

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Infeksi Malaria

1. Malaria

Malaria adalah salah satu penyakit menular yang disebabkan oleh Plasmodium, meskipun awal mulanya tidak diketahui secara pasti. Para ilmuwan menduga keberadaan plasmodium ini sudah ada sejak 30 juta tahun lalu. ⁽³⁾ Malaria adalah *Vector-born-disease* dikarenakan penularannya melalui vektor. Penyakit malaria mempunyai dampak besar bagi kesehatan masyarakat yang dapat menyebabkan KLB (Kejadian Luar Biasa), dan *re-emerging* (peningkatan kasus kembali).⁽¹⁴⁾ Sekitar 1.500 kasus malaria yang didiagnosis di Amerika Serikat setiap tahunnya. Sebagian besar kasus di Amerika Serikat ditemukan pada darah wisatawan dan imigran yang kembali dari negara-negara endemis malaria (Sub Sahara Afrika dan Asia Selatan).⁽¹⁵⁾

2. Epidemiologi Malaria

Kekacauan yang terjadi di Indonesia menyebabkan perpindahan penduduk besar-besaran dari daerah endemis ke daerah non endemis malaria. Perubahan iklim, serta perubahan lingkungan hidup meliputi penebangan hutan, pertambangan, pembuatan waduk atau irigasi ikut menyebabkan malaria menyebar ke seluruh Indonesia. Adanya banyak pendatang dari mancanegara ke Indonesia dari daerah endemis malaria atau sebaliknya harus diantisipasi dengan baik sehingga tidak menimbulkan masalah di bidang kesehatan yang merugikan bangsa dan negara.⁽¹⁾

3. Etiologi

Malaria disebabkan oleh parasit (plasmodium). Ada empat spesies plasmodium diantaranya adalah plasmodium *falciparum*, plasmodium *vivax*, plasmodium *malariae*, dan plasmodium *ovale*. ⁽¹⁶⁻¹⁸⁾ Plasmodium *falciparum* merupakan penyebab dari malaria tropika

yang sering terjadi malaria berat atau malaria otak dengan kematian. Masa inkubasi 9 sampai dengan 14 hari, rata-rata 12 hari. Plasmodium *Vivax* yang menyebabkan malaria tertiana dengan masa inkubasi 12 sampai dengan 17 hari, rata-rata 15 hari. Plasmodium *Ovale*, ini jarang sekali ditemui, umumnya banyak terjadi di Afrika dan Pasifik Barat dengan masa inkubasi 16 sampai dengan 18 hari, rata-rata 17 hari. Plasmodium *Malariae* yang menyebabkan malaria quartana dengan masa inkubasi 18 sampai dengan 28 hari.⁽¹⁹⁾

Parasit plasmodium *falciparum* dan plasmodium *malariae* ini akan berkembang biak dan tumbuh yang akhirnya akan memenuhi seluruh sel hati dan nantinya akan pecah dan parasit akan masuk ke dalam aliran darah, sehingga menginfeksi sel darah merah.⁽²⁰⁾ Sedangkan plasmodium *vivax* dan plasmodium *ovale* parasit tetap berada dalam sel hati selama berbulan-bulan sampai bertahun-tahun jika daya tahan tubuh penderita menurun, parasit akan berubah menjadi bentuk aktif sehingga mengalami kekambuhan (*relaps*).⁽¹⁹⁾

4. Penularan

Penularan malaria dipengaruhi oleh banyak faktor, faktor utama penularan yaitu parasit plasmodium, manusia sebagai *host* dan nyamuk *anopheles* sebagai vektor penularnya serta lingkungan hidup yang mempengaruhi faktor tersebut. Penularan akan menjadi lebih intensif terjadi di daerah dimana nyamuk dapat hidup dan berkembang dalam waktu yang lama (memungkinkan plasmodium hidup dan berkembang menjadi infeksi di dalam tubuh nyamuk).⁽²¹⁾

Malaria dapat ditularkan secara alamiah dan non alamiah. Penularan alamiah dapat ditularkan oleh nyamuk *anopheles* yang mengandung plasmodium secara langsung menggigit manusia. Penularan non alamiah terjadi karena manusia itu sudah terinfeksi malaria dan menularkannya pada bayi maupun orang lain melalui transfusi darah ataupun jarum suntik.⁽¹⁶⁾ dengan kata lain, penularan

yang terjadi secara langsung dari vektornya sedangkan penularan non alamiah ditularkan melalui perantara.

Malaria dapat menginfeksi semua kelompok umur. Kelompok umur yang beresiko untuk terjadinya malaria yaitu bayi, anak balita, dan ibu hamil. ⁽²²⁾ Malaria pada umumnya ditularkan melalui gigitan nyamuk *Anopheles* betina yang menghisap darah untuk pertumbuhan telurnya. Umumnya *Anopheles* aktif menggigit pada waktu malam hari. Pada saat menghisap darah manusia air liur nyamuk yang mengandung parasit plasmodium dalam stadium gametosit masuk kedalam tubuh manusia dan membentuk stadium seksual gamet betina dan jantan akan bersatu menghasilkan sporozoit berbentuk kista. Sporozoit akan masuk ke dalam hati dan berkembang biak menjadi skizon eksoeritrositik pada orang yang sensitif. Hepatosit pecah dan terjadi stadium aksesual (merozoid) dalam darah 6 sampai 11 hari yang selanjutnya menjadi gametosit selama 3-14 hari sesuai dengan spesies plasmodium malaria. ⁽²³⁾

5. Gejala

Gejala yang akan dialami penderita penyakit malaria antara lain :

a. Demam

Demam pada malaria bersifat periodik dan berbeda waktunya tergantung dari plasmodium yang menjadi penyebabnya. Malaria *vivax* demam akan timbul tiap 3 hari. Malaria quartana, demam akan timbul tiap 4 hari dan malaria *falciparum* akan demam yang tidak teratur tiap 24 sampai dengan 48 jam. Serangan demam yang khas pada malaria terdiri dari 3 stadium yaitu stadium menggigil (berlangsung pada saat 15 menit sampai 1 jam), stadium puncak demam (berlangsung 2 jam atau lebih), dan stadium berkeringat (berlangsung 2 sampai 4 jam). ⁽²⁴⁾

b. Anemia

Keadaan anemia merupakan salah satu gejala yang sering dialami pada infeksi malaria. Anemia akan sering ditemui pada penderita di

daerah endemik, anak-anak dan ibu hamil. Beberapa mekanisme terjadinya anemia adalah:

