air, lahan pertanian, tambak ikan, dan tambang bisa meningkatkan risiko terjadinya penyakit malaria karena tempat-tempat tersebut

sering menjadi tempat berkembang biaknya nyamuk malaria.

d. Iklim

Peralihan dari musim kemarau ke musim hujan, ketika curah hujan meningkat dan tempat perindukan nyamuk meningkat, biasanya menyebabkan peningkatan tingkat penularan malaria.

e. Patogenesis Malaria



Gambar 1. Siklus Hidup Plasmodium (Zekar & Tariq, 2023)

Nyamuk *Anopheles* sp. yang menggigit manusia. Sporozoit akan masuk ke dalam sirkulasi darah manusia melalui air ludah betina yang terinfeksi *Plasmodium*.

f. Siklus Eksoeritrositik

Sporozoit menyerang hepatosit dan bereplikasi secara aseksual sebelum maturasi menjadi skizon. Skizon melepaskan merozoit ke peredaran darah setelah ruptur. Pasien tidak menunjukkan gejala selama siklus eksoeritrositik. Eksoeritrositik *Plasmodium falciparum* berlangsung antara 8-25 hari, *Plasmodium vivax* antara 8-27 hari, *Plasmodium ovale* antara 9-17 hari, dan *Plasmodium malariae* antara 15-30 hari (Giribaldi *et al.*, 2015).

siklus eksoeritrositik, sebagian sporozoit *Plasmodium vivax* dan *Plasmodium ovale* menjadi hipnozoit daripada berkembang menjadi merozoit. Hipnozoit, yang dikenal sebagai dorman, dapat bertahan di hepatosit selama beberapa minggu hingga beberapa tahun. Setelah fase tidur, ia dapat kembali bergerak dan

menghasilkan merozoit untuk dimasukkan ke dalam sirkulasi darah. Hipozoit yang menyebabkan malaria muncul kembali (Siddiqui *et al.*, 2020).

g. Siklus Eritrositik

Siklus eritrositik dimulai ketika merozoit menginfeksi eritrosit. Merozoit bermetamorfosis menjadi trofozoit cincin atau imatur, trofozoit matur, dan akhirnya menjadi skizon. Skizon melepaskan merozoit dan menginfeksi eritrosit normal kembali saat ruptur kembali (Coronado M *et al.*, 2014).

Mikrogametosit (jantan) dan makrogametosit (betina) adalah parasit yang terdiri dari trofozoit imatur. Gametosit menyerang nyamuk *Anopheles* sp. saat mereka menggigit tubuh orang. Jenis *Plasmodium* berbeda-beda dalam siklus eritrositik, yang menyebabkan gejala demam muncul setiap 24 atau 48 jam. (Zekar & Tariq, 2023).

h. Siklus Sporogenik

Siklus sporogenik terjadi dalam tubuh nyamuk. Parasit berkembang biak secara seksual, yang diawali dengan mikrogametosit mempenetrasi makrogametosit dan menghasilkan zigot. Kemudian, zigot berubah menjadi ookinet yang motil dan menginvasi dinding saluran pencernaan tengah (*midgut*) nyamuk dan berkembang menjadi oocyst. Oocyst kemudian akan ruptur dan melepaskan sporozoit yang akan masuk ke kelenjar ludah nyamuk (Giribaldi *et al.*, 2015).

4. Gejala klinis malaria

Menurut Fitriany & Sabiq, (2018) gejala-gejala klasik umum yaitu terjadinya trias malaria (*malaria proxym*) secara berurutan yang disebut trias malaria, yaitu :

a. Stadium dingin (*cold stage*)

Stadium ini berlangsung lebih dari lima belas menit hingga satu jam. Dimulai dengan menggigil dan perasaan sangat dingin, gigi gemeretak, nadi cepat tetapi lemah, kulit kering, dan terkadang muntah (Fitriany & Sabiq, 2018).

b. Stadium demam (*hot stage*)

Stadium ini berlangsung antara dua dan empat jam. Penderita mengalami rasa panas. muka yang merah, kulit yang kering, sakit kepala, dan muntah yang sering. Suhu Nadi meningkat hingga 41° Celcius, dan dia merasa sangat haus. Suhu tubuh yang sangat tinggi dapat menyebabkan kejang-kejang pada anak-anak (Fitriany & Sabiq, 2018).

c. Stadium berkeringat (*sweating stage*)

Stadium ini berlangsung antara dua dan empat jam. Penderita mengeluarkan banyak keringat. Tingkat suhu tubuh turun kembali, kadang-kadang sampai di bawah normal. Setelah itu, pasien biasanya beristirahat dan tertidur. Setelah bangun tidur, penderita merasa lemah tetapi tidak menunjukkan gejala lain, yang memungkinkan mereka untuk kembali melakukan aktivitas sehari-hari (Fitriany & Sabiq, 2018).

