

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Malaria

Malaria adalah penyakit yang di sebabkan oleh *Plasmodium* yang menyerang eritrosit dan di tandai dengan di temukannya bentuk aseksual di dalam darah. Infeksi malaria memberikan gejala berupa demam, menggigil, anemia dan splenomegali. Dapat berlangsung akut ataupun kronik. Infeksi malaria dapat berlangsung tanpa komplikasi ataupun mengalami komplikasi sistemik yang di kenal sebagai malaria berat (Harijanto, 2006).

2.1.1 Etiologi

Penyebab infeksi malaria adalah *Plasmodium*, yang selain menginfeksi manusia juga menginfeksi binatang seperti golongan burung, reptil dan mamalia. Termasuk genus *Plasmodium* dari famili *Plasmodidae*. *Plasmodium* ini pada manusia menginfeksi eritrosit (sel darah merah) dan mengalami pembiakan aseksual di jaringan hati dan di eritrosit. Pembiasaan seksual terjadi di tubuh nyamuk yaitu *Anopheles* betina. Secara keseluruhan ada lebih dari 100 *Plasmodium* yang menginfeksi binatang (82 pada jenis burung dan reptil dan 22 pada binatang primata) (Harijanto, 2006).

2.1.2 Patogenenesis

Setelah melalui jaringan hati *P. falciparum* melepaskan 18-24 merozoit ke dalam sirkulasi. Merozoit yang di lepaskan akan masuk dalam sel RES di limpa dan mengalami fagositosis dan filtrasi. Merozoit yang lolos dari filtrasi dan fagositosis di limpa akan menginvasi eritrosit. Selanjutnya parasit berkembang biak secara aseksual dalam eritrosit. Bentuk aseksual parasit dalam eritrosit (Eritrosit parasit atau EP) inilah yang bertanggung jawab dalam patogenesis terjadinya malaria pada manusia. Patogenesis malaria yang banyak di teliti adalah patogenesis malaria yang di sebabkan *P. falciparum* (Harijanto 2006).

Patogenesis malaria *P. falciparum* di pengaruhi oleh faktor parasit dan faktor penjamu (*host*). Yang termasuk dalam faktor parasit adalah intensitas transmisi, densitas parasit, dan virulensi parasit. Sedangkan yang masuk dalam faktor penjamu adalah tingkat endemisitas daerah tempat tinggal, genetik, usia, status nutrisi dan imunologi. Parasit dalam eritrosit (EP) secara garis besar mengalami dua stadium, yaitu stadium cincin pada 24 jam pertama dan stadium matur pada jam kedua. Permukaan EP stadium cincin akan menampilkan antigen RESA (*Ring-erythrocyte surface antigen*) yang menghilang setelah parasit masuk stadium matur. Permukaan membran EP stadium matur akan mengalami penonjolan dan pembentukan knob dengan *Histidin Rich-protein-1* (HRP-1) sebagai komponen utamanya. Selanjutnya bila EP tersebut mengalami merogoni, akan di lepaskan toksin malaria berupa GPI yaitu glikosilfosfatidilinositol yang merangsang pelepasan TNF- α dan interleukin-1 (IL-1) dari makrofag (Harijanto, 2006).

1. Sitoadherensi

Sitoadherensi adalah perlekatan antara EP stadium matur pada permukaan endotel vaskuler. Perlekatan terjadi dengan cara molekul adhesif yang terletak di permukaan knob EP melekat dengan molekul-molekul adhesif yang terletak di permukaan endotel vaskular. Molekul adhesif di permukaan knob EP secara kolektif di sebut *P. falciparum erythrocyte membran protein-1* (PfEMP-1). Molekul adhesif di permukaan sel endotel vaskular adalah CD36, trombospondin, *intercellular- adhesion molecule-1* (ICAM-1), *vascular cell adhesion molecule-1* (VCAM), *endotel leucocyte adhesion molecule-1* (ELAM-1) dan *glycosaminoglycan chondroitin sulfat A*. PfEMP-1 merupakan protein-protein hasil ekspresi genetik oleh sekelompok gen yang berada di permukaan knob. Kelompok gen ini disebut gen VAR. Gen VAR mempunyai kapasitas variasi antigenik yang sangat besar (Harijanto, 2006).