- 1) Pengerusakan eritrosit yang sementara
- 2) Hambatan *eritropoiesis* yang sementara
- 3) Hemolisis karena proses *complement mediated immune complex*
- 4) *Eritrofagositosis*
- 5) Penghambatan pengeluaran retikulosit. ⁽²⁵⁾

Gejala anemia berupa badan yang terasa lemas, pusing, pucat, penglihatan terasa kabur, jantung berdebar debar dan kurangnya nafsu makan. Diagnosis anemia ditentukan dengan pemeriksaan kadar hemoglobin dalam darah. Anemia yang paling berat adalah anemia yang dikarenakan oleh plasmodium *falciparum*. ⁽²⁶⁾

c. Pembesaran Limpa

Pembesaran limpa (*splenomegali*) sering di jumpai pada penderita malaria. Limpa akan teraba 3 hari setelah serangan infeksi akut. Limpa menjadi bengkak, nyeri dan *hiperemesis*. Limpa merupakan organ penting dalam pertahanan tubuh terhadap infeksi malaria. ⁽²⁵⁾

Dijumpainya riwayat dengan anemia dan pembesaran limpa merupakan petunjuk untuk diagnosis infeksi malaria, khususnya di daerah endemik.

6. Pengobatan Malaria

Walaupun upaya pencegahan gigitan nyamuk cukup efektif mengurangi paparan dengan nyamuk, namun tidak dapat menghilangkan sepenuhnya risiko terkena infeksi. Diperlukan upaya tambahan, yaitu kemoprofilaksis untuk mengurangi risiko jatuh sakit jika telah digigit nyamuk infeksius. Beberapa obat-obat antimalaria yang saat ini digunakan sebagai kemoprofilaksis adalah klorokuin, meflokuin (belum tersedia di Indonesia), doksisisiklin, primakuin dan sebagainya. Dosis kumulatif maksimal untuk pengobatan pencegahan

dengan klorokuin pada orang dewasa adalah 100 gram basa. Untuk mencegah terjadinya infeksi malaria terhadap pendatang yang berkunjung ke daerah malaria pemberian obat dilakukan setiap minggu; mulai minum obat 1-2 minggu sebelum mengadakan perjalanan ke endemis malaria dan dilanjutkan setiap minggu selama dalam perjalanan atau tinggal di daerah endemis malaria dan selama 4 minggu setelah kembali dari daerah tersebut.

Pengobatan pencegahan tidak diberikan dalam waktu lebih dari 12-20 minggu dengan obat yang sama. Bagi penduduk yang tinggal di daerah risiko tinggi malaria dimana terjadi penularan malaria yang bersifat musiman maka upaya pencegahan terhadap gigitan nyamuk perlu ditingkatkan sebagai pertimbangan alternatif terhadap pemberian pengobatan profilaksis jangka panjang dimana kemungkinan terjadi efek samping sangat besar.⁽¹⁸⁾

7. Faktor Praktik Penyebab Infeksi Malaria

a. Pemakaian Kelambu

Pemakaian kelambu saat tidur sangat diperlukan di daerah endemis malaria. Pemakaian kelambu bertujuan untuk mengurangi kontak manusia dengan vektor malaria yang bersifat endofagik. Endofagik adalah nyamuk yang mengigit di dalam rumah, tetapi bila hospes tidak tersedia di dalam rumah sebagai nyamuk akan mencari hospes di luar rumah.⁽²⁷⁾ Kelambu yang disarankan yaitu kelambu yang berinsektisida yang dibuat dengan penggabungan insektisida ke dalam serat kelambu.

Beberapa penelitian mengatakan penggunaan kelambu dapat mengurangi kejadian malaria. Puskesmas Koeloda Kecamatan Golewa Kabupaten Ngada Provinsi NTT pemakaian kelambu saat tidur memiliki 15,9% kejadian infeksi malaria, sedangkan yang tidak menggunakan kelambu kejadian infeksi malaria sebesar 54,2%. Hasil analisis menunjukkan $p < 0,000$ berarti ada hubungan antara pemakaian kelambu dengan kejadian

infeksi malaria.⁽²⁸⁾ Penelitian di Desa Sungai Ayak 3 menunjukkan bahwa ada hubungan antara kebiasaan pemakaian kelambu dengan kejadian infeksi malaria, dengan *Odd Ratio*= 3,2 artinya seseorang yang tidak memiliki kebiasaan memakai kelambu beresiko 3,2 kali lebih besar terkena penyakit malaria dibandingkan dengan orang yang mempunyai kebiasaan tidur menggunakan kelambu.⁽²⁹⁾

b. Pemeliharaan Ternak

Penularan juga dapat terjadi di dalam rumah, dengan kondisi rumah yang berdekatan dengan tempat perkembangan vektor misalnya perkebunan salak, aliran air, kandang ternak di dalam maupun diluar rumah. Kandang ternak yang dekat dengan tempat perindukan akan mempengaruhi kejadian infeksi malaria dikarenakan kandang akan menjadi salah satu penanggulangan terhadap penularan malaria. Pemeliharaan hewan ternak terutama golongan ternak besar seperti kerbau, kambing di dekat rumah akan menjadi *Cattle Barrier* dapat mencegah kontak nyamuk dengan manusia. Hal ini berhubungan dengan jenis perilaku nyamuk yang bersifat *Arthrofilik* lebih sering mengigit manusia, dan *Zoofilik* lebih suka menghisap darah hewan.⁽²⁸⁾

