

BAB II LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Teori

a) Malaria

1. Definisi Malaria

Asal muasal kata malaria berawal dari bahasa italia, yaitu *mal* yang diartikan sebagai buruk. Lalu, *Area* yang didefinisikan sebagai udara. Jika dijelaskan kata demi kata, maka malaria memiliki arti penyakit yang biasanya terjadi di wilayah yang berudara buruk. Memang pada zaman dulu orang-orang menduga bahwa malaria berasal dari sumber udara yang kotor. Sementara itu, malaria dalam bahasa spanyol dan prancis adalah *paladisme* atau *paladismo* yang memiliki makna daerah rawa atau payau karena malaria biasanya timbul di wilayah tepi pantai. Malaria juga memiliki istilah lainnya, yaitu *marsh fever*, *intermittent fever* dan *hill fever* (Nosten *et al.*, 2022).

Pada tahun 1846, dokter Italia Giovanni Rasori mengusulkan bahwa parasit bertanggung jawab atas demam dan gejala lain yang berhubungan dengan penyakit yang sekarang kita sebut malaria. Pada tahun 1880, seorang petugas medis Angkatan Darat Perancis, Charles Louis Alphonse Laveran, mengamati parasit hidup dalam darah yang diambil dari seorang tentara yang demam di Aljazair (Nosten *et al.*, 2022).

Beberapa kemajuan terbesar dalam memahami siklus hidup kompleks parasit malaria dicapai oleh orang Italia pada pergantian abad. Pada tahun 1898, Giovanni Battista Grassi, Amico Bignami, dan Guiseppe Bastianelli mendokumentasikan penularan parasit malaria pada manusia di *Anopheles claviger* dan segera setelah itu mereka menjelaskan tahap *perkembangan P. falciparum dan P. vivax*, dua spesies parasit malaria yang paling penting (Nosten *et al.*, 2022).

Perdebatan sengit terjadi seputar penemuan bahwa parasit malaria ditularkan oleh nyamuk *anopheles*. Baik Grassi dan rekan kerjanya, serta Sir Ronald Ross, seorang dokter militer Inggris yang bekerja di India, melakukan penelitian tentang masalah ini pada saat yang sama dan dipengaruhi oleh ilmuwan Inggris lainnya, Patrick Manson, yang menstimulasi hipotesis kerja bahwa nyamuk bertanggung jawab atas penularan malaria. Menggunakan malaria burung sebagai model, Ross adalah orang pertama yang mendemonstrasikan siklus malaria pada nyamuk. Namun orang Italia-lah yang secara pasti mendokumentasikan bahwa hanya nyamuk *Anopheles* yang dapat menularkan malaria ke manusia, dan sebuah monografi klasik karya Grassi pada tahun 1900 merinci siklus perkembangan lengkap parasit pada nyamuk tersebut. Pada tahun 1902, Ross dianugerahi Hadiah Nobel Kedokteran atas karyanya tentang malaria (Nosten *et al.*, 2022).

Salah satu penyakit infeksi adalah malaria yang dapat menyebabkan demam berkala akibat *parasite plasmodium* yang merupakan salah satu organisme yang sifatnya seluler dengan ukuran mikroskopis dan menyerupai hewan, yang kemudian direbakan oleh nyamuk *anopheles* berkromosom xx (Banyal, 2016). Terdapat empat spesies *Plasmodium* yang dapat menyebabkan malaria, yaitu *plasmodium vivax*, *plasmodium ovale*, *plasmodium malariae*, dan *plasmodium falcifarum*. Masing-masing jenis plasmodium dapat menyebabkan malaria tropika untuk *plasmodium falciparum* yang merupakan salah satu jenis malaria berat. Lalu, malaria tertiana akibat *plasmodium vivax*. Kemudian, malaria quartana dari *Plasmodium Malariae*. Serta yang terakhir, *plasmodium ovale* yang kasusnya lebih banyak di Afrika dan pasifik barat menyebabkan malaria pernisiiosa (Sumanto, 2014).

2. Etiologi Malaria

Malaria adalah gangguan kesehatan yang dapat menginfeksi manusia yang disebabkan oleh protozoa parasit dengan genus *plasmodium* yang dibawa oleh nyamuk *anopheles* betina. Setelah nyamuk menularkan parasit pada manusia, setengah jam kemudian tiba di sel hati dan berkembangbiak cepat yang mana setiap protozoa menghasilkan 40.000 merozoit. (Trubus, 2021). Menurut Permenkes RI nomor 5 tahun 2013, Biasanya malaria muncul disertai dengan gejala seperti demam, hepatosplenomegali dan anemi, biasanya hidup dan

berkembangbiakan di dalam darah, penyakit ini ditularkan oleh anopheles betina. Adapun spesies plasmodium yang ditemukan pada manusia adalah sebagai berikut:

1) Plasmodium Falcifarum (*P. Falcifarum*)

Menyebabkan malaria falsifarum atau yang dikenal dengan malaria tropika. Gejala demam timbul intermiten dan dapat terus berlanjut. Jenis malaria ini merupakan berat yang dapat menyebabkan kematian (Permenkes RI, 2015).

2) Plasmodium Vivax (*P. Vivax*)

Malaria vivax atau malaria tersiana. Gejala demam terjadi secara berulang-ulang dengan jangka waktu bebas demam dua hari. Adapun kasus malaria ini dapat menyebabkan malaria berat (Permenkes RI, 2015).

3) Plasmodium Ovale (*P. Ovale*)

Malaria ovale atau malaria persiosa. Gejala awalnya demam ringan. Biasanya pola sakitnya sama seperti malaria Tersiana (Permenkes RI, 2015).

4) Plasmodium Malariae (*P. Malariase*)

Malaria kuartana atau malaria malariae. Gejala demam biasanya berulang dengan jarak jangka waktu bebas tiga hari (Permenkes RI, 2015).

5) Plasmodium Knowlesi (*P. Knowlesi*)

Malaria knowlesi yang disebabkan oleh plasmodium knowlesi memiliki gejala demam menyerupai Malaria tropika. Awalnya hanya berada pada tubuh monyet, namun kini berada pada tubuh manusia juga (Permenkes RI, 2015).

3. Gejala Klinis Malaria dan Masa Inkubasi

Petunjuk atau tanda dari keluhan dan gejala klinis merupakan hal yang penting untuk mendiagnosis malaria. Jenis atau strain plasmodium berdampak pada gejala klinis yaitu memengaruhi imunitas tubuh dan jumlah parasite. Malaria timbul pada saat terpapar hingga timbulnya gejala klinis disebut dengan masa inkubasi. Sementara itu, masa dimana terjadinya infeksi hingga didapatkan parasite di dalam darah dikenal dengan periode prepaten (Kemenkes RI, 2019).

a. Gejala Umum Malaria

Ada beberapa gejala umum Malaria seperti demam dengan jangka waktu tertentu yang besarnya disebut parokisme. Lalu, diikuti dengan masa orang yang terinfeksi malaria tidak merasakan demam, yang disebut dengan periode laten. Sering kali, penderita mengalami tubuhnya lemah, sakit kepala, nafsu makan yang menghilang, mual, sakit pada bagian ulu hati, atau muntah sebelum gejala demam muncul (Kemenkes RI, 2019).

Spesies *Plasmodium* sangat memengaruhi masa inkubasi Malaria. *Plasmodium falcifarum* merupakan spesies plasmodium yang memiliki masa inkubasi paling pendek. Kemudian, plasmodium malariae yang merupakan malaria kuartana yang memiliki masa inkubasi paling panjang (Kemenkes RI, 2019).

Pada umumnya Malaria yang ditularkan secara tidak langsung oleh gigitan vektor nyamuk *anopheles* betina, memiliki durasi masa inkubasi 12 hari (9-14 hari) untuk *plasmodium falciparum*. Kemudian, untuk *plasmodium vivax* memiliki 14 hari (18-40 hari) dan memiliki 17 hari (16-18 hari) untuk *plasmodium ovale*. Ada juga beberapa spesies *plasmodium vivax* yang masa inkubasinya lebih lama. Faktor lainnya juga dipengaruhi oleh penggunaan obat antimalarial atau kemoprofilaksis (Kemenkes RI, 2019).

b. Pola Demam

Biasanya gejala Malaria diawali dengan paroksme yang berkaitan dengan parasite malaria dalam sel darah merah. Pada saat merozit-merozit bergerak darah bergerak dalam darah maka puncak dari demam terjadi bersamaan (proses sporelasi). Pada beberapa hari awal model panas masih acak, lalu kemudian gejala demam mulai muncul sesuai dengan spesies *plasmodium*. Salah satu pola pada

malaria tropika yang disebabkan oleh plasmodium falciparum yang awalnya tidak teratur akan terus terjadi sehingga tidak bisa dideteksi dengan baik. Biasanya *parokisme* demam memiliki tiga stadium (Kemenkes RI, 2019) yaitu:

1) Stadium Dingin

Penderita mulai merasa menggil dan sangat kedinginan. Juga bibir berwarna ungu kebiru-biruan (sianotik). Nadi berdetak cepat tapi tubuh lemas. Ada juga kulit berwarna pucat dengan muntah-muntah. Pada anak kandang terjadi gejala kejang, biasanya gejala ini berlangsung selama 15 hingga 60 menit (Kemenkes RI, 2019).

2) Stadium Demam

Wajah bisa menjadi berwarna merah, kulit juga mengering, dan suhu badan menjadi panas, serta sakit kepala dan mual muntah. Suhu dapat meninggi hingga 41 derajat Celsius. Biasanya gejala stadium demam ini bisa berlangsung dari satu hingga dua jam (Kemenkes RI, 2019).