2. Sekuestrasi

Sitoadheren menyebabkan EP matur tidak beredar kembali dalam sirkulasi. Parasit dalam eritrosit matur yang tinggal dalam jaringan mikrovaskular disebut EP matur yang mengalami sekuestrasi. Hanya *P. falciparum* yang mengalami sekuestrasi, karena pada *Plasmodium* lainnya seluruh siklus terjadi pada pembuluh darah perifer. Sekuestrasi terjadi pada organ-organ vital dan hampir semua jaringan di dalam tubuh. Sekuestrasi tertinggi terdapat di otak, di ikuti dengan hepar dan ginjal, paru jantung, usus dan kulit. Sekuestrasi ini di duga memegang peranan utama dalam patofisiologi malaria berat (Harijanto, 2006).

Rosetting ialah berkelompoknya EP matur yang di selubungi 10 atau lebih eritrosit yang non-parasit. *Plasmodium* yang dapat melakukan sitoadherensi juga yang dapat melakukan *Rosetting*. *Rosetting* menyebabkan obstruksi aliran darah lokal/ dalam jaringan sehingga mempermudah terjadinya sitoadheren (Harijanto, 2006).

3. Sitokin.

Sitokin terbentuk dari sel endotel, monosit dan makrofag setelah mendapat stimulasi dan malaria toksin (LPS, GPI). Sitokin ini antara lain TNF- α (*tumor necrosis factor-alpha*), *interleukin-1* (IL-1), *interleukin-6* (IL-6), *interleukin-3* (IL-3), *lymphotoxin* (LT), *interferon-gamma* (INF- γ). Dari beberapa penelitian di buktikan bahwa penderita malaria serebral yang meninggal atau dengan komplikasi berat seperti hipoglikemik mempunyai kadar TNF- α yang tinggi. Demikian juga malaria tanpa komplikasi kadar TNF- α , IL-1, IL-6 lebih rendah dari malaria serebral. Walaupun demikian hasil ini tidak konsisten karena juga di jumpai penderita malaria yang mati dengan TNF normal/ rendah atau pada malaria serebral yang hidup dengan sitokin yang tinggi. Oleh karenanya diduga adanya peran dari neurotransmitter yang lain sebagai *free-radical* dalam kaskade ini seperti *nitrite-oxide* sebagai faktor yang penting dalam patogenesis malaria berat (Harijanto, 2006).

4. Nitrit Oksida.

Akhir-akhir ini banyak di teliti peran mediator nitrit oksida (NO) baik dalam menumbuhkan malaria berat terutama malaria serebral, maupun sebaliknya NO justru memberikan efek protektif karena membatasi perkembangan parasit dan menurunkan ekspresi adhesi. Diduga produksi NO lokal di organ terutama otak yang berlebihan dapat mengganggu fungsi organ tersebut. Sebaliknya pendapat lain mengatakan kadar NO yang tepat, memberikan perlindungan terhadap malaria berat. Justru kadar NO yang rendah mungkin menimbulkan malaria berat, di tunjukkan dari rendahnya kadar nitrat dan nitrit total pada cairan serebrospinal. Anak-anak penderita malaria serebral dia Afrika, mempunyai kadar arginin pada pasien tersebut rendah. Masalah peran sitokin proinflamasi dan NO pada patogenesis malaria berat masih kontroversial, banyak hipotesis yang belum dapat di buktikan dengan jelas dan hasil berbagai penelitian yang sering saling bertentangan (Harijanto, 2006)

2.1.3 Gejala Klinis

Manifestasi malaria tergantung pada imunitas penderita, tingginya transmisi infeksi malaria. Berat/ringannya infeksi dipengaruhi oleh jenis *Plasmodium* (*P. falciparum* sering memberikan komplikasi), daerah asal infeksi (pola resistensi terhadap pengobatan), umur (usia lanjut dan bayi sering lebih berat), ada dugaan konstitusi genetik, keadaan kesehatan dan nutrisi, kemoprofilaksis dan pengobatan sebelumnya (Miller *et al*, 2002).

Gejala yang klasik yaitu terjadinya “*Trias Malaria*” secara berurutan periode dingin (15-60 menit): mulai menggigil, penderita sering menggunakan selimut dan pada saat menggigil sering seluruh badan bergetar dan gigi-gigi saling terantuk, diikuti dengan meningkatnya temperatur; diikuti dengan periode panas: penderita muka merah, nadi cepat, dan panas badan tetap tinggi beberapa jam, diikuti dengan keadaan berkeringat; kemudian periode berkeringat: penderita berkeringat banyak dan temperatur turun, dan penderita merasa sehat (Harijanto, 2006).