Hasil dibuktikan dengan adanya kasus satu rumah di Banjarmangu yang ditemukan pada 4 rumah dari rumah kasus terdapat kasus bayi yang diduga penularan infeksi malaria disebabkan karena kasus yang berasal dari tempat tersebut (*indigenous*). Berdasarkan penelitian di Puskesmas Koeloda Kecamatan Golewa Kabupaten Ngada ada hubungan antara pemeliharaan ternak dengan kejadian infeksi malaria dengan nilai p (0,001).⁽²⁸⁾

c. Kebiasaan Keluar Malam

Kejadian malaria yang diakibatkan seringnya beraktifitas di luar rumah pada malam hari, berkaitan dengan kebiasaan vektor malaria yang *eksofagik*. Nyamuk yang banyak menggigit diluar

rumah, tetapi bisa masuk ke dalam rumah bila manusia merupakan *hospes* utama yang disukai. Nyamuk golongan ini adalah *An Barbirostris* dan *An Maculatus* (salah satu spesies yang ditemukan di Kalimantan Barat). *An. Maculatus* ini aktif menggigit antara pukul 21.00-03.00 wib.⁽³⁰⁾ Hal ini juga berkaitan dengan banyaknya responden yang beraktifitas di luar rumah.⁽³¹⁾ Pada tahun 2013 menyatakan bahwa salah satu faktor resiko terkena infeksi malaria yaitu kebiasaan beraktifitas pada malam hari.⁽²⁹⁾

Menurut Penelitian sebelumnya di Kecamatan Banjarmasin, penularan infeksi malaria terjadi lebih sering pada malam hari dikarenakan mempunyai kebiasaan keluar rumah. Wawancara dilakukan terhadap salah satu keluarga di Desa Beeji, hasil menunjukkan bahwa mereka sering melakukan aktifitas di luar rumah pada malam hari selama 2 minggu terakhir. Aktifitas yang dilakukan antara lain menata salah (12,9%), pergi ke kondangan (6,45%), mengaji (19,35%), belajar kelompok (6,45) dan nongkrong (9,76%). Kegiatan ini dilakukan tanpa upaya untuk melindungi diri dari gigitan nyamuk.⁽²⁸⁾

Vektor malaria *anopheles* betina menggigit pada saat malam hari sampai dengan dini hari. Pada penelitian yang melakukan *survey* penangkapan nyamuk didapatkan berbagai jenis nyamuk *anopheles* ditangkap mulai dari pukul 18.00 - 06.00 wib. Penangkapan dilakukan di dalam rumah dan diluar rumah, rata rata nyamuk tertangkap pukul 20.00-03.00 wib.⁽³¹⁾

d. Kebiasaan Menggunakan Racun Nyamuk

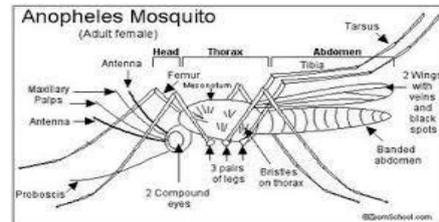
Responden yang tidak menggunakan obat anti nyamuk memiliki risiko 5,979 lebih besar terkena malaria dari responden yang selalu menggunakan obat anti nyamuk.⁽³²⁾

B. Kepadatan Populasi Nyamuk *Anopheles*

1. Nyamuk *Anopheles*



Gambar 2.1 Nyamuk *Anopheles*.⁽³³⁾



Gambar 2.2 Struktur tubuh nyamuk *Anopheles*.⁽³³⁾

Anopheles masuk dalam bangsa Diptera, Subbangsa *Nematoceera* suku *Culicidae*, Sub Suku *Culicinae* dan *tribe Anophelini* pada klasifikasi *zoologi*. Dalam suku *Anophelini* genus *anopheles* memiliki beberapa sub genus.⁽²⁶⁾ *Anopheles* memiliki ciri morfologi yang berbeda dengan nyamuk lainnya. Adapun ciri-ciri dari *anopheles* adalah sebagai berikut:

a. Ciri-ciri umum *Anopheles* dewasa

Probosis dan *palpi* sama panjang, *scutellum* berbentuk satu lingkungan, urat sayap bernoda pucat dan gelap, jumbai biasanya terdapat noda pucat, pada palpi bergelang pucat atau sama sekali tidak bergelang, kaki panjang dan langsing.⁽³⁴⁾

b. Ciri-ciri Khusus *Anopheles* dewasa

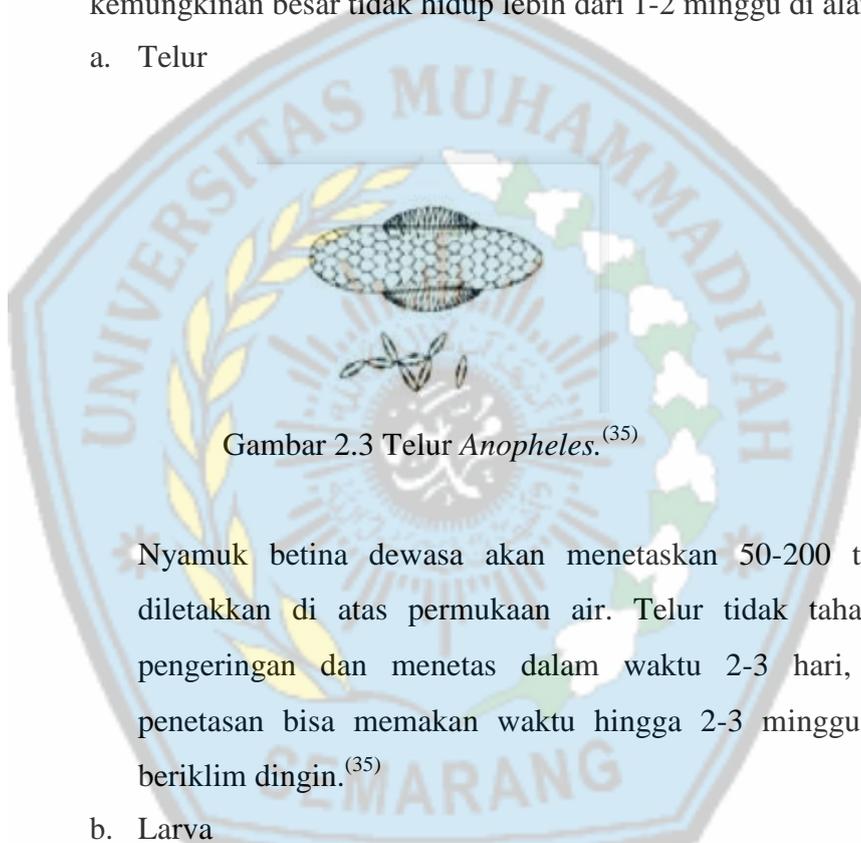
Palpi bergelang pucat atau tidak sama sekali, urat-urat sayap dengan noda-noda gelap dan pucat, jumbai kadang-kadang bernoda pucat atau gelap sama sekali, kaki belakang sering terdapat bintik-bintik (bernoda pucat).⁽³²⁾ Antena nyamuk betina dengan cabang lebih tipis sedangkan pada nyamuk jantan cabang antenanya lebih tebal, ukuran badan betina lebih dari yang jantan.