Trias malaria, yang juga dikenal sebagai gejala klasik, berlangsung selama 6 hingga 10 jam dan biasanya muncul dari daerah di mana malaria tidak sering terjadi. Di daerah endemik malaria di mana penderita memiliki kekebalan malaria, gejala klasik muncul secara bertahap, bahkan kadang-kadang tidak sama sekali, dan seringkali berbeda tergantung pada spesies parasit dan kekebalan penderita. Penderita seringkali tidak mengalami demam tetapi dapat mengalami gejala lain seperti diare dan pegal-pegal di daerah yang memiliki tingkat penularan tinggi (hiperendemik). Ini disebut sebagai gejala malaria lokal (Dirjen Pencegahan dan Pengendalian Penyakit, 2018).

Penderita malaria vivax lebih sering mengalami gejala klasik, atau trias malaria, sedangkan pada malaria falciparum, gejala menggigil dapat sangat ringan atau bahkan tidak ada sama sekali. Di antara dua periode demam, ada periode tidak demam yang berlangsung selama 12 jam untuk malaria falciparum, 36 jam untuk malaria vivax dan ovale, dan 60 jam untuk malariæ. (Dirjen Pencegahan dan Pengendalian Penyakit, 2018).

d. Gejala malaria berat (malaria dengan komplikasi)

Parasit malaria ditemukan di dalam darah pasien melalui pemeriksaan laboratorium sediaan darah tepi, juga dikenal sebagai RDT, dan pasien disertai dengan salah satu atau lebih dari gejala atau komplikasi berikut: gangguan kesadaran dalam tingkat yang berbeda, mulai dari koma hingga penurunan kesadaran lebih ringan, dengan gejala seperti mengigau, bicara salah, tidur terus, diam, atau perubahan tingkah laku (Fitriany & Sabiq, 2018).

Keadaan umum yang sangat lemah (tidak bisa duduk/berdiri)

- 1) Kejang.
- 2) Demam tinggi
- 3) Mata atau tubuh berwarna kuning.
- 4) Tanda-tanda dehidrasi, termasuk mata cekung, penurunan turgor dan elastisitas kulit, bibir kering, dan penurunan jumlah air seni yang dihasilkan.
- 5) Perdarahan yang terjadi di hidung, gusi, atau saluran pencernaan.
- 6) Nafas cepat atau nafas sesak.
- 7) Tidak dapat makan dan muntah terus menerus.
- 8) Air seni berwarna kehitaman atau berwarna teh tua. Sampai jumlah air seni berkurang, tidak ada air seni lagi.
- 9) Telapak tangan pucat (anemia dengan kadar hemoglobin kurang dari 5%).

5. Cara penularan malaria

a. Siklus Pada Manusia.

Sporozoit parasit malaria dari nyamuk anopheles betina yang menggigit manusia masuk ke dalam darah dan jaringan hati. Parasit malaria mengalami stadium sizon jaringan dalam sel hati selama siklus hidupnya. Ini dikenal sebagai stadium ekso-eritrositer. Setelah sel hati pecah, merozoit atau kriptozoit masuk ke eritrosit dan membentuk stadium eritrositer. Dalam eritrosit mulai bentuk troposit muda sampai sizon tua/matang sehingga

eritrosit pecah dan keluar merozoit. Sebagian besar Merozoit masuk kembali ke eritrosit dan sebagian kecil membentuk gametosit jantan (Zekar & Tariq, 2023).

b. Siklus Pada Nyamuk *Anopheles* Betina.

Gametosit dalam bentuk yang siap diserap oleh nyamuk malaria betina dan melanjutkan siklus hidupnya di tubuh nyamuk dikenal sebagai stadium sporogoni. Zigot terbentuk di dalam lambung nyamuk oleh mikrogamet jantan dan makrogamet betina. Zigot berubah menjadi ookinet dan ookista setelah masuk ke lambung nyamuk. Sporozoit keluar dari ookista setelah matang dan pecah, dan kemudian siap untuk ditularkan ke manusia (Zekar & Tariq, 2023).