3) Stadium Keringat

Pada tahap stadium keringat, biasanya penderita akan sering berkeringat dengan jumlah yang banyak. Kadang

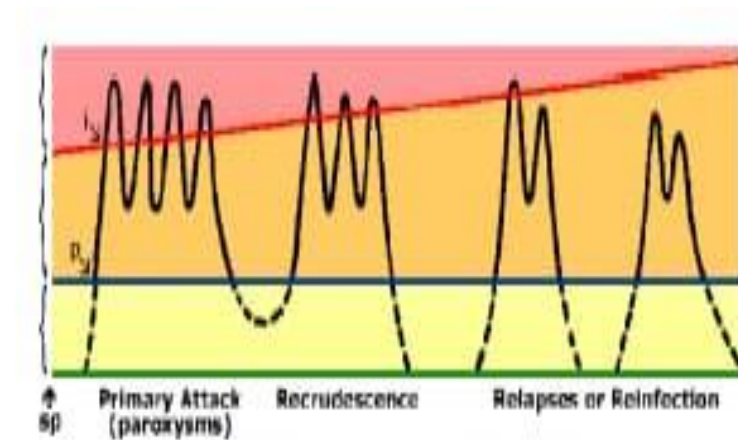
suhu badan sampai berada di bawah normal. Kadang tubuh terasa lemas. Kadang suhu tubuh badan naik hingga melewati waktu tertentu di antara 48 hingga 72 jam (Kemenkes RI, 2019).

c. Mekanisme Periode Panas

Jangka waktu demam pada malaria dipengaruhi oleh durasi siklus aseksual atau sizogoni dalam darah supaya menghasilkan sizon yang matang, khususnya terkait dengan plasmodium yang melakukan infeksi. Setelah sizon-sizon dalam darah telah matang kemudian pecah, yang lalu diikuti oleh masuknya merozoit-merozoit, toksin, pigmen, dan kotoran sel ke dalam peredaran darah, maka kejadian demam langsung terjadi (Kemenkes RI, 2019).

Toksin-toksin dan pigmen yang masuk ke dalam darah, dapat memicu produksi *tumor necrosis factor* (TNF) oleh sel-sel makrofag yang teraktivasi tingkat TNF yang tinggi dapat berkaitan dengan demam yang parah dan gejala malaria klinis yang berat, terutama pada malaria *falciparum*, malaria tertiana (*P. vivax* dan *P. Ovale*), sizon-sizon pecah setiap 48 jam menyebabkan serangan panas setiap hari keempat. Pada plasmodium *falciparum*, meskipun interval demamnya tidak jelas, demam di atas normal terjadi setiap hari, dengan puncak panas cenderung mengikuti pola malaria tertiana (yang dikenal sebagai

malaria sub-tetiana atau malaria quotidian) (Kemenkes RI, 2019).



Gambar 2. 1 Perjalanan Klinis Infeksi Malaria
Sumber: Wisner, 2008 dalam Rohaitul, 2014

d. Kekambuhan

Malaria menyerang pada saat pertama kali diakibatkan karena infeksi *parasite plasmodium* yang sering dikenal dengan istilah malaria primer (terkait dengan siklus sizoni dalam sel darah merah). Infeksi akibat akibat *plasmodium vivax* atau *plasmodium ovale* setelah serangan paling awal berakhir atau telah sembuh, namun dikarenakan terdapat siklus eksoeritrisitik (EE) sekunder (*hipnozoit* dalam sel hati) yang dapat menyebabkan penderita malaria yang telah sembuh bisa sakit kembali (biasanya disebut dengan Malaria sekunder) (Kemenkes RI, 2019).

Kejadian sakit malaria yang disebabkan oleh siklus EE sekunder pada malaria *vivax* dan malaria *ovale* yang

disebut *relaps*. Pada dasarnya *relaps* akan timbul setelah lebih dari 24 minggu setelah malaria primer. (*long-term relaps*) (Kemenkes RI, 2019). Kasus yang dikarenakan oleh *plasmodium falciparum* dan *plasmodium malariae* tidak terjadi *relaps* seperti *plasmodium vivax* dan *plasmodium ovale*. Hal tersebut terjadi karena *plasmodium falciparum* dan *plasmodium malariae* tidak memiliki siklus EE sekunder yang terjadi di hati. Jika terjadi kembali kasus malaria dari *plasmodium falciparum* dan *plasmodium malariae* dapat disembuhkan karena masih terdapat sisa parasit *plasmodium* dalam darah yang membela menjadi banyak dan dapat mengakibatkan sakit malaria sekunder (Kemenkes RI, 2019).

Malaria tersebut dikenal dengan istilah rekrudesensi. Malaria *plasmodium falciparum*, butuh beberapa hari hingga minggu kira-kira lebih dari delapan minggu untuk terjadi rekrudesensi atau *short term relapse* (Kemenkes RI, 2019).

4. Diagnosis Malaria

Menurut buku pedoman penatalaksanaan kasus malaria di Indonesia, direktorat jenderal P2P lingkungan menyatakan bahwa, diagnosis malaria harus dilaksanakan layaknya seperti diagnosis penyakit lainnya, berdasarkan anamnesis, pemeriksaan fisik dan pemeriksaan laboratorium. Diagnosis harus dengan pemeriksaan

sediaan darah, dengan cara mikrokopis, atau tes rapid (RDT) (Finnigan, 2023).

a. Anamnesis

Ketika kegiatan anamnesis sedang dilangsungkan, maka ada beberapa hal penting yang harus diperhatikan, yaitu yang pertama gejala yang disampaikan paling utama yaitu, demam, mengigil, berkeringat, dan terkadang terjadi diare dan nyeri otot atau pegal-pegal. Kedua, riwayat kunjungan, juga menginap satu hingga empat minggu, yang kemudian pergi ke daerah endemik. Ketiga, riwayat berdomisili atau pernah tinggal di daerah endemik. Keempat, riwayat terkena malaria. Kelima, riwayat mengkonsumsi obat selama dua bulan terakhir. Dan yang terakhir, riwayat mendapatkan transfuse darah (Finnigan, 2023).

Selain itu, untuk beberapa kasus pada penderita malaria berat, dapat ditemukan beberapa hal seperti, gangguan kesadaran, biasanya merasakan tubuh yang melemah seperti tidak bisa duduk atau berdiri. Kemudian, kejang-kejang, panas yang tinggi, mata atau tubuh berwarna kekuning-kuningan, pendarahan pada gusi, hidung, atau saluran pencernaan, pada saat bernapas terasa cepat atau sesak, muntah terus menerus bahkan kesulitan untuk meminum air, air senih berwarna coklat tua hingga

kehitaman, mengalami oliguria hingga anuria, dan telapak tangan berwarna pucat (Finnigan, 2023).

b. Pemeriksaan Fisik

Pada saat pemeriksaan fisik berlangsung maka ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu diukur suhu dengan *thermometer* dan hasilnya 37,5 derajat *celcius* maka dinyatakan demam. Mengalami konjungtiva atau telapak tangan pucat, lalu terjadi *splenomegali* atau pembesaran limpa, dan *hepatomegaly* atau pembesaran organ hati (Finnigan, 2023).

Adapun, jika orang yang diduga malaria berat maka akan ditemukan tanda-tanda klinis seperti, *temperature* rektal 40 derajat *celcius*, nadi menjadi cepat atau lemah/kecil, tekanan darah sistolik dibawah 70 mmHg pada orang dewasa dan untuk anak-anak dibawah 50 mmHg, lalu frekuensi napas dibawah 35 kali setiap menit pada orang dewasa atau di bawah 40 kali setiap menit pada balita, dan anak di bawah 1 tahun kurang dari 50 kali setiap menit, kemudian terjadi penurunan derajat kesadaran dengan *Glasgow come scale* (GCS) di bawah 11 (Finnigan, 2023).

Adapun manifestasi pendarahan seperti *petekie*, *purpura*, *hematom*. Tidak hanya itu, terdapat tanda dehidrasi seperti mata cekung, turgor, dan elastisitas kulit berkurang, kemudian mata terlihat kuning atau ikterik,

terdapat ronggi pada kedua paru, pembesaran limpa dan hati, gagal ginjal ditandai dengan oliguria, hingga anuria, serta tang terakhir terdapat gejala neurologi (kaku kuduk, reflek patologik) (Finnigan, 2023).

c. Diagnosis Atas Dasar Pemeriksaan Labolatorium

Dalam tahapan pemeriksaan berdasarkan diagnosis dari labolatorium, maka terdapat uraian sebagai berikut, (Kemenkes RI, 2020):

1) Pemeriksaan dengan Mikroskop

Pemeriksaan dengan mikroskop merupakan pemeriksaan sediaan darah (SD) tebsl dan tipis di puskesmas atau lapangan atau rumah sakit untuk menentukan beberapa hal seperti ada tidaknya parasit malaria dalam darah (positif atau negatif), lalu spesies dan stadium *plasmodium*, dan kepadatan parasit, seperti (Kemenkes RI, 2020):

a. Semi Kuantitatif

1. (-) yang diartikan sebagai negatif, tidak ada parasite dalam 100 lapangan pandang besar atau LPB.
2. (+) yang diartikan sebagai positif 1 (diketahui 1 hingga 10 parasit dalam 100 LPB).
3. (++) yang diartikan sebagai positif 2 (diketahui 11 hingga 100 parasit dalam 100 LPB).

4. (++++) yang diartikan sebagai positif 3 (diketahui 1 hingga 10 parasit dalam 1 LPB).
5. (++++) yang diartikan sebagai positif 3 (diketahui 1 hingga 10 parasit dalam 1 LPB).
6. (+++++) yang diartikan sebagai positif 4 (diketahui >10 parasit dalam 1 LPB) (Kemenkes RI, 2020).

b. Kuantitatif

Jumlah parasite dihitung berdasarkan per mikro liter darah pada sediaan darah tebal (leukosit) atau sediaan darah tipis (eritrosit). Contohnya seperti ini, jika ditemukan 1.500 parasit di setiap 200 leukosit, sementara jumlah leukosit 8.000/uL, maka hitung parasite, sehingga sama dengan $8.000/200$ dikali 1.500 parasit, maka didapatkan hasilnya 60.000 parasit/Ul (Kemenkes RI, 2020):

Dalam beberapa kasus apabila ditemukan tersangka malaria yang berat, maka perlu diperhatikan beberapa hal-hal tentang apa bila pada pemeriksaan sediaan darah pertama didapatkan hasil negatif, maka diperlukan untuk melakukan pemeriksaan ulang setiap 6 jam hingga 3 hari berturut-turut. Kemudian, jika hasil pemeriksaan sediaan darah tebal selama 3 hari berturut-

turut dan tidak ditemukan parasit maka diagnosis malaria ditiadakan (Kemenkes RI, 2020).