Dikenal empat jenis *Plasmodium* (P) yang sering menginfeksi manusia yaitu *P. falciparum*, *P. vivax*, *P. ovale* dan *P. malariae* (Harijanto, 2006).

Tabel 1. Manifestasi Klinik Infeksi *Plasmodium*

<i>Plasmodium</i>	Masa Inkubasi (hari)	Tipe Panas (jam)	Relaps	Recrudensi	Manifestasi klinik
<i>falciparum</i>	12 (9-14)	24, 36,48	--	+	Gejala gastrointestinal; hemolisis; anemia; ikterus; hemoglobinuria; syok; algid malaria; gejala serebral; edema paru; hipoglikemik; gangguan kehamilan; kelainan retina; kematian.
<i>vivax</i>	13 (12-17) → 12 bulan	48	++	--	Anemia kronik; splenomegali ruptur limpa.
<i>ovale</i>	17 (16-18)	48	++	--	Sama dengan <i>vivax</i> .
<i>malariae</i>	28 (18-40)	72	--	+	Rekrudensi sampai 50 tahun; splenomegali menetap; limpa jarang ruptur; sindrom nefrotik.

(disalin dari Cook)

2.1.4 Diagnosis

Diagnosis malaria sering memerlukan anamnesis yang tepat dari penderita tentang asal penderita apakah dari daerah endemik malaria, riwayat bepergian ke daerah malaria, riwayat pengobatan kuratif maupun preventif (Harijanto, 2006).

2.1.4.1 Pemeriksaan Tetes Darah Untuk Malaria

Pemeriksaan darah tepi untuk menemukan adanya parasit malaria sangat penting untuk menegakkan diagnosa. Pemeriksaan satu kali dengan hasil negatif tidak mengesampingkan diagnosa malaria. Pemeriksaan darah tepi tiga kali dan hasil negatif maka diagnosa malaria dapat di kesampingkan. Pemeriksaan pada saat penderita demam atau panas dapat meningkatkan ditemukannya parasit. Adapun pemeriksaan darah tepi dapat dilakukan melalui (Harijanto, 2006):

a. Tetesan Preparat Darah Tebal

Merupakan cara terbaik untuk menemukan parasit malaria karena tetesan darah cukup banyak dibandingkan preparat darah tipis. Pemeriksaan parasit selama 5 menit (diperkirakan 100 lapangan pandang dengan pembesaran kuat). Preparat dinyatakan negatif bila setelah diperiksa 200 lapang pandangan dengan pembesaran kuat 700-1000 kali tidak di temukan parasit. Hitung parasit dapat dilakukan pada tetes tebal dengan menghitung jumlah parasit per 200 leukosit. Bila leukosit per 10.000/ul maka hitung parasitnya ialah jumlah parasit di kaliakan 50 merupakan jumlah parasit per mikro-liter darah (Harijanto, 2006).

b. Tetesan Darah Tipis

Digunakan untuk identifikasi jenis *Plasmodium*, bila dengan preparat darah tebal sulit di tentukan. Kepadatan parasit dinyatakan sebagai hitung parasit (*parasite count*), dapat dilakukan berdasar jumlah eritrosit yang mengandung parasit per 1000 sel darah merah. Bila jumlah parasit > 100.000/ul darah menandakan infeksi yang berat. Pengecatan dilakukan dengan cat Giemsa, atau Leishman's, atau Field's dan juga Romanowsky. Pengecatan Giemsa yang umum di pakai pada beberapa laboratorium dan merupakan pengecatan yang mudah dengan hasil yang cukup baik (Harijanto, 2006).