2. Siklus Hidup Nyamuk *Anopheles*

Seperti semua nyamuk, *anopheles* melalui empat tahap dalam siklus hidup yaitu telur, larva, pupa dan dewasa.⁽³⁵⁾ berdasarkan

tingkat kehidupan tahap pertama sampai tahap ketiga disebut tingkatan dalam air. Dimana pada tahap ini siklus hidup nyamuk tergantung sekali dengan keberadaan air, dimana manusia menjadi salah satu kontributor keberadaan tempat perindukan nyamuk untuk meletakkan telurnya.⁽³⁾ Tingkatan kedua yaitu tingkatan di darat adalah ketika nyamuk *Anopheles* betina bertindak sebagai vektor malaria. Betina dewasa dapat hidup sampai satu bulan (atau lebih di penangkaran) tapi kemungkinan besar tidak hidup lebih dari 1-2 minggu di alam.⁽³⁵⁾

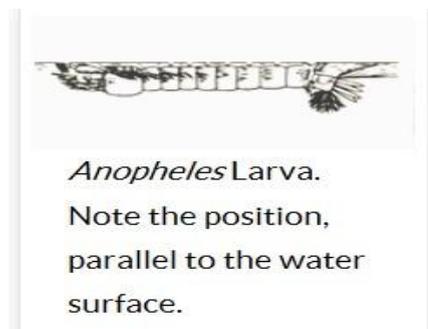
a. Telur



Gambar 2.3 Telur *Anopheles*.⁽³⁵⁾

Nyamuk betina dewasa akan menetas 50-200 telur. Telur diletakkan di atas permukaan air. Telur tidak tahan terhadap pengeringan dan menetas dalam waktu 2-3 hari, meskipun penetasan bisa memakan waktu hingga 2-3 minggu di daerah beriklim dingin.⁽³⁵⁾

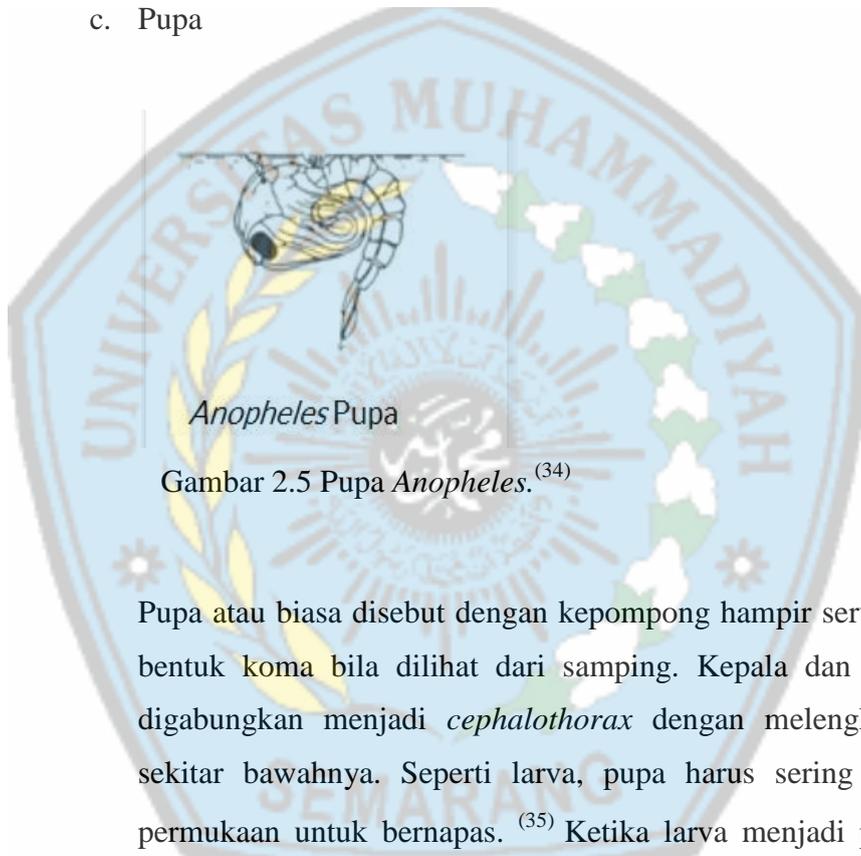
b. Larva



Gambar 2.4 Larva *Anopheles*.⁽³⁴⁾

Larva *anopheles* mudah dikenali dengan tampilan mereka, dikarenakan posisinya yang mengambang horisontal pada permukaan air dan makan dengan sarana sikat mulut mereka yang menyapu ke artikel dan mengambang ke mulutnya. Larva akan tenggelam ke permukaan jika terganggu. Larva berkembang melalui 4 tahapan, atau instar, setelah itu mereka bermetamorfosis menjadi kepompong. ⁽²⁶⁾

c. Pupa

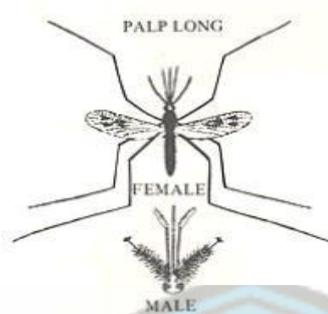


Anopheles Pupa

Gambar 2.5 Pupa *Anopheles*. ⁽³⁴⁾

Pupa atau biasa disebut dengan kepompong hampir serupa dengan bentuk koma bila dilihat dari samping. Kepala dan dada yang digabungkan menjadi *cephalothorax* dengan melengkung perut sekitar bawahnya. Seperti larva, pupa harus sering datang ke permukaan untuk bernapas. ⁽³⁵⁾ Ketika larva menjadi pupa inilah terjadi perubahan bentuk alat-alat tubuh nyamuk dewasa tapi jenis kelamin belum bisa dibedakan. ⁽³⁾

d. Nyamuk Dewasa



Anopheles Adults.