2) *Rapid Diagnostic Test (RDT)*

Pemeriksaan dengan menggunakan alat tes diagnostic cepat atau yang kerap dikenal dengan singkatan RDT, memiliki mekanisme kerja berdasarkan deteksi antigen parasit malaria. Metode yang digunakan yaitu imunokromatografi dalam bentuk *dipstick*. Dalam unit gawat darurat, RDT sangat berguna, tidak hanya itu apabila terjadi kasus Kejadian Luar Biasa (KLB) di daerah terpencil atau pedalaman, penggunaan RDT sebagai alat *diagnostic* sangat berguna (Kemenkes RI, 2020).

Biasanya tes yang terdapat di pasaran mengandung HRP-2 (*Histidine rich protein 2*) yang diperoleh dari hasil *produksi trofozoit, skizon, dan gametosut muda plasmodium falciparum*. Kemudian, *enzim parasite lactate dehydrogenase (p-LDH)* dan *aldolase* yang dihasilkan dari parasite aseksual atau seksual *plasmodium falciparum, plasmodium vivax, Plasmodium ovale, plasmodium malariae* (Kemenkes RI, 2020).

Adapun keunggulan dari penggunaan rapid tes secara umum ada dua macam, yaitu *single* yang hanya

bisa mengeluarkan hasil diagnosis akibat infeksi *plasmodium falciparum*. Kemudian, *combo* yang dapat mendiagnosis infeksi *plasmodium* dan *non plasmodium falciparum*. Namun alat ini tentu memiliki kelemahan yang perlu diperhatikan kemampuan *sensitivity* dan *specificity*. Diharapkan untuk menggunakan *rapid test* dengan *sensitivity* 95% dan *specificity* 95% (Kemenkes RI, 2020).

3) Pemeriksaan Kunjungan Malaria Berat

Dalam pemeriksaan kunjungan malaria berat diketahui bahwa hemoglobin dan hematokrit, jumlah hitungan pada trombosit dan leukosit, kemudian kimia darah lain seperti gula darah, serum *bilirubin*, *SGOT* dan *SGPT*, *alkali fosfatase*, *albumin* atau *globulin*, ureum, kreatinin, natrium dan kalium, lalu analisis gas darah. Setelah itu, alat EKG, foto toraks, analisis cairan *serebrospinalis*, biakan darah dan uji serologi, dan urinalisis (Kemenkes RI, 2020).

d. Diagnosis Banding Malaria

Perwujudan klinis malaria biasanya begitu bervariasi berdasarkan gejala ringan yang biasa saja hingga gejala berat yang membutuhkan penanganan khusus.

a. Kejadian malaria tanpa komplikasi wajib dibedakan dengan penyakit infeksi lain, seperti yang di bawah:

1. Demam Tifoid, biasanya demam berlangsung lebih dari tujuh hari. Demam biasanya terjadi bersamaan dengan rasa sakit kepala, sakit perut seperti diare atau obstipasi), lidah tidak bersih, *bradikardi relative*, *roseola*, *leukopenia*, *limfositosis relative*, *aneosinofilia*, uji widal positif bermakna, biakan empedu positif.

2. Demam Dengue, demam yang dapat menyebabkan suhu badan meninggi selama dua hingga tujuh hari secara terus menerus. Biasanya demam terjadi bersamaan dengan rasa sakit pada kepala, nyeri pada tulang-tulang, ulu hati sakit, sering muntah, uji *tourniquet* positif, terjadi penurunan jumlah trombosit dan peninggian hemoglobin dan hematokrit pada demam berdarah dengue, kemudian tes serologi inhibisi hemaglutinas, igM atau IgG anti dengue positif.

3. Infeksi Saluran Pernapasan Atas (ISPA), Hal yang sering terjadi adalah batuk, beringsus, pada saat menelan terasa sakit pada tenggorokan, sakit

pada kepala, gejala lain seperti napas cepat atau terkadang sesak napas, terasa ada tarikan pada dinding dada ke dalam dan adanya stridor.

4. *Leptospirosis* Ringan, adapun gejala yang dirasakan adalah demam tinggi, nyeri pada bagian kepala, myalgia, nyeri perut, mual dan muntah, mata mengalami *conjunctiva injection*, betis nyeri, pemeriksaan serologi *microscopic agglutination test* (MAT) atau tes leptodipstik positif.

5. Infeksi Virus Akut Lainnya (Kemenkes RI, 2020).

b) Kasus malaria berat atau ada komplikasinya dapat dibedakan dengan penyakit infeksi lain seperti:

1. Radang otak atau meningitis/ensefalitis. Biasanya penderita mengalami panas dengan riwayat pada nyeri kepala yang sering kambuh, hilang kesadaran, mengalami kaku kuduk, kejang dan gejala neurologis lainnya.

2. Gangguan serebrovaskuler atau stroke merupakan sebuah masalah kesehatan yang berkaitan dengan hilangnya kesadaran, kemudian gejala *neurologic lateralisasi* (*hemiparese* atau *hemiplegia*), tanpa ada

panas dan penyakit yang mendasari seperti diabetes mellitus, hipertensi dan lainnya.

3. Tifoid Ensefalopati, adalah gejala demam tifoid yang biasanya bermula dari penurunan kesadaran dan tanda-tanda tifoid lainnya.
4. Hepatitis, atau prodromal hepatitis memiliki gejala berupa demam, mual, nyeri pada hepar, muntah, kesulitan makan hingga tidak bisa makan yang diikuti dengan munculnya icterus tanpa panas. Kemudian, mata atau kulit menjadi kuning, warna urin seperti teh, lalu kadar SGOT dan SGPT mengalami lima kali besar kenaikan.
5. Leptospirosis Berat, mengalami nyeri pada betis, demam dengan icterus, nyeri pada tulang, memiliki riwayat pekerjaan yang mempengaruhi adanya perpindahan leptospirosis seperti membersihkan got, berkontak langsung dengan sampah dan lainnya), lalu mengalami gagal ginjal, leukositosis dan sembuh dengan pemberian *antibiotic* (penisilin).
6. Glomerulonefritis Akut atau Kronik, yaitu gagal ginjal yang bersifat akut akibat malaria, kerap kali pemberian respon terhadap pengobatan malaria dini serta adekuat.

7. Sepsis, demam yang terjadi bersama fokal infeksi yang jelas, kemudian terjadi penurunan kesadaran, gangguan sirkulasi, leukositosis dengan granula-toksik yang dipengaruhi oleh result dari biakan mikrobiologi.
8. Demam Berdarah Dengue (*dengue shock syndrome*), merupakan demam yang berkelanjutan selama 2 hingga 7 hari, disertai syok atau tanpa syok dengan keluhan sakit kepala, nyeri tulang, nyeri ulu hati, terjadi pendarahan pada epistaksis, gusi, petekie, purpura, hematom, hematemesis dan melena. Kemudian ada juga muntah yang sering, uji tourniquet positif, penurunan jumlah trombosit, dan peningkatan hemoglobin dan hematokrit, tes serologi inhibisi hemaglutinasi, IgM atau IgG dengue positif (Kemenkes RI, 2020).

5. Siklus Hidup Nyamuk

Siklus hidup *Plasmodium anopheles* memiliki pola yang cukup rumit dan saling terhubung. Hal ini dikarenakan terjadi pergantian generasi seksual dan aseksual, juga perubahan inang aseksual. Siklus hidup nyamuk terdiri atas fase siklus seksual yang terbentuk pada nyamuk *anopheles* berkromosom xx, atau yang dikenal dengan sporogoni. Lalu, siklus yang terjadi pada manusia yang disebut aseksual. Pada manusia, terdiri atas fase

expoerithrocytic pada sel parenkim hati, dan fase *erithrocytic schizogoni* (Roihatul, 2014).

1) Fase Seksual Eksogen (*Sporogoni*) dalam Tubuh Nyamuk

Nyamuk betina *Anopheles* menyedot sel darah merah yang mengandung mikrogametosit dan makrogametosit dari individu yang terinfeksi. Dalam tubuh nyamuk, terjadi penyatuan mikrogametosit dan makrogametosit, membentuk zigot, yang kawin di dalam lambung nyamuk. Zigot tersebut berkembang menjadi ookinet, kemudian memasuki dinding lambung nyamuk dan menjadi ookista. Setelah ookista matang dan pecah, sporozoit dilepaskan dan bermigrasi ke kelenjar saliva nyamuk, siap untuk ditransmisikan ke manusia (Roihatul, 2014).

2) Fase Aseksual (*Zkizon*) dalam Tubuh Hospes Manusia atau Perantara.

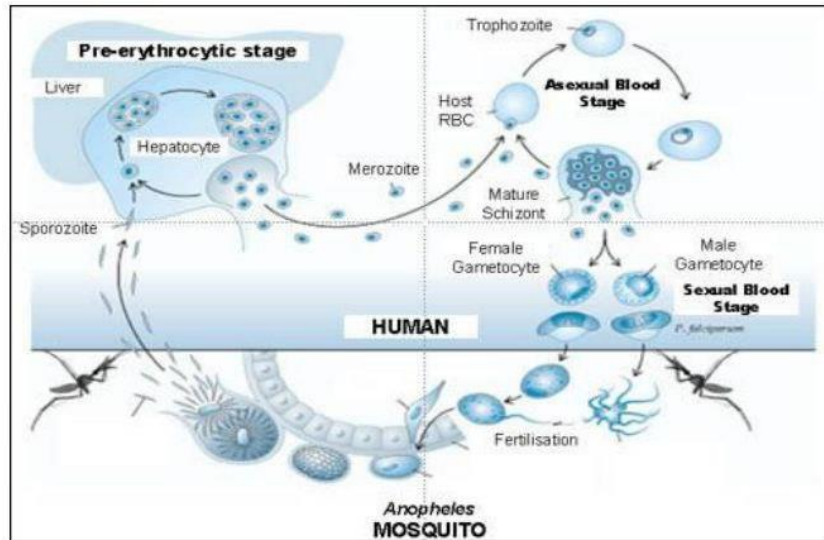
a. Siklus Demam Sel Hepar (*Skizon Eksoeritrositik*)