c. Tes Antigen: P-F test

Yaitu mendeteksi antigen dari *P. falciparum* (*Histidine Rich Protein II*). Deteksi sangat cepat hanya 3-5 menit, tidak memerlukan latihan khusus, sensitivitasnya baik, tidak memerlukan alat khusus. Deteksi untuk antigen vivax sudah beredar di pasaran yaitu dengan metode ICT. Tes sejenis untuk mendeteksi *laktat dehidrogenase* dari *Plasmodium* (pLDH) dengan cara immunochromatographic telah di pasaran dengan nama tes OPTIMAL. Optimal dapat mendeteksi dari 0-200 parasit/ul darah dan dapat membedakan apakah infeksi *P. falciparum* atau *P. vivax*. Sensivitas sampai 95% dan hasil positif salah lebih rendah dari tes deteksi HRP-2. Tes ini di kenal sebagai tes cepat (*rapid test*) (Harijanto, 2006).

d. Tes Serologi

Tes ini berguna mendeteksi adan ya antibodi spesifik terhadap malaria atau pada kedaan parasit sangat minimal. Tes ini kurang bermanfaat sebagai alat diagnosis sebab antibodi baru terjadi setelah beberapa hari parasitemia. Manfaat tes serologi terutama untuk penelitian epidemiologi atau alat uji saring donor darah. Titer >1:200 dianggap sebagai infeksi baru dan tes >1:20 dinyatakan positif. Metode-metode tes serologi antara lain *indirect haemagglutination test*, *immunoprecipitation techniques*, *ELISA test*, *radio-immunoassay* (Harijanto, 2006).

e. Pemeriksaan PCR (*Polymerase Chain Reaction*)

Pemeriksaan ini dianggap sangat peka dengan teknologi amplifikasi DNA, waktu dipakai cukup cepat dan sensitivitas maupun spesifitasnya tinggi. Keunggulan tes ini walaupun jumlah parasit sangat sedikit dapat memberikan hasil positif. Tes ini baru di pakai sebagai sarana penelitian dan belum untuk pemeriksaan rutin (Harijanto, 2006).

2.1.5 Pengobatan

Penggolongan obat anti malaria dapat dibedakan menurut cara kerja obat pada siklus hidup plasmodium dan berdasarkan struktur kimia obat.

1. Penggolongan obat malaria berdasarkan cara kerja obat pada siklus hidup *Plasmodium* (Martindale, 2009):

a. Obat antimalaria Skizontosida darah yang menyerang Plasmodia yang hidup di darah. Anti malaria jenis ini untuk pencegahan dan mengakhiri serangan klinis.

Contoh: Klorokuin, Kuinin, Kuinidin, Meflokuin, Halofantrin, Sulfonamida, Tetrasiklin, Atovakuon dan Artemisinin serta turunannya.

b. Obat anti malaria Skizontosida jaringan yang membunuh Plasmodia pada fase eksoeritrositik di hati, mencegah invasi plasmodia dalam sel darah. Contoh: Primakuin, Proguanil, Pirimetamin.

c. Obat anti malaria Gametosida yang membunuh stadium gametosit di darah. Contoh: Primakuin.

d. Obat anti malaria Sporontosida. Obat ini tidak berpengaruh langsung pada gametosit dalam tubuh manusia tetapi mencegah sporogoni pada tubuh nyamuk.

Perbedaan mekanisme aksi obat anti-malaria ini sebagai dasar pengobatan malaria secara kombinasi. Pengobatan malaria secara kombinasi bertujuan untuk meningkatkan efikasi dan memperlambat perkembangan resistensi obat (Martindale, 2009).

2. Penggolongan obat anti malaria berdasarkan struktur kimia obat

Penggolongan obat anti malaria berdasarkan struktur kimia di sajikan pada Tabel 2.