P. vivax serta *P. ovale* pada siklus parasitnya di jaringan hati (sizon jaringan), beberapa parasit tertanam di jaringan hati (disebut hipnosit) dan tidak melanjutkan siklusnya ke sel eritrosit. Ini adalah jenis hipnosit yang menyebabkan kembalinya malaria. Jika daya tahan tubuh seseorang menurun, seperti karena terlalu lelah, sibuk, stres, atau perubahan iklim, seperti musim hujan, hipnosit dalam tubuh mereka akan terangsang untuk melanjutkan siklus parasit dari sel hati ke eritrosit. Gejala penyakit akan muncul kembali setelah eritrosit berparasit pecah. Misalnya, saya pernah menderita *P* selama satu atau dua tahun sebelumnya. *vivax/ovale* dan sembuh setelah pengobatan, tetapi jika kelelahan atau stres muncul di kemudian hari, gejala malaria akan muncul kembali, bahkan jika orang tersebut tidak digigit oleh nyamuk *anopheles*. Bila dilakukan pemeriksaan, akan didapati Pemeriksaan sediaan darah positif *P. vivax/ovale* (Dirjen Pencegahan dan Pengendalian Penyakit, 2018).

Falciparum dapat menyebar ke berbagai bagian tubuh lain dan menyebabkan kerusakan di otak, ginjal, paru-paru, hati, dan jantung, yang dapat menyebabkan malaria berat atau komplikasi. *P. falciparum* dalam jaringan parasit tua, sekuestrasi otak. Meskipun angka kematian malaria serebral berkisar antara 20 dan 50%, hampir semua penderita yang tertolong tidak

menunjukkan gejala sisa neurologis (sekuele) pada orang dewasa. Ini karena penderita malaria berat seringkali tidak memiliki plasmodium dalam darah tepi karena telah disekuestrasi. Sekuel malaria dapat terjadi pada anak kecil. Pemeriksaan sediaan darah positif tanpa gejala klinis pada lebih dari 60% kasus adalah hasil dari daerah hiperendemis atau immunitas tinggi (Dirjen Pencegahan dan Pengendalian Penyakit, 2018).

B. Indeks Parasit

Ditemukannya parasit di dalam darah disebut parasitemia. Kami dapat menghitung berapa banyak parasit yang ada dalam darah untuk mengetahui seberapa parah parasitemia. Salah satu faktor agen dan host yang memengaruhi intensitas manifestasi klinis malaria adalah kepekatan parasit pada penderita malaria. Karakteristik host seperti umur dan ras dapat memengaruhi parasitemia (Mangal *et al.*, 2017).

Imunitas yang dimiliki oleh orang-orang, terutama orang dewasa dan orang-orang yang tinggal di daerah endemis, sehingga anak-anak biasanya menderita penyakit yang parah (Mangal *et al.* 2017). Ada imunitas seperti imunitas antiparasit dan imunitas anti toksik yang dimiliki oleh orang-orang yang tinggal di daerah endemis malaria yang memungkinkan penderita malaria tidak menunjukkan gejala meskipun parasit ada di dalam darahnya.

Beberapa teknik dapat digunakan untuk mengukur intensitas infeksi, atau parasitemia, seperti:

1. Metode Semi Kuantitatif

Melihat parasit dalam lapang pandang besar (LPB), dapat menghitung intensitas infeksi (parasitemia) secara semi-kuantitatif dengan menggunakan apusan darah tebal atau tipis. Sebagai contoh, berikut adalah interpretasi hasil dari pendekatan semi-kuantitatif:

- a. ++++ → >10 parasit/LPB
- b. +++ → 1-10 parasit/LPB
- c. ++ → 11-100 parasit/100 LPB
- d. + → 1-10 parasit/100 LPB (WHO, 2016)

2. Dibandingkan dengan Jumlah Leukosit

Metode ini membutuhkan apusan darah yang tebal. Menghitung jumlah parasit yang terkait dengan standar sel darah putih, yang adalah 8000 sel darah putih/ μ L, adalah cara untuk mencapainya. Jumlah parasit dalam satu mililiter darah dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Parasit } \mu / \text{L darah} = \frac{\text{Jumlah Parasit yang dihitung}}{\text{Jumlah leukosit yang dihitung}} \times 8000$$

Derajat parasitemia rendah dengan jumlah parasit <10.000 parasit/ μ L, derajat parasitemia sedang 10.000 – 15.000 parasit/ μ L, dan derajat parasitemia berat >15.000 parasit/ μ L (WHO, 2016)

3. Dibandingkan dengan Jumlah Eritrosit

Metode ini menggunakan apusan darah tipis. Caranya adalah dengan menghitung eritrosit Plasmodium yang terinfeksi, lalu menghitung semua sel darah merah, termasuk yang terinfeksi dan yang tidak terinfeksi, dengan minimal lima ratus sel darah merah. Tidak ada stadium gametosit yang terlihat dalam perhitungan.