Melalui sengatan nyamuk *Anopheles*, sporozoit memasuki peredaran darah selama 1,5 hingga 2 jam sebelum menuju ke hati untuk bereproduksi. Sporozoit ini dengan cepat menyerang sel hati dalam beberapa menit dan mengalami perkembangan menjadi skizon eksoeritrositik. Setiap skizon eksoeritrositik mengandung hingga 30.000 merozoit. Sel hati yang

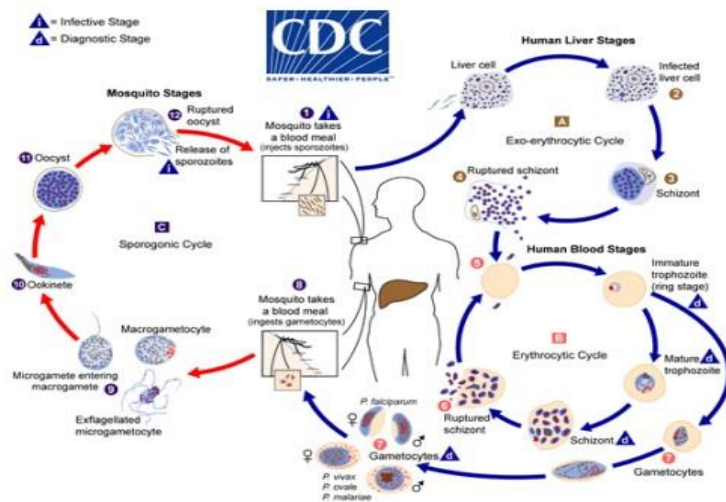
terinfeksi skizon eksoeritrositik mengalami peledakan dan melepaskan merozoit dewasa ke dalam aliran darah (Roihatu, 2014).

b. Siklus Eritrositik (*Skizon Eritrositik*)

Merozoit yang dibebaskan dari sel hati menyerang eritrosit, mengalami perkembangan menjadi bentuk cincin, kemudian trophozoit, dan pada akhirnya berubah menjadi skizon. Eritrosit yang mengandung skizon mengalami peledakan dan melepaskan merozoit yang bersiap untuk menyerang eritrosit lainnya. Sebagian besar merozoit kembali menyerang eritrosit, sementara sebagian kecil dari mereka menghasilkan gametosit jantan dan betina yang siap untuk dihisap oleh nyamuk *Anopheles* betina, melanjutkan siklus hidup mereka di dalam tubuh nyamuk. Pada *Plasmodium falciparum*, siklus aseksual di dalam eritrosit terjadi selama 48 jam (Roihatul, 2014).



Gambar 2. 2 Siklus Hidup Plasmodium Falciparum (Sumber: Roihatul, 2014)



m

Gambar 2. 3 Siklus Hidup Plasodium

Sumber: Kemenkes, 2020 dalam Centers for Disease (Control and Prevention, 2022).

6. Epidemiologi Malaria

a. Epidemiologi Malaria Secara Global

Berdasarkan laporan terbaru tentang malaria di seluruh dunia, jumlah kasus malaria pada tahun 2022 mencapai 249

juta, sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan 244 juta kasus pada tahun 2021. Estimasi kematian akibat malaria mencapai 608.000 pada tahun 2022, sedikit lebih rendah dibandingkan dengan 610.000 pada tahun 2021 (WHO, 2023).

Wilayah Afrika yang berada di bawah naungan WHO terus menanggung beban besar dari kasus malaria global. Pada tahun 2022, sekitar 94% dari semua kasus malaria dan 95% kematian yang tercatat terjadi di wilayah ini. Anak-anak di bawah usia 5 tahun memberikan kontribusi sekitar 78% dari total kematian akibat malaria di wilayah tersebut (WHO, 2023).

Keempat negara di Afrika menjadi penyumbang utama lebih dari setengah total kematian akibat malaria di seluruh dunia, dengan Nigeria menyumbang sebanyak 26,8%, Republik Demokratik Kongo 12,3%, Uganda 5,1%, dan Mozambik 4,2% (WHO, 2023).

b. Epidemiologi Malaria secara Nasional

Malaria tersebar di seluruh provinsi di Indonesia, dengan tingkat insidensi yang tinggi terutama di bagian Timur Indonesia. Di beberapa wilayah di Sumatera, Kalimantan, dan Sulawesi, tingkat stratifikasi sedang dapat ditemukan. Pulau Jawa dan Bali memiliki tingkat stratifikasi rendah, meskipun beberapa daerah pedesaan di sana menjadi fokus insidensi malaria tinggi. Angka kejadian malaria di Indonesia diukur dengan menggunakan *Annual Parasite Incidence* (API). Pada

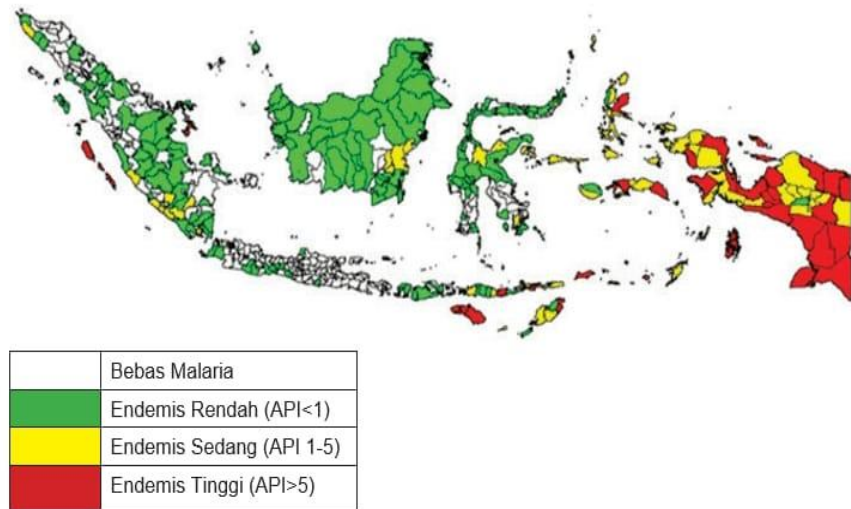
periode 2008–2009, angka API mengalami penurunan dari 2,47 per 1.000 penduduk menjadi 1,85 per 1.000 penduduk (WHO, 2019).

Pada tahun 2008–2009, Papua Barat, Nusa Tenggara Timur, dan Papua tercatat sebagai provinsi dengan tingkat API tertinggi. Menurut laporan WHO pada tahun 2017, masih terdapat beberapa wilayah di Papua dengan lebih dari 100 kasus *Plasmodium falciparum* terkonfirmasi per 1000 penduduk. Berdasarkan Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018, prevalensi malaria, berdasarkan hasil pemeriksaan *rapid diagnostic test* (RDT), adalah sekitar 0,4%, dengan jenis *Plasmodium falciparum* ditemukan pada 57% dari total kasus (Malaria *Fact Sheet* & WHO 2018).

Data endemisitas malaria tahun 2018 menunjukkan bahwa beberapa kabupaten di Nusa Tenggara Timur (Sumba Barat Daya, Sumba Barat, Sumba Tengah, Sumba Timur, Lembata), sejumlah kabupaten di Papua Barat (Kaimana, Teluk Wondana, Manokwari, Manokwari Selatan), kabupaten di Papua (Merauke, Jayawijaya, Nabire, Asmat, Mappi, Yahukimo, Waropen, Mamberamo Raya), dan kabupaten Penajam Paser Utara di Kalimantan Timur memiliki tingkat endemisitas tinggi (Kemenkes RI, 2018).

Di sisi lain, kabupaten Jayapura, Mimika, Boven Digoel, Sarmi, dan Keerom teridentifikasi sebagai kabupaten

dengan tingkat endemisitas malaria yang paling tinggi. Pada tahun 2018, tiga provinsi, yaitu DKI Jakarta, Bali, dan Jawa Timur, telah mencapai status bebas penularan malaria (Kemenkes RI, 2018).



Gambar 2. 4 Peta Endemis di Indonesia Tahun 2021
(Sumber: Kemenkes RI, 2022).

c. Mordibitas Malaria

Kejadian Malaria di Indonesia mengalami penurunan sejak tahun 2010 hingga 2020. Pada tahun 2010, jumlah kasus malaria positif di Indonesia mencapai 465.7 ribu, sementara pada tahun 2020, angka tersebut menurun menjadi 235.7 ribu. Selain itu, penurunan dalam kasus malaria juga terlihat dalam penurunan *Annual Parasite Incidence* (API), yang pada tahun 2010 mencapai 1.96 dan turun menjadi 0.87 pada tahun 2020. Sebaliknya, jumlah wilayah di Indonesia yang berhasil mengeliminasi malaria terus bertambah. Pada tahun 2019,

terdapat 300 kabupaten/kota yang mencapai eliminasi malaria, dan angka ini meningkat menjadi 318 pada tahun 2020 (Kemenkes RI, 2020). Dengan merinci capaian endemisitas per provinsi pada tahun 2020, tercatat bahwa tiga provinsi, yaitu DKI Jakarta, Jawa Timur, dan Bali, telah mencapai eliminasi malaria 100%. Namun, provinsi-provinsi seperti Maluku, Papua, dan Papua Barat masih memiliki wilayah yang belum mencapai eliminasi malaria (Kemenkes RI, 2020).

Pada tahun 2020, terdapat 23 kabupaten/kota yang endemis malariannya masih tinggi, 21 kabupaten/kota dengan tingkat endemis sedang, dan 152 kabupaten/kota dengan tingkat endemis rendah. Upaya mencapai eliminasi malaria melibatkan advokasi antara kepala daerah seperti bupati/walikota dengan gubernur. Pencegahan malaria dilakukan melalui distribusi kelambu dan pemantauan penggunaannya. Pemerintah menyediakan obat antimalaria, memperluas penemuan dini malaria, meningkatkan kapasitas SDM kesehatan, dan menggalang kerja sama lintas program dan organisasi profesi (Kemenkes RI, 2020).