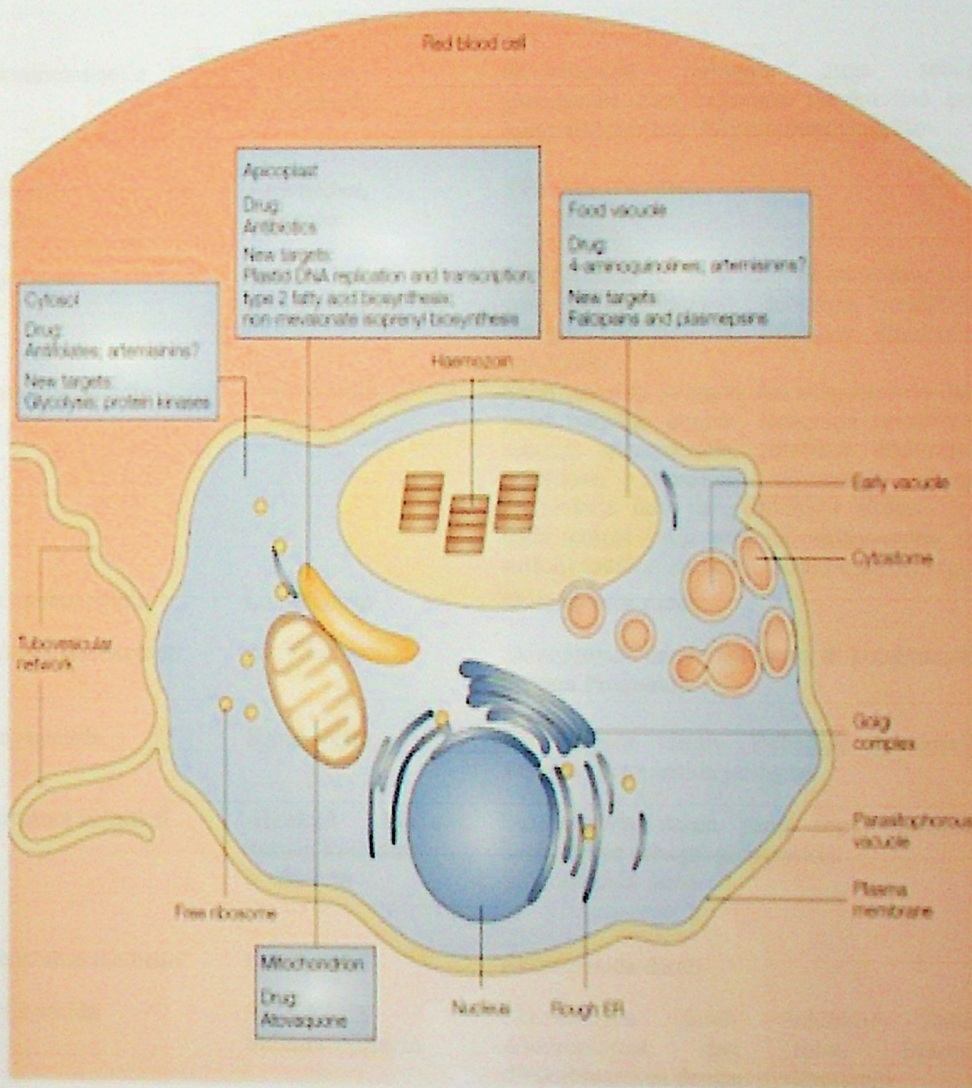
3. Penggolongan obat antimalaria berdasarkan tempat kerja obat anti malaria pada organel subseluler *Plasmodium* (Rossenthal, 2003).

Obat antimalaria memberikan pengaruh pada organel subseluler Plasmodium dengan mengganggu proses atau metabolisme pada organel subseluler

yang berbeda. Beberapa mekanisme kerja dan target dari obat anti-malaria adalah sebagai berikut ini (Rosenthal, 2003):

- a. Obat golongan 4-aminokuinolin (klorokuin, amodaikuin) dan kuinolin metanol (kuinin dan meflokuin) berkonsentrasi dalam vacuola makanan yang bersifat asam. Obat golongan ini sangat esensial dalam mengganggu proses pencernaan hemoglobin oleh parasit dengan jalan mengadakan interaksi dengan β -hematin atau menghambat pembentukan hemozin. Target baru obat golongan ini adalah menghambat enzim plasmepsin dan enzim falcipain yang berperan dalam pemecahan globin menjadi asam amino. Hemozin dan asam amino diperlukan untuk pertumbuhan parasit sehingga jika pembentukan di hambat maka parasit akan mati.
- b. Antibiotik seperti azitromisin, doksisisiklin, dan klindamisin bekerja di dalam organel plastid seperti kloroplas yang di sebut apikoplas. Obat ini menghambat translasi protein sehingga progeni parasit yang di beri obat mengalami kematian.
- c. Atovakuon dan senyawa lain tertentu menghambat transport elektron dalam mitokondria dan melalui penghambatan oksidoreduktase sitokrom C. Dalam mitokondria antifolat mengganggu biosintesis folat de novo dalam sitosol.
- d. Obat anti-malaria Sulfadoksosin Pyrimetamin (SP) dan kombinasi baru Klorproguanil-Dapson (lapdap) merupakan inhibitor kompetitif yang berperan dalam jalur folat.
- e. Generasi obat dari Artemisin menghasilkan radikal bebas yang berfungsi untuk mengalkilasi membran parasit.