Note (bottom row)
the typical resting
position.

Gambar 2.6 Nyamuk Dewasa⁽³⁴⁾

Kepompong akan menjadi nyamuk dewasa. Seperti semua nyamuk, *anopheles* dewasa memiliki tubuh ramping dengan 3 bagian: kepala, dada dan perut. Kepala ini khusus untuk memperoleh informasi sensorik dan untuk makan. Bagian Kepala berisi mata dan sepasang antena yang panjang. Bagian thorax ini khusus untuk bergerak. Tiga pasang kaki dan sepasang sayap yang melekat pada *thorax*. Bagian perut khusus untuk pencernaan makanan dan pengembangan telur. Nyamuk *anopheles* dapat dibedakan dengan caranya beristirahat, pada saat mereka beristirahat baik jantan maupun betina akan terlihat perut yang berada sejajar dengan permukaan tempat mereka beristirahat. Nyamuk dewasa biasanya kawin dalam beberapa hari setelah muncul dari tahap kepompong. Makanan nyamuk jantan yaitu sari bunga. Begitu pula nyamuk betina tetapi nyamuk betina memerlukan protein untuk perkembangan telur mereka dengan cara menghisap darah manusia. Setelah mendapat makan darah

lengkap, betina akan beristirahat selama beberapa hari sementara darah dicerna dan telur dikembangkan. Proses ini tergantung pada suhu tapi biasanya memakan waktu 2-3 hari dalam kondisi tropis. Setelah telur sepenuhnya dikembangkan, betina meletakkan telurnya ke atas permukaan air. Siklus ini berulang sampai betina mati. Nyamuk betina bisa bertahan hingga satu bulan (atau lebih di penangkaran) tapi kemungkinan besar tidak hidup lebih lama dari 1-2 minggu di alam. peluang mereka bertahan hidup tergantung pada suhu dan kelembaban. ⁽³⁵⁾

3. Tempat Perindukan (*Breeding places*)

Breeding merupakan lokasi yang berhubungan dengan air yang kontak langsung dengan tanah, disinilah nyamuk akan meletakkan telurnya sampai dengan menjadi pupa. Keberadaan breeding ini wajib ada, karena merupakan siklus awal nyamuk mulai dari telur sampai pupa. ⁽³⁶⁾

Ada perbedaan kesukaan nyamuk dalam memilih tempat perindukannya, nyamuk *An. Aconitus* misalnya dipersawahkan kepadatan paling tinggi 0,4 artinya setiap kali cidukan dipersawahkan ada 4 larva *An. Aconitus*, sedangkan *An Maculatus* justru ditemukan pada kubangan air dengan densitas 0,12. ⁽³⁾ *Anopheles aconitus* aktif menghisap di malam hari dan sesudah menghisap darah manusia di dalam rumah, nyamuk akan keluar rumah untuk beristirahat di genangan air dan tempat lembab. *Anopheles maculatus* aktif memangsa di tengah malam sampai dini hari, nyamuk ini banyak ditemukan di daerah pegunungan dengan tempat perindukan berupa air tawar disungai yang jernih ataupun di mata air. Kepadatan nyamuk ini lebih tinggi pada musim kemarau. ⁽¹⁹⁾ *Anopheles sunndaicus* aktif mencari mangsa sepanjang malam, terutama menjelang tengah malam dan menjelang dini hari, setelah menggigit nyamuk beristirahat di dinding rumah bagian dalam. *Anopheles barbirotis* aktif mencari mangsa sekitar tengah malam sampai dengan dini hari, setelah itu

beristirahat di luar rumah dengan keberadaan semak-semak dan pepohonan sekitar rumah.⁽³⁷⁾

4. Tempat Peristirahatan Nyamuk

Tempat peristirahatan nyamuk telah dibuktikan berhubungan dengan kejadian malaria, tempat peristirahatan tersebut diantaranya ialah semak-semak, kebun, rumpun bambu, rembulung. Peneliti sebelumnya menyebutkan bahwa kejadian malaria di Desa Ranoketang Tua berhubungan dengan adanya semak-semak di sekitar rumah warga. Warga yang tinggal di sekitar semak-semak memiliki risiko 3,188 kali menderita penyakit malaria dibandingkan dengan warga yang tidak tinggal di sekitar semak-semak. Kejadian malaria di wilayah kerja Puskesmas Mayong 1 Jepara disebabkan antara lain karena adanya semak-semak dengan risiko 4,632 kali lebih besar terkena malaria untuk warga yang di sekitar tempat tinggalnya terdapat semak-semak.⁽³⁸⁾

5. Keberadaan Predatator

Kegiatan penebaran ikan kepala timah, ikan guppy di genangan-genangan air akan mempengaruhi populasi nyamuk di suatu wilayah. Kandang ternak harus diletakkan kurang dari 50 meter dari tempat perindukan nyamuk agar nyamuk tetap dapat mencium darah binatang dalam kandang karena nyamuk memiliki kemampuan mencium bau makanan mereka hingga jarak 50 meter.⁽³⁹⁾

6. Kepadatan Hunian

Pembangunan pemukiman baru akibat perpindahan penduduk juga sering mengakibatkan perubahan lingkungan sehingga penularan malaria dapat terjadi. Peningkatan kasus malaria pada tahun 2011 di Kecamatan Sebuku Kabupaten Nunukan, disimpulkan bahwa penularan malaria di daerah tersebut disebabkan oleh pembukaan lahan hutan yang menjadi pemukiman baru oleh masyarakat setempat.⁽⁴⁰⁾