Dalam rangka mencapai Indonesia Bebas Malaria 2030 atau Eliminasi Malaria Nasional, pemerintah menargetkan 345 kabupaten/kota mencapai eliminasi malaria pada tahun 2021. Untuk mencapai tujuan tersebut, diperlukan intensifikasi pelaksanaan penanggulangan malaria secara terpadu dan

menyeluruh. Pencapaian Indonesia Bebas Malaria 2030 akan dipandu oleh pencapaian daerah bebas malaria tingkat Provinsi, dan sebelumnya, seluruh kabupaten/kota di Indonesia harus sudah mencapai status bebas malaria (Kemenkes RI, 2020).

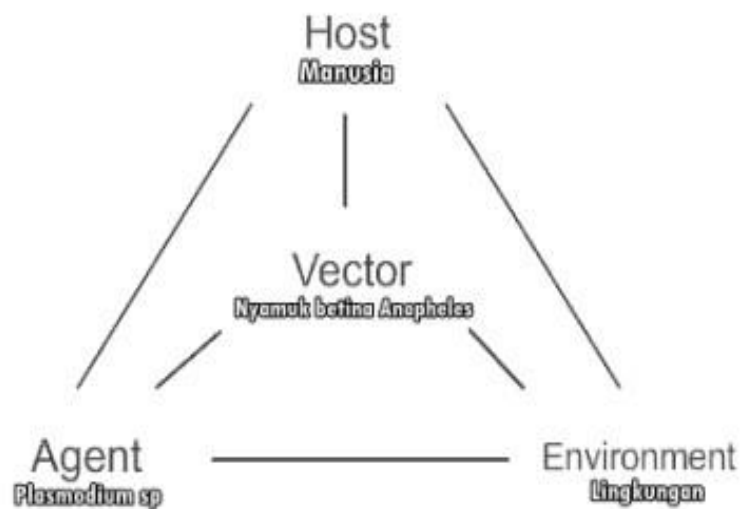
7. Faktor-Faktor yang Memengaruhi Kejadian Malaria

Faktor risiko merujuk pada berbagai faktor yang memfasilitasi penularan penyakit pada manusia, baik secara individu maupun dalam kelompok. Berdasarkan Kementrian Kesehatan RI (2017) Faktor-faktor yang menyebabkan penularan penyakit dapat diklasifikasikan berdasarkan sumber risiko, yakni:

- 1) Faktor intrinsik: di mana penyakit terjadi dan menjadi lebih parah karena adanya kelemahan dalam diri manusia sendiri, sebagai contoh: Wanita hamil memiliki tingkat kerentanan yang lebih tinggi terhadap malaria. Orang yang menggunakan profilaksis memiliki daya tahan yang lebih baik terhadap malaria. Perilaku tidak menggunakan alat pelindung dari gigitan nyamuk. Penderita yang tidak konsisten dalam minum obat dapat menyebabkan seringnya relaps dan menjadi sumber penularan di sekitarnya (Kemenkes RI, 2017).
- 2) Faktor ekstrinsik: di mana penularan terjadi atau menjadi lebih parah sebagai akibat dari faktor-faktor yang berasal dari luar tubuh manusia, sebagai contoh: Manusia memasuki wilayah endemis malaria dengan populasi nyamuk yang tinggi

dan banyak penderita yang belum diobati (Kemenkes RI, 2017).

Tiga elemen berisiko dalam penularan malaria melibatkan inang (*host*), di mana manusia berfungsi sebagai inang perantara, dan nyamuk vektor sebagai inang tetap parasit malaria. Penyebab penyakit disebabkan oleh parasit *Plasmodium*, sementara lingkungan juga memainkan peran penting dengan saling mempengaruhi untuk menciptakan kondisi penularan dan penyebaran malaria secara alamiah (Kemenkes RI, 2017).



Gambar 2. 5 Piramida Segitiga Epidemiologi Penyakit Malaria (Sumber: John Gordon & Le Richt, 1950 dalam Azwar, 1981, dalam Pengantar Ilmu Kedokteran Pencegahan dalam Kemenkes RI, 2022).

a. Inang (*Host*)

Host Intermediate (Manusia), pada dasarnya setiap individu dapat terinfeksi oleh agen (parasit/plasmodium) atau penyebab penyakit lainnya dan berperan sebagai tempat berkembang biaknya agen. *Host Defenitive* pada malaria adalah nyamuk *Anopheles*

(Kemenkes RI, 2017). Faktor-faktor yang memengaruhi kerentanan host terhadap agen menurut Kemntrian Kesehatan, meliputi:

1. Faktor Usia

Usia didefinisikan sebagai rentang waktu sejak kelahiran hingga ulang tahun terakhir atau lamanya kehidupan sejak lahir. Individu dengan risiko tertinggi terinfeksi malaria meliputi anak balita, anak sekolah, wanita hamil, dan penduduk non-imun yang mengunjungi wilayah endemis malaria karena sistem kekebalan tubuh mereka yang masih lemah dan belum memiliki ketahanan terhadap parasit malaria. Potensi terjadinya malaria lebih tinggi pada kelompok usia 0-19 tahun. Usia seseorang memainkan peran kunci dalam kejadian malaria, di mana faktor risiko meningkat pada usia remaja, dengan risiko terkena malaria dua kali lebih tinggi dibandingkan dengan usia dewasa. Anak-anak memiliki tingkat kerentanan yang lebih tinggi daripada orang dewasa terhadap infeksi parasit malaria karena daya tahan tubuh mereka yang lebih rendah. Usia juga berperan sebagai faktor risiko kejadian malaria, terkait dengan mobilitas tinggi pada kelompok usia ini, terutama pada usia sekolah yang aktifitasnya lebih sering diluar rumah. Oleh karena itu, mereka cenderung lebih rentan terhadap penyakit malaria karena kegiatan di luar rumah lebih meningkatkan risiko infeksi, termasuk kelompok usia produktif yang memiliki

tingkat aktivitas di luar rumah yang tinggi (Kemenkes RI, 2017).

2. Peran Jenis Kelamin

Jenis kelamin merupakan faktor yang berkontribusi pada risiko terjadinya malaria. Perempuan cenderung memiliki perilaku baik 1,5 kali lebih banyak dibandingkan dengan laki-laki. Mayoritas laki-laki memiliki aktivitas pada malam hari seperti memancing, melakukan ronda, bermain kartu, atau menginap di ladang atau barak nelayan (Kemenkes RI, 2017).

3. Pentingnya Pendidikan

Pendidikan menjadi faktor risiko terjadinya malaria, di mana individu dengan tingkat pendidikan rendah cenderung memiliki pengetahuan yang terbatas tentang faktor risiko penyebab malaria. Hubungan erat antara tingkat pendidikan rendah dan risiko terkena malaria, dengan individu berpendidikan rendah memiliki risiko 6,11 kali lebih besar dibandingkan dengan individu berpendidikan tinggi. Semakin rendah tingkat pendidikan seseorang, semakin terbatas pemahaman mereka terhadap lingkungan rumah dan kurangnya akses informasi terkait pencegahan penyakit Malaria (Kemenkes RI, 2017).

4. Peran Pekerjaan

Jenis pekerjaan turut berkontribusi dalam menyebabkan malaria sebanyak 3 kali lebih besar dibandingkan dengan individu yang memiliki pekerjaan yang tidak berisiko. Terdapat korelasi signifikan antara jenis pekerjaan seperti berkebun, menjadi nelayan, dan pekerjaan buruh yang melibatkan aktivitas pada malam hari dengan kejadian malaria. Pekerjaan di sektor pertanian, tukang ojek, dan peternak adalah jenis pekerjaan yang dilakukan di luar rumah bahkan hingga malam hari, meningkatkan kemungkinan responden dengan jenis pekerjaan ini untuk berkontak dengan nyamuk *Anopheles* (Kemenkes RI, 2017).

5. Faktor Lokasi Tempat Tinggal

Tempat tinggal di daerah pedesaan menjadi faktor risiko terjadinya malaria, dengan risiko terkena malaria di daerah pedesaan sebanyak 3,242 kali lebih tinggi dibandingkan dengan tempat tinggal di perkotaan. Penyebaran nyamuk *Anopheles*, yang menjadi pembawa penyakit malaria, dipengaruhi oleh lingkungan. Perbedaan bentuk lingkungan antara daerah perkotaan dan pedesaan mempengaruhi habitat nyamuk, dan ini berdampak pada densitas nyamuk pembawa parasit Plasmodium. Di daerah pedesaan, kasus infeksi malaria cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan daerah perkotaan. Lingkungan pedesaan yang masih memiliki banyak semak belukar, kebun, kolam/danau, irigasi, sawah, dan pepohonan

besar yang rimbun menjadi habitat utama bagi nyamuk *Anopheles* sebagai agen pembawa parasit penyebab Malaria. Nyamuk *Anopheles* berkembangbiak di genangan air dan tempat dengan kelembaban udara yang tinggi serta suhu yang sesuai (Kemenkes RI, 2017).

b) Nyamuk *Anopheles* (Vektor Malaria)

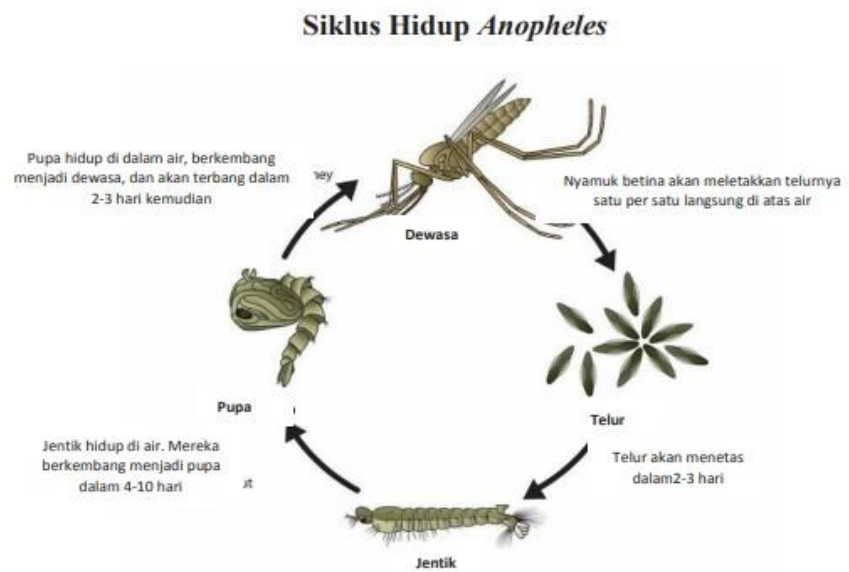
1. Siklus Hidup Nyamuk *Anopheles*

Menurut Kemenkes RI (2017) Nyamuk *Anopheles* mengalami siklus hidup yang disebut metamorfosa sempurna, mulai dari telur hingga mencapai tahap jentik (larva), kepompong (pupa), dan akhirnya menjadi dewasa. Terdapat dua tingkatan kehidupan berdasarkan tempat hidup atau habitat:

1. Dalam air. Telur memerlukan waktu 1-2 hari untuk menetas, setelah itu jentik atau larva membutuhkan 8-10 hari untuk tumbuh, dan kemudian jentik berubah menjadi kepompong dalam 1-2 hari. Nyamuk *Anopheles* memilih air yang langsung bersentuhan dengan tanah dan bebas dari pencemaran sebagai tempat hidupnya.
2. Di darat atau udara. Pada tingkatan ini, nyamuk dewasa muncul dari kepompong dalam waktu 1-2 hari setelah proses transformasi (Kemenkes RI, 2017).