Parasitemia dapat dihitung dengan rumus:

$$\frac{\text{Jumlah Eritrosit yang Terinfeksi}}{\text{Total Eritrosit yang Dihitung}} \times 100\%$$

(Frieden *et al.*, 2013)

Hasil menunjukkan parasitemia ringan jika nilai hitung parasit 2% menunjukkan parasitemia berat. Untuk menghitung jumlah parasit dan eritrosit dalam satuan parasit/ μ L darah, rumus berikut digunakan:

$$\frac{\text{Jumlah parasit}}{\text{Jumlah eritrosit}} \times 4.500.000$$

(Dirjen Pencegahan dan Pengendalian Penyakit, 2018)

C. Anemia

1. Pengertian

Penurunan jumlah sel darah merah atau konsentrasi hemoglobin dalam sirkulasi darah dikenal sebagai anemia. Anemia adalah keadaan di mana jumlah sel darah merah atau hemoglobin (protein pembawa oksigen) di bawah normal. (White, 2018).

2. Patofisiologi Anemia pada Penyakit Malaria

Siklus eritrositik parasit terkait dengan munculnya gejala malaria. Setiap kali terjadi lisis eritrosit dan ruptur skizon eritrosit, ribuan parasit dilepaskan ke sirkulasi darah dalam bentuk merozoit dan zat sisa metabolik, yang menyebabkan peningkatan parasitemia. Setelah tubuh mengenali antigen tersebut, ia melepaskan makrofag, limfosit, monosit, dan berbagai sitokin, termasuk tumor necrosis factor alpha (TNF- α) (White, 2018).

Sitokin TNF- α akan menyebabkan demam jika masuk ke hipotalamus melalui sirkulasi darah. Suhu tubuh kembali normal setelah demam selama 6–10 jam, lalu meningkat kembali setiap 48–72 jam saat siklus eritrositik selesai. Interleukin 10 (IL-10) dan interferon gamma (IFN-gamma) adalah sitokin proinflamasi lainnya yang ditemukan selain TNF- α . Tubuh menghasilkan antibodi selama fase infeksi yang lebih lanjut, yang membantu membersihkan parasit melalui jalur makrofag-sel T-sel B (Coronado M *et al.*, 2014).

Parasitemia pada malaria falciparum lebih parah daripada pada spesies lain. Ini karena Plasmodium falciparum dapat menginfeksi semua fase eritrosit, sementara Plasmodium vivax lebih banyak menginfeksi retikulosit dan Plasmodium malariae lebih banyak menginfeksi eritrosit matur. Secara umum, tingkat parasitemia sebanding dengan respons tubuh manusia dan intensitas gejala klinis (Giribaldi *et al.*, 2015).

Proses hemolisis dan fagositosis eritrosit, baik yang terinfeksi maupun normal oleh sistem retikuloendotelial pada limpa, menyebabkan anemia pada malaria. Splenomegali terjadi ketika aktivitas limpa meningkat. Hemozoin, pigmen toksik yang dihasilkan dari metabolisme Plasmodium, mengganggu respons imun monosit dan limfosit, menyebabkan eritropoiesis dan destruksi eritrosit yang tidak normal (White, 2018).

Pada orang dengan defisiensi glukosa-6-fosfat dehidrogenase (G6PD) bawaan, kuinin atau primaquine juga dapat menyebabkan hemolisis. Selama hemolisis, pigmen dapat terakumulasi di sel retikuloendotelial limpa. Hal ini menyebabkan folikel menjadi hiperplastik dan kadang-kadang

nekrotik. Pigmen juga dapat mengendap dalam sumsum tulang, otak, hati, dan sel Kupffer. Jaundice dapat disebabkan oleh peningkatan serum bilirubin akibat hemolisis. Malaria falciparum dapat disertai dengan hemolisis berat yang menyebabkan hemoglobinuria, juga dikenal sebagai (*blackwater fever*) (White, 2018).