7. Lingkungan dan Kepadatan Nyamuk *Anopheles* sp

Malaria ditularkan oleh nyamuk *anopheles* dan merupakan suatu penyakit ekologis yaitu penyakit yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang memungkinkan untuk berkembang biak, melakukan kontak dengan manusia dan menularkan parasit malaria.⁽⁴¹⁾ Perubahan lingkungan mempengaruhi biologi vektor malaria dan pada akhirnya dapat mempengaruhi keadaan penyakit malaria.⁽⁴²⁾ Faktor lingkungan yang berpengaruh pada kepadatan vektor malaria meliputi lingkungan fisik dan biologi⁽⁴³⁾:

a. Lingkungan fisik

1) Suhu udara

Proses perkembangan nyamuk pada suhu 25-27°C dan jika suhu lebih dari 27-30°C akan menjadi lebih singkat.⁽⁴⁴⁾ Umur nyamuk yang panjang akan memberikan lebih banyak waktu untuk parasit malaria menyelesaikan masa inkubasi ekstrinsiknya dari gametosit sampai sporozoit di kelanjar liur.⁽⁴²⁾ Selain itu, suhu udara juga akan mempengaruhi waktu yang diperlukan untuk pertumbuhan telur *Anopheles* menjadi dewasa. Adanya variasi suhu udara ini dipengaruhi oleh ketinggian suatu tempat.⁽⁴⁵⁾

Ada hubungan yang kuat antara suhu udara dengan kepadatan *Anopheles* dimana kepadatan *Anopheles* 68,8% dipengaruhi oleh suhu udara. Kepadatan akan meningkat saat suhu udara turun sebaliknya kepadatan akan mengalami penurunan jika suhu udara meningkat.⁽⁴⁶⁾ Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Mading dimana suhu udara sangat mempengaruhi kepadatan nyamuk *Anopheles*. Suhu 23-25°C ditemukan optimum untuk perkembangbiakan nyamuk *anopheles*.⁽³⁴⁾

Suhu yang mempengaruhi kepadatan nyamuk *Anopheles* dalam rumah akhirnya mempengaruhi kejadian infeksi malaria. Suhu udara beresiko menyebabkan malaria 2,571 kali lebih besar.⁽⁴⁷⁾

2) Kelembaban Udara

Batas kelembaban paling rendah yang memungkinkan hidupnya nyamuk adalah 60%. Kelembaban yang rendah tidak berpengaruh pada parasit namun memperpendek umur nyamuk sehingga dapat mengurangi kepadatan nyamuk.⁽⁴³⁾ Kelembaban udara berhubungan dengan kepadatan nyamuk *anopheles*. Kepadatan *anopheles* 40,5% dipengaruhi oleh kelembaban udara, selebihnya 59,5% oleh faktor lain di luar kelembaban udara. Kepadatan nyamuk *anopheles* ini juga berhubungan dengan kasus malaria satu bulan berikutnya.⁽⁴⁸⁾ Kelembaban udara dengan kepadatan *anopheles* berhubungan ke arah positif. Kepadatan terjadi bersamaan dengan meningkatnya kelembaban udara dan jika kelembaban turun maka kepadatan *anopheles* juga turun. Kepadatan *anopheles* tertinggi ditemukan pada kelembaban udara 85,3% yaitu 4,1 ekor per orang per jam dan terendah pada kelembaban 78,5% dan 76% yaitu 1 ekor per orang per jam.⁽⁴⁶⁾

Kelembaban yang mempengaruhi kepadatan vektor malaria dalam rumah akhirnya juga mempengaruhi kejadian infeksi malaria. Kelembaban berhubungan dengan kejadian infeksi malaria dengan korelasi positif yang artinya semakin meningkat kelembaban udara maka kejadian infeksi malaria juga akan meningkat.⁽⁴⁹⁾ Penelitian ini sejalan dengan penelitian Zacarias dan Andersson yang menunjukkan bahwa kelembaban udara berhubungan dengan kejadian infeksi malaria. Rata-rata kelembaban udara pada daerah ini adalah 69,1%. Meningkatnya kelembaban udara 1% dari kelembaban

relatif menyebabkan risiko kejadian infeksi malaria menjadi lebih tinggi.⁽⁵⁰⁾

3) Hujan

Pada musim hujan penularan malaria lebih tinggi dari pada musim kemarau. Hal ini dikarenakan air hujan yang menimbulkan genangan juga merupakan tempat ideal bagi nyamuk ini.⁽⁵¹⁾

Indeks curah hujan berhubungan dengan kepadatan nyamuk *anopheles* per orang per malam dimana kepadatan nyamuk *anopheles* 56,9% disebabkan oleh curah hujan. Kepadatan nyamuk *anopheles* ini berhubungan dengan kasus malaria satu bulan berikutnya.⁽⁴⁸⁾

4) Angin

Jarak terbang *anopheles* dipengaruhi oleh kecepatan angin. Biasanya jarak terbang *anopheles* ini berkisar 0,5 hingga 3 km.⁽⁴²⁾ Perilaku *anopheles* di Desa Selong Belanak juga dipengaruhi oleh kecepatan angin yang akan mempengaruhi kepadatan *anopheles* di daerah ini.⁽³⁴⁾

5) Ketinggian

Kasus malaria umumnya berkurang pada ketinggian yang semakin bertambah dikarenakan menurunnya suhu rata-rata. Pada ketinggian di atas 2000 m transmisi malaria jarang terjadi.⁽⁴³⁾ Ketinggian tempat adalah salah satu variabel lingkungan yang memengaruhi populasi dan penyebaran perindukan nyamuk di Sukabumi. Rendahnya ketinggian tempat suhu udara semakin tinggi dan semakin tinggi ketinggian tempat semakin rendah suhu udaranya. Interval suhu udara di dataran rendah Sukabumi termasuk suhu udara optimum bagi metabolisme, pertumbuhan dan perkembangan nyamuk *anopheles* dan suhu udara di dataran tinggi adalah batas bawah untuk metabolisme dan perkembangbiakan

nyamuk. Hal inilah yang dapat mempengaruhi kepadatan nyamuk. Semakin tinggi ketinggian tempat di Sukabumi risiko infeksi malaria akan ditemukan semakin rendah⁽⁵²⁾

6) Sinar matahari

Sinar matahari berpengaruh terhadap pertumbuhan larva nyamuk dan pengaruhnya berbeda-beda pada setiap spesies *An sudaicus* lebih menyukai tempat yang teduh, *An hyrcanus* dan *An pinctulatus* lebih suka tempat terbuka. Sementara *An barbirostris* dapat hidup baik di tempat yang teduh maupun terang.⁽⁴³⁾