Nyamuk *Anopheles* betina, yang berperan sebagai inang definitif dalam penularan malaria, mengisap darah dari manusia

atau hewan untuk mendukung pertumbuhan dan kematangan telurnya. Proses pertumbuhan dari tahap jentik hingga mencapai dewasa memakan waktu sekitar 8-12 hari. Perkembangan dari telur hingga mencapai tahap nyamuk dewasa dapat dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 2. 6 Siklus Hidup Nyamuk *Anopheles*
(Sumber: *Centers for Disease Control and Prevention* dalam
Kemenkes RI, 2017).

a) Telur

Telur nyamuk ditempatkan di permukaan air atau benda-benda lain di atas air dengan ukuran sekitar 0,5 mm. Sebuah rangkaian telur, yang biasanya mencapai 100 hingga 300 butir dalam satu kali bertelur, rata-rata sekitar 150 butir dengan frekuensi bertelur setiap dua atau tiga hari. Proses penetasan dapat terjadi beberapa saat setelah terkena air, dengan jangka

waktu dua hingga tiga hari, yang kemudian menghasilkan jentik (Kemenkes RI, 2017).

b) Jentik (Larva)

Jentik mengalami empat kali pelepasan kulit, yaitu stadium I (1 hari), stadium II (1-2 hari), stadium III (2 hari), dan stadium IV (2-3 hari). Setiap stadium dapat dikenali dari ukurannya yang berbeda. Pergantian setiap stadium disertai dengan pergantian kulit, sementara belum ada perbedaan antara jantan dan betina. Pada pergantian kulit terakhir, jentik berubah menjadi kepompong (pupa) (Kemenkes RI, 2017).

c) Kepompong (Pupa)

Tingkatan pupa tidak memerlukan asupan makanan, dan tidak diketahui adanya perbedaan antara jantan dan betina. Pupa menetas dalam waktu 1-2 hari menjadi nyamuk. Nyamuk jantan umumnya menetas lebih awal daripada nyamuk betina (Kemenkes RI, 2017).

d) Nyamuk Dewasa

Setelah menetas, nyamuk melakukan perkawinan biasanya saat senja. Perkawinan hanya terjadi sekali sebelum nyamuk betina pergi untuk menghisap darah. Jumlah nyamuk jantan dan betina yang menetas dari satu kelompok telur hampir sama, tetapi umur nyamuk jantan lebih singkat (sekitar seminggu). Nyamuk jantan mengonsumsi cairan buah-buahan atau

tumbuhan dan memiliki jarak terbang yang terbatas di sekitar tempat perindukannya. Sementara itu, nyamuk betina hidup lebih lama dan perlu menghisap darah untuk pertumbuhan telurnya, mampu terbang jarak jauh antara 0,5 sampai 5 km (Kemenkes RI, 2017).

c) Lingkungan

Menurut Kemenkes RI (2017) Lingkungan mencakup aspek fisik, kimia, biologi, serta sosial-budaya yang memiliki potensi untuk meningkatkan risiko penularan malaria. Pengaruh lingkungan ini melibatkan:

1. Lingkungan Fisik

Faktor iklim, sebagai salah satu elemen utama dalam lingkungan fisik, melibatkan elemen-elemen seperti sinar matahari (pencahayaan), suhu, kelembaban, curah hujan, dan kecepatan angin yang berpengaruh terhadap penyebaran atau distribusi nyamuk *Anopheles* di suatu daerah. Pada daerah tropis seperti Indonesia, kepadatan nyamuk cenderung tinggi pada musim hujan. Kombinasi distribusi musiman dengan populasi dan usia vektor memberikan gambaran yang akurat tentang musim penularan. Pengaruh faktor iklim pada vektor dapat diuraikan sebagai berikut (Kemenkes RI, 2017):

a. Sinar Matahari

Sinar matahari dapat mempengaruhi pertumbuhan larva nyamuk, dengan beberapa larva menyukai kondisi

teduh dan gelap seperti *An. barbirostris*, *An. balabacensis*, *An. barbumbrosus*, dan *An. flavirostris*, sementara larva lainnya menyukai sinar matahari langsung seperti larva *An. aconitus*, *An. subpictus*, dan *An. sundaicus* (Kemenkes RI, 2017).

b. Suhu Udara

Nyamuk tidak dapat mengatur suhu tubuhnya sendiri terhadap perubahan lingkungan. Suhu rata-rata optimum untuk perkembangan nyamuk adalah 25-27°C. Kelembaban nisbi udara yang rendah (di bawah 60%) dapat memperpendek umur nyamuk karena penguapan air dari tubuhnya. Kelembaban juga mempengaruhi kecepatan perkembangbiakan, kebiasaan menggigit, perilaku istirahat, umur nyamuk, dan area penyebarannya (Kemenkes RI, 2017).

c. Curah Hujan

Curah hujan mempengaruhi peningkatan kelembaban nisbi udara dan jumlah tempat perkembangbiakan nyamuk (Kemenkes RI, 2017).

d. Arus Air

Arus air mempengaruhi perkembangan larva nyamuk, di mana *An. barbirostris* menyukai tempat perindukan dengan air statis atau aliran yang lambat, *An. minimus*

menyukai tempat perindukan dengan aliran air yang agak deras seperti saluran irigasi dan sungai kecil yang teduh, sedangkan *An. letifer* menyukai tempat dengan air yang tergenang (Kemenkes RI, 2017).

e. Angin

Kecepatan angin menentukan jarak terbang nyamuk (*flight range*). Kecepatan angin 11-14 meter per detik atau 25-31 mil per jam dapat menghambat penerbangan nyamuk. Beberapa spesies vektor malaria di Indonesia diketahui memiliki jarak terbang yang cukup jauh, seperti *An. maculatus* dan *An. aconitus* yang dilaporkan mampu terbang hingga sekitar 2 Km. Nyamuk *An. sundaicus* di kawasan pesisir Garut pada tahun 1981 bahkan mencapai jarak terbang 3 Km dari tempat perkembangbiakannya (Kemenkes RI, 2017).

f. Iklim

Perubahan iklim menjadi perhatian global dan telah mempengaruhi Indonesia sebagai akibat dari campur tangan manusia dan proses alamiah. Iklim, yang tercermin dalam kondisi harian cuaca, memiliki dampak yang signifikan pada biologi, distribusi, dan kepadatan populasi vektor pada waktu dan lokasi tertentu. Pergantian musim dapat memengaruhi vektor malaria secara langsung maupun tidak

langsung. Pengertian global iklim, mencakup suhu, kelembaban, curah hujan, cahaya, dan pola tiupan angin, memiliki dampak langsung pada reproduksi vektor. Dampak tidak langsung melibatkan perubahan vegetasi dan pola tanam pertanian, yang dapat mempengaruhi kepadatan populasi vektor malaria, contohnya, peningkatan gelombang air laut di pantai dapat menyebabkan banjir dan bertambahnya tempat perindukan vektor.

Iklim dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu iklim makro (*macro-climate*), yang merujuk pada rata-rata kondisi cuaca di suatu daerah, dan iklim mikro (*micro-climate*), yang merupakan modifikasi dari iklim makro di daerah terbatas seperti permukiman, sawah, kebun, pertambangan, hutan bakau, dan sebagainya. Perubahan iklim global disebabkan oleh peningkatan konsentrasi gas rumah kaca (GRK), terutama karbon dioksida (CO_2), metana (CH_4), dan nitrous oksida (N_2O). Indonesia, yang terletak di sepanjang garis katulistiwa, mengalami dua musim utama, yaitu musim penghujan dari Oktober hingga April, dan musim kemarau dari April hingga Oktober. Namun, sulit untuk meramalkan musim dalam beberapa tahun terakhir.

Faktor iklim memiliki dampak signifikan pada penyebaran dan distribusi nyamuk *Anopheles* di berbagai

daerah. Di daerah tropis seperti Indonesia, kepadatan nyamuk biasanya tinggi selama musim hujan. Kombinasi distribusi musiman, populasi, dan usia vektor memberikan gambaran yang akurat tentang musim penularan (Kemenkes RI, 2017).

g. *Breeding Place*

Tempat perkembangbiakan nyamuk *Anopheles sp.* yang disebut sebagai "*breeding place*," dapat berupa berbagai jenis lokasi seperti selokan, parit, genangan air di semak, wadah-wadah di sekitar sumur, cekungan pot, wadah tanah liat, wadah sampah, serta area yang tergenang air di sekitar rumah atau dalam ruangan. Berdasarkan hasil analisis statistik, seseorang yang tinggal dekat dengan *breeding place* memiliki risiko 5,077 kali lebih tinggi dibandingkan dengan mereka yang tinggal jauh dari *breeding place*. Hal ini mengindikasikan bahwa keberadaan *breeding place* berhubungan dengan kejadian malaria.