3. Hemoglobin

hemoglobin adalah molekul protein yang berfungsi untuk mengikat oksigen, dengan satu gram hemoglobin mengikat 1,34 mililiter oksigen. Setelah menyerap karbondioksida dan ion hidrogen, hemoglobin kembali ke paru-paru, di mana mereka dilepaskan dari hemoglobin. Menurut WHO (2013), Fungsi hemoglobin dalam darah adalah untuk membawa oksigen dalam bentuk oksihemoglobin (O₂Hb) dari paru-paru ke sel-sel tubuh dan kemudian membawa CO₂Hb kembali ke paru-paru dari sel-sel tubuh.

Tubuh terutama terkena dampak beracun karbon monoksida (CO) karena reaksi yang terjadi antara CO dan hemoglobin dalam darah. Jika ada hemoglobin, karbon dioksida (CO) bereaksi dengan hemoglobin untuk membentuk karboksihemoglobin (COHb). Dalam reaksi seperti itu, kemampuan darah untuk mengangkut oksigen menurun. Kadar hemoglobin adalah ukuran jumlah pigmen respiratorik yang ditemukan dalam sel darah merah. "100%" hemoglobin adalah kira-kira 15 gram per 100 mililiter darah. (WHO, 2013).

Tabel 2. Kadar Hemoglobin pada Anemia

Rentang Umur	Non Anemia g%	Anemia		
		Ringan g%	Sedang g%	Berat g%
Anak Umur 6 – 59 Bulan	≥ 11.0	10.0 – 10.9	7.0 – 9.9	≤ 7
Anak Umur 5 – 11 Tahun	≥ 11.5	11.0 – 11.4	8.0 – 10.9	≤ 8
Anak 12 – 14 Tahun	≥ 12.0	11.0 – 11.9	8.0 – 10.9	≤ 8
Wanita tidak Hamil	≥ 12.0	11.0 – 11.9	8.0 – 10.9	≤ 8
Wanita Hamil	≥ 11.0	10.0 – 10.9	7.0 – 9.9	≤ 7
Laki-laki	≥ 13.0	11.0 – 12.9	8.0 – 10.9	≤ 8

(Salle *et al.*, 2019)

Sampel darah vena atau kapiler dapat digunakan untuk melakukan pemeriksaan hemoglobin. Salle *et al.* (2019) menyatakan bahwa ada banyak cara untuk memeriksa hemoglobin, yaitu:

a. Tallquist

Kadar Hb tidak ditemukan dengan tepat dengan metode pemeriksaan hemoglobin Tallquist. Persentase kesalahan berkisar antara 25% dan 5%. Metode ini bekerja dengan membandingkan darah asli dengan skala warna yang bertingkat-tingkat, dengan tingkat kesalahan 10% hingga 100%. Secara keseluruhan, 15,8 gram Hb per 100 ml darah. (Salle *et al.*, 2019).

b. Sahli

Metode sahli adalah pemeriksaan visual hemoglobin. Cara ini melibatkan pengenceran larutan HCl menggunakan aquadest sampai mencapai warna yang sama dengan gelas standar untuk mengubah hemoglobin menjadi asam hematin. Beberapa sumber kesalahan dalam metode ini termasuk perbedaan warna, pencahayaan yang tidak memadai, kelelahan mata, peralatan yang kotor, pipet yang tidak kalibrasi, gelas standar yang kotor atau pucat, dan faktor lainnya. (Salle *et al.*, 2019).

c. Cyanmethemoglobin

International Committee for Standardization in Hematology (ICSH) menyarankan metode *cyanmethemoglobin* untuk mengukur hemoglobin. Hal ini disebabkan karena larutan standar cyanmethemoglobin dapat diperoleh dengan mudah dan stabil. metode *cyanmethemoglobin* mengubah hemoglobin darah menjadi cyanmethemoglobin, metode cyanmethemoglobin menggunakan larutan yang mengandung kalium feri sianida dan kalium sianida, dengan ketelitian $\pm 2\%$. Larutan drabkins ini menghasilkan *cyanmethemoglobin* dari hemoglobin, oksihemoglobin, methemoglobin, dan karboksihemoglobin, menurut pengukuran absorbansi larutan pada panjang gelombang 546 nm. Karena pengukuran tidak disertakan, tingkat sulfurhemoglobin tidak berubah (Salle *et al.*, 2019).