Pada daerah endemis malaria di daerah berbatasan (Kabupaten Tulungagung dengan Kabupaten Trenggalek) intensitas sinar matahari yang bersinar sepanjang tahun mendukung tempat hidup anopheles. Adanya bermacam-macam anopheles di daerah ini maka masing masing spesies akan mencari tempat yang cocok untuk hidupnya, ditempat yang teduh maupun dengan sinar matahari.⁽⁵³⁾

b. Lingkungan Biologi

Lingkungan biologis merupakan salah satu determinan yang memberikan wahana bagi nyamuk untuk berkembang, berbagai tumbuhan baik yang ada darat misal tumbuhan yang besar dan membentuk suatu kawasan perkebunan atau hutan akan berfungsi menghalangi masuknya sinar matahari ke permukaan tanah, dengan demikian makan pencahayaan akan rendah, suhu rendah dan kelembaban akan tinggi.⁽⁵⁴⁾

Kondisi seperti inilah yang sangat disenangi oleh nyamuk untuk beristirahat setelah menghisap darah hospes sambil menunggu proses pematangan telurnya, misalnya nyamuk *An balabacensis* sangat senang tinggal daerah yang lembab dan pencahayaannya rendah, seperti kebun salak.⁽⁵⁵⁾

Adanya hewan ternak mempengaruhi kepadatan nyamuk. Terdapat beberapa nyamuk yang suka menghisap darah manusia dan darah hewan *An Aconitus* dan *An subpictus* lebih senang darah ternak dari pada manusia. Hal tersebut dapat menjadi keuntungan bagi manusia karena tidak akan menggigitnya. Namun bila hewan ternak berkurang nyamuk yang semula menggigit hewan akan berpindah menjadi menggigit manusia sehingga nyamuk *zoofilik* menjadi *antrofilik*. Keadaan ini perlu diwaspadai karena ada pula nyamuk yang senang menggigit darah manusia daripada darah hewan. Hal ini akan menyebabkan peluang untuk terjadinya penularan parasit malaria antara manusia akan lebih besar. *An sundaicus* lebih senang menghisap darah manusia daripada darah ternak dan aktif sepanjang malam.⁽³⁰⁾

8. Pengukuran Kepadatan Vektor Malaria

Beberapa ukuran untuk mengetahui kepadatan vektor malaria (nyamuk *Anopheles*) dalam survei yaitu ⁽³⁾ :

- a. Man Biting Rate (MBR): Kepadatan nyamuk yang menggigit di dalam dan di luar rumah

$$\text{MBR} = \frac{\text{-----}}{\text{-----}}$$

- b. Man Hour Density (MHD) Kepadatan nyamuk yang hinggap per orang permalam

$$\text{MHD} = \frac{\text{-----}}{\text{-----}}$$

- c. Kepadatan Nyamuk Hinggap per Rumah (KR)

$$\text{KR} = \frac{\text{-----}}{\text{-----}}$$

- d. Sporozit rate (SR)

$$\text{SR} = \frac{\text{-----}}{\text{-----}}$$

- e. Parity Rate (PR)

$$\text{PR} = \frac{\text{-----}}{\text{-----}}$$

9. MBR (*Man Biting Rate*)

Definisi dari WHO tahun 1963 yaitu “*Man*” artinya menggigit dan “*Rate*” yaitu rata-rata. Bisa di simpulkan jumlah gigitan nyamuk yang diterima oleh umpan dalam satuan waktu. Tingkat menggigit manusia didefinisikan sebagai indeks dari kejadian yang sebenarnya dari kontak manusia dan nyamuk.

Kepadatan populasi nyamuk *Anopheles* dihitung berdasarkan angka : MBR (*Man Biting Rate*) yaitu rata-rata nyamuk *Anopheles* tertangkap dengan umpan orang per malam. Kepadatan nyamuk yang menggigit di luar atau di dalam rumah (*Man Biting Rate* (MBR) *outdoor / indoor*) dengan rumus berikut :

$$\text{MBR} = \frac{\text{Jumlah Nyamuk tertangkap}}{\text{Jumlah Umpan} \times \text{Waktu}}$$

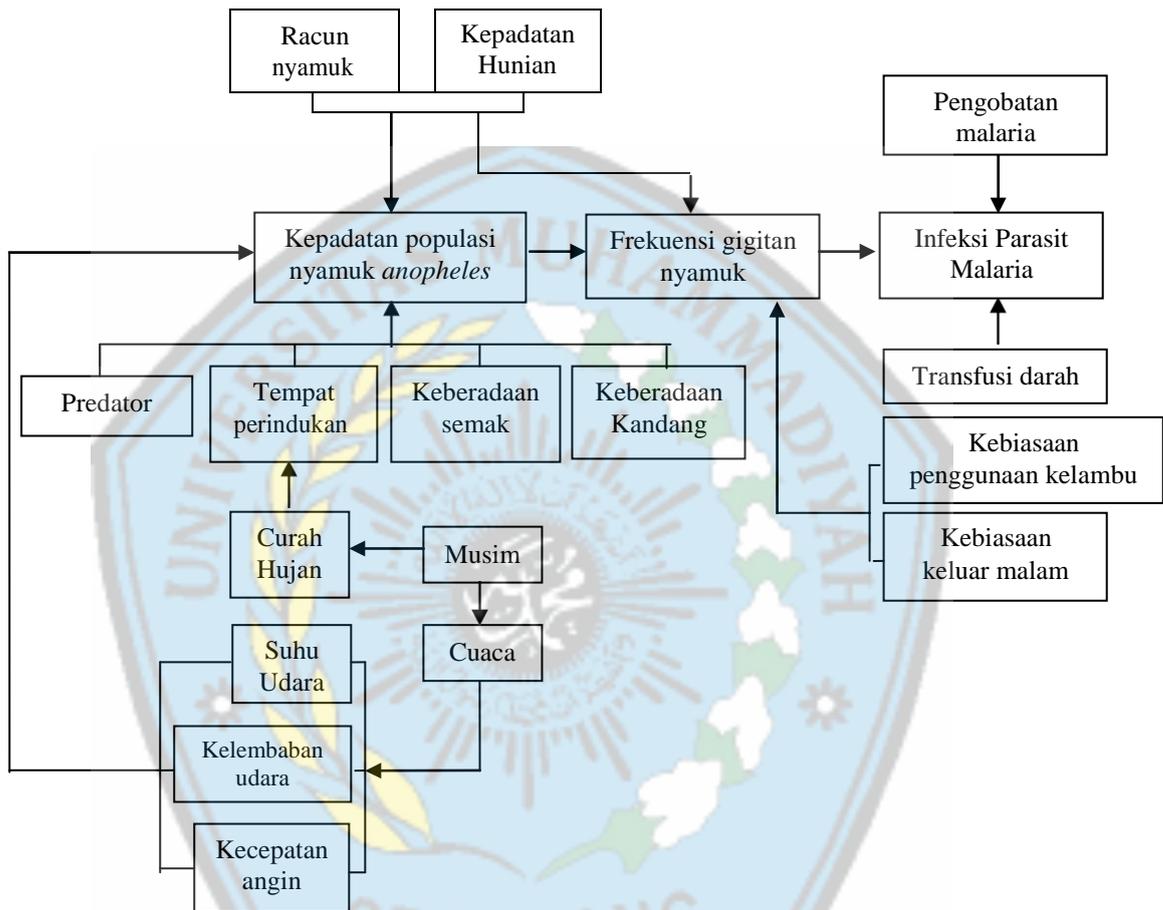
Kepadatan nyamuk akan mempengaruhi angka kejadian infeksi malaria. Beberapa penelitian yang menghitung MBR ada perbedaan jumlah kepadatan di luar dan di dalam rumah. Kepadatan rata-rata (MBR) Umpan Orang Dalam (UOD) : 0,28 per orang per jam dan Umpan Orang Luar (UOL): 0,64 per orang per jam. Sedangkan *An.vagus* ditemukan dengan kepadatan umpan orang paling rendah, MBR : 0,01 per orang per jam.⁽⁵⁶⁾