Semakin dekat jarak antara habitat perkembangbiakan dengan tempat tinggal, risiko tertular malaria semakin besar karena genangan air menjadi tempat yang ideal bagi larva untuk hidup dan berkembang menjadi nyamuk dewasa. Oleh karena itu, kegiatan pembersihan sekitar rumah dan pengaliran genangan air dapat efektif mengurangi risiko perkembangbiakan nyamuk *Anopheles*

sp. yang pada gilirannya dapat menekan kepadatan vektor penyebab malaria (Laila Isnaini & Lintang, 2019 dalam Mautred, *et al.*, 2020).

h. Ventilasi Rumah

Keadaan ventilasi rumah yang tidak ditutupi kawat kasa akan menyebabkan nyamuk masuk ke dalam rumah. Bahwa rumah dalam kondisi ventilasi yang tidak dipasang kawat kasa mempunyai resiko tertular penyakit malaria 5 kali lebih besar dibanding dengan keluarga yang tinggal di rumah yang ventilasinya dipasang kawat kasa (Febriyanda, 2022).

i. Dinding Rumah

Dinding rumah yang terbuat dari kayu atau papan, anyaman bambu sangat memungkinkan lebih banyak lubang untuk masuknya nyamuk kedalam rumah, dinding dari kayu tersebut juga tempat yang paling disenangi oleh nyamuk *Anopheles*. Dinding rumah berkaitan juga dengan kegiatan penyemprotan (*Indoor Residual Spraying*) atau obat anti nyamuk cair, dimana insektisida yang disemprotkan ke dinding rumah akan menyerap sehingga saat nyamuk hinggap akan mati akibat kontak dengan insektisida tersebut dan di dinding yang tidak permanen atau ada celah

untuk nyamuk masuk akan menyebabkan nyamuk tersebut kontak dengan manusia (Febriyanda, 2022).

j. Atap Rumah

Tempat tinggal manusia atau kandang ternak yang beratap dan yang terbuat dari kayu merupakan tempat yang paling disenangi oleh nyamuk. Dalam penelitiannya menyatakan, kondisi fisik rumah yang kurang baik diukur berdasarkan nilai skor dari keadaan dinding, ventilasi, jendela, atap rumah, dan lain-lain, mempunyai risiko sebesar 4,44 kali dibanding kondisi fisik rumah yang dianggap baik. Rumah adalah struktur fisik orang menggunakan untuk tempat berlindung yang dilengkapi beberapa fasilitas yang berguna untuk kesehatan jasmani dan rohani baik untuk keluarga maupun individu. Rumah merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia disamping pangan dan sandang agar rumah dapat berfungsi sebagai tempat tinggal yang baik (Febriyanda, 2022).

2. Lingkungan Kimiawi

a) Salinitas

Pertumbuhan nyamuk *Anopheles* dipengaruhi oleh kadar garam (salinitas) pada tempat perindukan. Misalnya, *An. sundaicus* tumbuh optimal pada air payau dengan kadar garam antara 12-18‰, sementara tidak dapat berkembang

biak pada kadar garam lebih dari 40‰, meskipun beberapa spesies ditemukan dalam air tawar di beberapa tempat. Perkembangan *An. farauti* juga dipengaruhi oleh kadar garam habitatnya. *An. hinesorum*, sebelumnya dikenal sebagai *An. farauti* tipe 2, memiliki toleransi kadar garam yang lebih kecil dibandingkan *An. farauti s.s.* (tipe 1), dan cenderung terbatas pada air tawar di daerah pedalaman dan dataran tinggi. *An. oreios*, bagian dari kompleks *An. farauti*, dilaporkan hanya hidup di habitat air tawar pada ketinggian >1800 dpl, sedangkan *An. farauti s.s.* ditemukan sebagian besar dalam jarak 1 km dari wilayah pesisir dengan tingkat toleransi kadar garam yang beragam (Kemenkes RI, 2017).

b) pH Air

pH air mempengaruhi perkembangan larva nyamuk *An. letifer* pada tempat perindukan dengan pH air rendah (asam), terutama di perairan/rawa gambut di Kalimantan (Kemenkes RI, 2017). Hasil pengamatan oviposisi nyamuk dengan presentase tertinggi yaitu pH 9 dan terendah yaitu pH 4. presentase perkembangan larva tertinggi yaitu pH 9 dan terendah yaitu pH 4 (Anggraini & Cahyati, 2017).

3. Lingkungan Biologi

a) Tanaman Air

Dalam lingkungan biologi, tanaman seperti bakau, ganggang, dan berbagai jenis tanaman lain dapat berpengaruh pada kehidupan larva nyamuk dengan kemampuannya menghalangi sinar matahari atau memberikan perlindungan dari serangan organisme lain. Beberapa jenis tanaman air dapat menjadi indikator keberadaan spesifik nyamuk, seperti lumut perut ayam (*Heteromorpha*) dan lumut sutera (*Enteromorpha*) yang mungkin menandakan adanya larva *An. sundaicus* di suatu laguna (Kemenkes RI, 2017).

b) Hewan Predator

Keberadaan ikan pemangsa larva seperti ikan kepala timah (*Aplocheilus panchax*), Gambusia, nila merah (*Oreochromis niloticus*), dan mujair (*Oreochromis mossambica*) dapat mempengaruhi populasi nyamuk di suatu daerah (Kemenkes RI, 2017).

c) Hewan Ternak

Ternak besar seperti sapi dan kerbau juga dapat berkontribusi dalam mengurangi jumlah gigitan nyamuk pada manusia, terutama jika kandang ternak ditempatkan di luar rumah, dan dekat dengan rumah (*zooprofilaksis atau cattle-barrier*) (Kemenkes RI, 2017).

d) Semak-semak

Semak-semak yang rimbun dan tidak bisa ditembus oleh sinar matahari berada dekat di sekitar rumah. Keberadaan semak-semak yang rimbun akan menghalangi sinar matahari menembus permukaan tanah, sehingga adanya semak-semak yang rimbun berakibat lingkungan menjadi teduh serta lembab dan keadaan ini merupakan tempat istirahat yang disenangi nyamuk *Anopheles*, sehingga jumlah populasi nyamuk di sekitar rumah bertambah dan menyebabkan keluarga yang tinggal di rumah yang terdapat semak di sekitarnya mempunyai risiko untuk terjadi penularan penyakit malaria di banding dengan keluarga yang tinggal di rumah tidak ada semak-semak di sekitarnya (Deviani, 2018).

4. Lingkungan Sosial Budaya

Berdasarkan Kemenkes RI (2017) masyarakat yang berisiko terkena malaria termasuk penduduk yang tinggal di daerah rentan atau endemis malaria, dengan kebiasaan atau perilaku tertentu seperti berada di luar rumah pada malam hari. Mobilitas atau perpindahan penduduk juga dapat berkontribusi pada penularan malaria, terutama karena faktor seperti bencana alam, peperangan, dan kondisi sosial-ekonomi yang mendorong pencarian pekerjaan di daerah lain.

Faktor sosial-budaya terkadang memiliki dampak yang signifikan dibandingkan dengan faktor lingkungan lainnya, melibatkan:

- a) Kebiasaan masyarakat berada di luar rumah pada malam hari tanpa perlindungan diri, seperti begadang, memancing, menjaga kebun, dan kegiatan sosial pada malam hari, disertai dengan keterbatasan sarana MCK.
- b) Penggunaan kelambu, kawat kasa pada rumah, dan penggunaan repelen dapat bervariasi sesuai dengan status sosial masyarakat dan mempengaruhi angka kesakitan malaria.
- c) Beberapa masyarakat di daerah endemis mungkin menganggap malaria tidak lagi sebagai penyakit yang berbahaya, melainkan sebagai penyakit umum yang tidak perlu dikhawatirkan.
- d) Pola migrasi penduduk mencakup perpindahan sementara atau menetap dari dan/ke daerah endemis, seperti kelompok migran, pekerja musiman, transmigran, TNI dan POLRI, ASN, pedagang, mahasiswa, peneliti lapangan, wisatawan, dan lain-lain.
- e) Pola migrasi dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti bencana alam, situasi konflik atau peperangan, perpindahan penduduk nomaden, meningkatnya pariwisata, pembukaan

lahan baru untuk transmigrasi, dan lain-lain (Kemenkes RI, 2017).

2. Rumah Sehat

a) Definisi Rumah Sehat

Rumah merupakan struktur fisik atau bangunan yang digunakan sebagai tempat perlindungan, dimana lingkungan di sekitarnya memiliki manfaat untuk kesehatan fisik dan mental, serta kondisi sosial yang mendukung kesehatan baik bagi individu maupun keluarga. Fungsi rumah melibatkan tempat untuk istirahat, membangun hubungan keluarga, perlindungan dan penyimpanan barang berharga, serta sebagai simbol status sosial. Sebuah bangunan tempat tinggal yang memenuhi standar kesehatan harus memiliki fasilitas seperti jamban yang bersih, pasokan air bersih, sistem pembuangan sampah, sarana pembuangan air limbah, ventilasi yang memadai, kepadatan hunian yang sesuai, dan lantai yang tidak terbuat dari tanah. Tempat tinggal, seperti rumah, harus memenuhi kriteria kesehatan untuk menjaga kesejahteraan penghuninya. Kesehatan perumahan tidak terlepas dari ketersediaan infrastruktur dan fasilitas terkait, seperti penyediaan air bersih, sanitasi untuk pembuangan sampah, transportasi, dan layanan sosial yang tersedia (Ratna Farida, 2021).

b) Dasar-Dasar Perancangan Rumah Sehat

Syarat-syarat untuk rumah yang sehat menurut Kementerian Umum Dan Perumahan Rakyat (2016) dijelaskan sebagai berikut:

1) Memenuhi Kriteria Kesehatan:

- a. Lantai dan dinding harus tetap kering dan mudah dibersihkan. Untuk menjaga kekeringan, lantai harus terbuat dari bahan yang tidak memungkinkan air tanah naik ke permukaan (kedap air) dan berada lebih tinggi dari halaman luar dengan ketinggian tertentu, seperti 10 cm dari pekarangan dan 25 cm dari permukaan jalan.
- b. Ventilasi atau jendela yang memadai untuk memastikan aliran udara di dalam ruangan. Luas bukaan jendela minimal harus $\frac{1}{9}$ dari luas ruang lantai.
- c. Lubang bukaan atau jendela harus dapat dilewati sinar matahari.
- d. Penempatan rumah yang baik sejajar dengan arah matahari (timur-barat) untuk mendapatkan penyinaran sinar matahari secara merata dari pukul 08.00 hingga 16.00.