d. Oxihemoglobin

Metode oksihemoglobin adalah yang paling sederhana dan cepat dalam fotometri; namun, kenaikan bilirubin plasma tidak mempengaruhinya, kerugian tidak

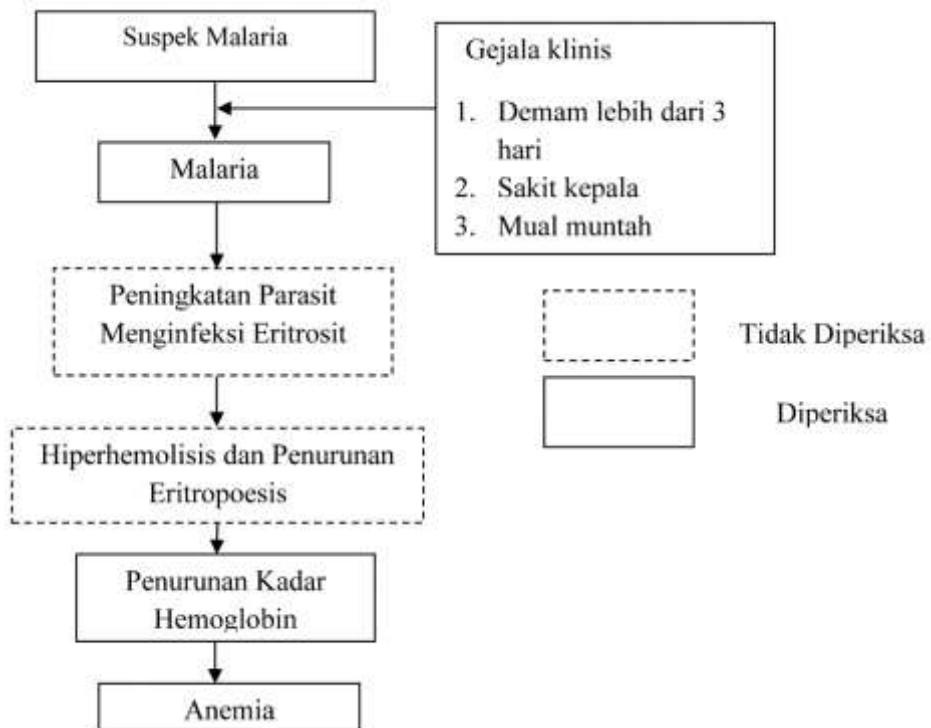
stabil, dan prinsip kerjanya adalah mencampur darah dengan larutan natrium karbonat 0,1% kemudian mengukur intensitas warnanya (Salle *et al.*, 2019).

D. Hubungan Malaria Dan Hemoglobin

Penderita malaria memiliki kadar hemoglobin yang rendah karena jenis *Plasmodium* yang menyebabkan infeksi malaria. Penurunan kadar hemoglobin dapat dipengaruhi oleh status gizi, infeksi berulang, dan parasit (Susilawati *et al.* 2013). Jika hemoglobin kurang dari 12 g/dl, itu adalah tanda anemia. Mereka yang terinfeksi *Plasmodium* sering mengalami anemia, yang menunjukkan bahwa parasit *Plasmodium* menyebabkan anemia melalui hiperhemolisis sel darah merah dan penurunan eritropoesis. Sesuai dengan penelitian yang menunjukkan bahwa 61,6% anak yang terkena infeksi *Plasmodium* mengalami anemia (Abdus-Salam *et al.*, 2016).

Menurut kepadatan parasit, *Plasmodium falciparum* sering menginfeksi pada tahap infeksi sedang, sedangkan *Plasmodium vivax* sering menginfeksi pada tahap infeksi ringan. Studi Firdaus (2014) menemukan bahwa infeksi *Plasmodium falciparum* sering menyebabkan infeksi malaria sedang hingga berat, dan 70% infeksi ini dianggap ringan. Hemolisis intravaskuler pada eritrosit berparasit dan tidak berparasit dapat menyebabkan anemia (Irawan *et al.*, 2017)

E. Kerangka Pikir



Gambar 2. Kerangka Pikir

F. Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah ada korelasi antara *parasit indeks* dengan kadar Hemoglobin pada penderita malaria di Puskesmas Gaura. Semakin tinggi indeks parasit akan menurunkan kadar hemoglobin.