Penelitian lain yang dilakukan di Purworejo selama 15 bulan pengamatan di dapatkan hasil penelitian ditemukan ada 6 jenis *Anopheles sp* yang tertangkap Nyamuk *An. maculatus* tidak memilih menghisap darah manusia ataupun hewan, tetapi lebih banyak dijumpai di perkebunan dan di semak-semak pada penangkapan dengan metode umpan orang sehingga dikatakan bahwa *An. maculatus* bersifat *indiscriminate bitters*, juga *An. maculatus* lebih memilih untuk menghisap darah di luar rumah sehingga risiko penularan tidak hanya terjadi di daerah perumahan, tetapi juga bisa terjadi di perkebunan atau di semak-semak.⁽⁵⁷⁾

C. Kerangka Teoritis dan Konseptual

1. Kerangka Teori

Berdasarkan tinjauan pustaka yang telah dipaparkan, kerangka teori penelitian ini sebagai berikut :



Gambar 2.7 Kerangka Teori (3, 27,29, 32, 34, 43, 44, 47,48, 49, 51)

Keberadaan penderita malaria dalam hal ini manusia yang sudah terinfeksi malaria yang ditularkan oleh nyamuk *Anopheles* betina⁽³⁾ melalui proses alamiah ataupun non alamiah misalnya melalui transfusi darah ataupun infeksi transplasenta pada bayi.⁽¹⁶⁾ Hal ini akan mempengaruhi terjadinya infeksi malaria. Begitu pula dengan pengobatan malaria di daerah endemis malaria akan mempengaruhi kejadian infeksi malaria.⁽¹⁸⁾

Malaria merupakan salah satu penyakit ekologis yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan setempat.⁽³⁷⁾ Perubahan lingkungan akan berpengaruh

pada kepadatan nyamuk *anopheles* ⁽³⁸⁾. Faktor faktor yang mempengaruhi kepadatan berupa curah hujan kelembaban udara, suhu udara, kecepatan angin, keberadaan kebun, dan keberadaan kandang, adanya predator, tempat perindukan, keberadaan semak. ⁽³⁹⁾

Kepadatan nyamuk akan mempengaruhi frekuensi menghisap nyamuk yang menyerang pada manusia. Gigitan nyamuk di dalam rumah, di kandang, dan di kebun akan berpengaruh terhadap kejadian infeksi malaria. ^(26, 28, 30)

Faktor perilaku akan mempengaruhi serangan gigitan nyamuk terhadap manusia. Pemakaian kelambu, kebiasaan keluar malam, dan penggunaan racun nyamuk dapat mempengaruhi terhadap gigitan nyamuk di dalam rumah, di kandang, dan di kebun. ^(26, 28, 30, 19, 36)

Aktifitas masyarakat pada malam hari mengunci kandang dan mengecek keadaan ternak di luar rumah. Masyarakat mencari makanan ternak dan bekerja sebagai petani di kebun di Desa Jatirejo sangat berpengaruh terhadap gigitan nyamuk di dalam, di luar rumah, dan di kebun. Lingkungan yang dikelilingi pohon bambu yang menjadi tempat habitat *anopheles*.

2. Kerangka Konsep



Gambar 2.8 Kerangka Konsep

D. Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah :

1. Ada hubungan kepadatan nyamuk *anopheles sp* di dalam rumah dengan kejadian infeksi parasit malaria pada penghuni rumah di Desa Jatirejo Kecamatan Kaligesing, Purworejo.
2. Ada hubungan kepadatan nyamuk *anopheles sp* di luar dengan kejadian infeksi parasit malaria pada penghuni rumah di Desa Jatirejo, Kecamatan Kaligesing, Purworejo.
3. Ada hubungan kepadatan nyamuk *anopheles sp* di semak dengan kejadian infeksi parasit malaria pada penghuni rumah di Desa Jatirejo, Kecamatan Kaligesing, Purworejo.
4. Ada hubungan antara kepadatan hunian dengan kepadatan nyamuk di dalam rumah di Desa Jatirejo Kecamatan Kaligesing, Purworejo.
5. Ada hubungan antara keberadaan kandang ternak dengan kepadatan nyamuk di luar rumah di Desa Jatirejo, Kecamatan Kaligesing, Purworejo.
6. Ada hubungan antara jumlah ternak dengan kepadatan nyamuk *anopheles sp* di luar rumah di Desa Jatirejo, Kecamatan Kaligesing, Purworejo.
7. Ada hubungan antara kebiasaan keluar malam dengan kepadatan nyamuk *anopheles sp* di luar rumah di Desa Jatirejo, Kecamatan Kaligesing, Purworejo.