2) Kenyamanan Rumah:

- a) Pengaturan ruangan yang mencakup ruang tidur, ruang makan, ruang tamu, dapur, kamar mandi, dan kakus sesuai dengan kebutuhan.
- b) Penataan ruangan harus sesuai dengan fungsinya, dengan menempatkan ruang yang memiliki fungsi serupa berdekatan agar lebih efisien.
- c) Jika ruangan terbatas, satu ruangan dapat dimanfaatkan untuk beberapa fungsi, seperti ruang makan yang juga digunakan sebagai ruang keluarga atau ruang belajar.
- d) Penataan ruang:
 - 1. Kamar Tidur: Luas jendela minimal harus $\frac{1}{9}$ dari luas ruangan untuk memungkinkan sinar matahari pagi masuk. Hindari penggunaan perabot yang berlebihan agar udara dapat mengalir dengan baik.
 - 2. Ruang Makan: Selain sebagai tempat makan, juga berfungsi sebagai ruang keluarga. Harus memiliki pencahayaan alami dan buatan yang memadai dengan bukaan jendela menghadap ke luar.
 - 3. Dapur: Memiliki lubang bukaan yang cukup, dinding sekitar kompor/tungku dilapisi dengan bahan tahan api, dan menyediakan peralatan pemadam kebakaran yang mudah diakses.
 - 4. Kamar Mandi, tempat cucian, dan Kakus: Harus memiliki lubang angin dan pencahayaan yang

memadai, dengan dinding kedap air untuk melindungi struktur bangunan dari percikan air.

c) Prinsip Lingkungan Sehat

Kementrian Umum & Perumahan Rakyat (2016) menjabarkan tentang prinsip rumah sehat sebagai berikut:

- 1) Pengaturan luas bangunan dan luas lahan adalah 40% luas bangunan berbanding minimal 60% luas lahan.
- 2) Pengaturan Sanitasi
 - a. Air bersih.

Harus tersedia dari sumber air bersih yang menjadi sumber air minum bagi masyarakat di lingkungan permukiman. Jika sumber air di sekitar lingkungan permukiman tidak memenuhi syarat untuk diminum, harus dilakukan penjernihan air terlebih dahulu. Salah satu contoh penjernihan air, yaitu penjernihan air dengan menggunakan biji kelor dengan tahapan sebagai berikut (Umum dan Perumahan Rakyat, 2016):

1. Air baku dimasukan ke dalam tong sebanyak 25 liter;
2. Biji kelor yang telah tua dan kering di pohon sebanyak 10-25 butir kemudian digerus sampai halus serta dilarutkan kedalam sedikit air;
3. Masukan larutan tepung biji kelor tadi ke dalam tong pengaduk/pengendap, yang telah diisi air baku,

kemudian diaduk dengan memutar batang pengaduk selama 5-10 menit bertahap mulai cepat kemudian perlahan-lahan;

4. Biarkan air tersebut selama 1-2 jam.

b. Air Kotor

Saluran untuk air buangan dibedakan menjadi (Umum dan Perumahan Rakyat, 2016):

1. Saluran air hujan.

Terbuka, terletak dibawah saluran atap dan harus dapat mengalirkan air hujan ke saluran air hujan lingkungan dengan kemiringan minimal 2%.

2. Saluran air bekas mandi dan cuci tangan dan dialirkan menuju ke saluran lingkungan.

3. Saluran air koto dari kakus Tertutup, disalurkan menuju cubluk atau tangki septic untuk kemudian cairannya dialirkan ke sumur peresapan atau penyaringan yang selanjutnya dapat dibuang ke badan air yang ada (sungai dan lain-lain).

c. Penanganan Sampah

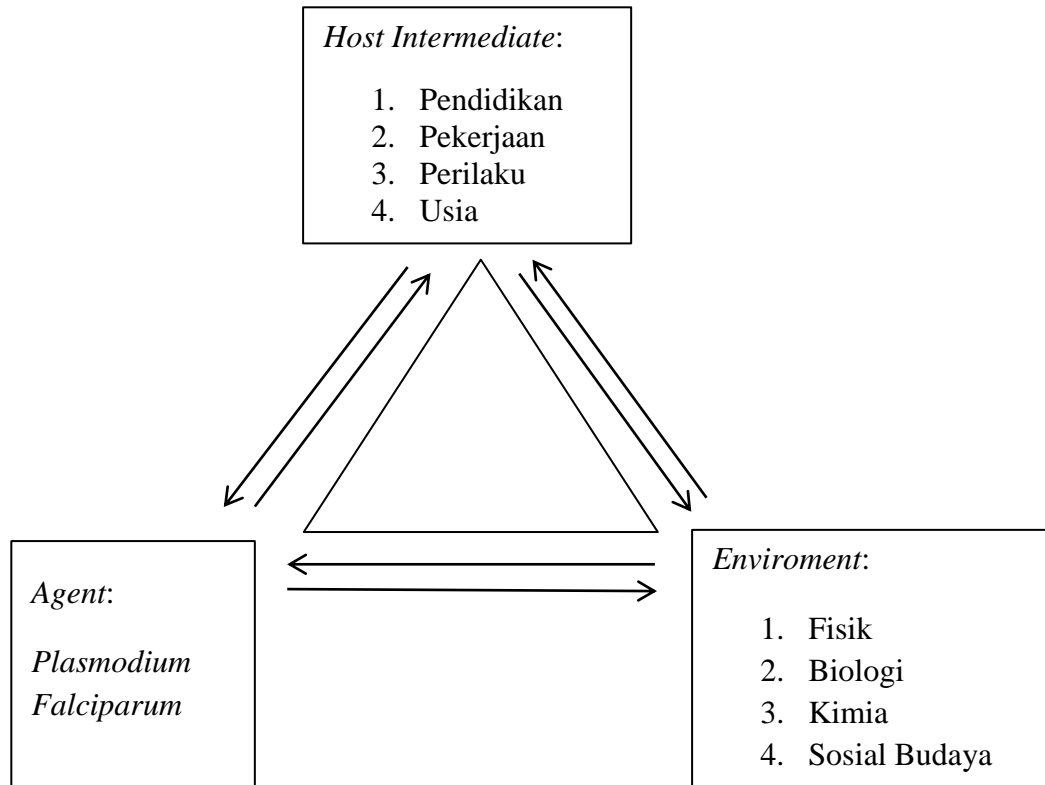
Sampah harus dibuang pada tempatnya karena jika dibuang sembarangan dapat merusak lingkungan, menyumbat saluran air yang dapat menyebabkan banjir. Contoh pengolahan sampah dapur adalah Komposter. Komposter rumah tangga adalah alat yang digunakan

untuk pengomposan sampah dapur menjadi kompos. Komposter rumah tangga ini merupakan teknologi pengolahan sampah rumah tangga dengan sistem daur ulang sampah dapur yang ditanam dalam tanah, dengan dasar tabung diletakan minimal 30 cm dari muka air tanah (Umum Dan Perumahan Rakyat, 2016).

3. Manfaat Pekarangan

Halaman rumah sebaiknya ditanami tanaman yang bermanfaat, seperti sayursayuran, tanaman untuk obat-obatan (apotik hidup), pohon rindang sebagai peneduh, dan lain-lain(Umum Dan Perumahan Rakyat, 2016).

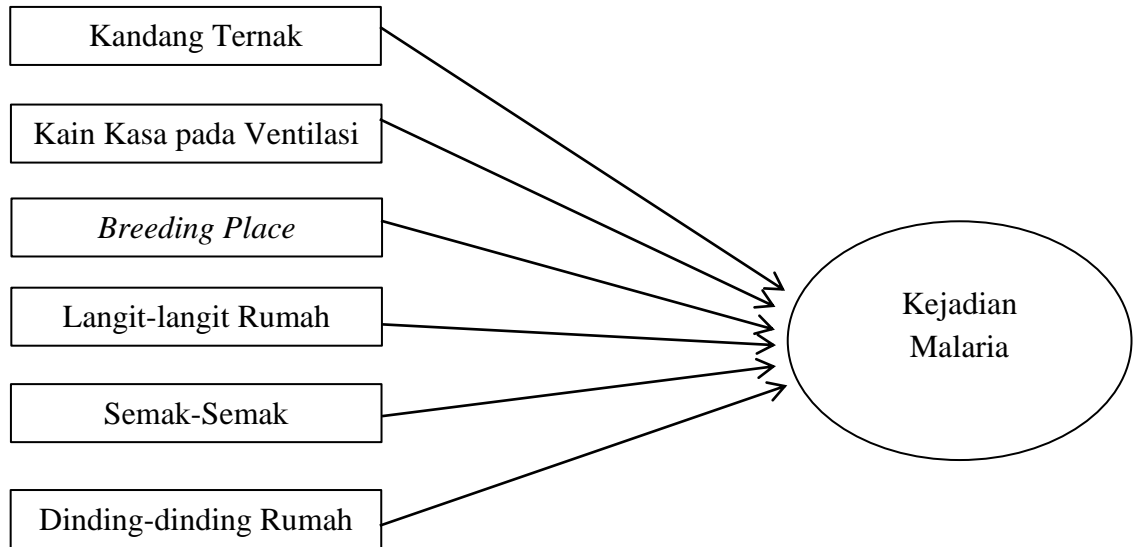
B. Kerangka Teori



Gambar 2.1 Piramida Segitiga Epidemiologi Penyakit Malaria.
(Sumber: John Gordon & Le Richt, 1950 dalam Azwar, 1981, dalam Pengantar Ilmu Kedokteran Pencegahan dalam Kemenkes RI, 2022 telah dimodifikasi).

C. Kerangka Konsep

Berdasarkan kerangka teori, kerangka konsep yang diajukan peneliti adalah sebagai berikut:



Keterangan:

→ : Variabel yang diteliti.

□ : Variabel Independen

○ : Variabel Dependen

Gambar 2.2 Kerangka Konsep