Penggolongan obat anti-malaria berdasarkan tempat kerja obat anti-malaria pada organel subseluler *Plasmodium* di ilustrasikan pada gambar di bawah ini:



Gambar 1. Gambaran Mekanisme Aksi Senyawa Antimalaria pada *Intra Eritositic Plasmodium* (David et al, 2004).

Tabel 2. Obat Anti-malaria (Martindale, 2009)

Antimalaria	Nama obat	Aktivitas
4-Aminoquinolin	Klorokuin, Hidroksiklorokuin, Amodiaquin	Skizontodida darah yang cepat. Beberapa beraktivitas sebagai gametosida
8-Aminokuinolin	Primakuin, Tafenokuin	Skizontosida jaringan. Juga sebagai gametosida dan beberapa beraktivitas pada tahap siklus hidup <i>Plasmodium</i> yang lain.
Artemisin dan turunannya (seskueterpenlakton)	Artemether, Artesunat	Skizontosida darah
Biguanida	Proguanil, Kloroproguanil	Skizontosida jaringan dan skizontosida darah yang beraksi lambat. Beberapa beraktivitas sebagai sporontosida. Inhibitor dihidrofolat reduktase.
Diaminopirimidin	Pyrimetamin	Skizontosida jaringan dan skizontosida darah yang berjalan lambat. Beberapa beraktivitas sebagai sporontosida. Inhibitor dihidrofolat reduktase. Biasanya digunakan dengan antimalaria lain yang inhibitor sintesis folat pada tempat yang berbeda (sulfonamide atau sulfon) untuk membentuk kombinasi sinergis.
Diklorobenzilidin	Lumefantrin	Skizontosida darah
Hidroksinaftokuinon	Atovakuon	Skizontosida darah. Biasanya di kombinasikan dengan Proguanil
Linkosamida	Klindamisin	Skizontosida darah. Beberapa beraktivitas sebagai skizontosida jaringan.
4-metanol kuinolon	Alkaloid kinkona, kuinin, kuinidin Meflokuin	Skizontosida darah yang cepat. Beberapa beraktivitas sebagai gametosida. Skizontosida darah
9-fenantren methanol	Halofantrin	Skizontosida darah
Sulfonamida	Sulfadoksin Sulfametopirazin	Skizontosida darah. Inhibitor sintesis dihidropteroat dan folat. Biasanya dikombinasikan dengan pyrimetamin
Sulfon	Dapson	Skizontosida darah. Inhibitor sintesis folat. Biasanya di kombinasikan dengan pyrimetamine
Tetrasiklin	Doksisiklin, tetrasiklin	Skizontosida darah. Beberapa beraktivitas sebagai skizontosida jaringan

2.2 Nyamuk *Anopheles*

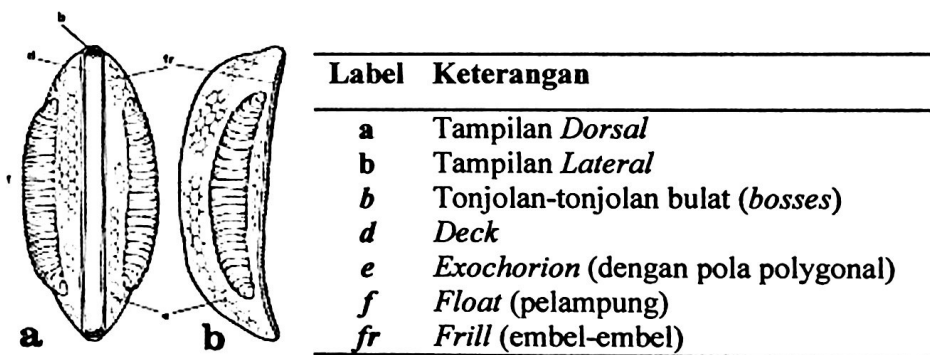
2.2.1 Taxonomi (Agoes, 2009)

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Hexapoda
Ordo	: Diptera
Famili	: Culicidae
Tribus	: Anophelini
Genus	: <i>Anopheles</i>

2.2.2 Morfologi

a. Telur

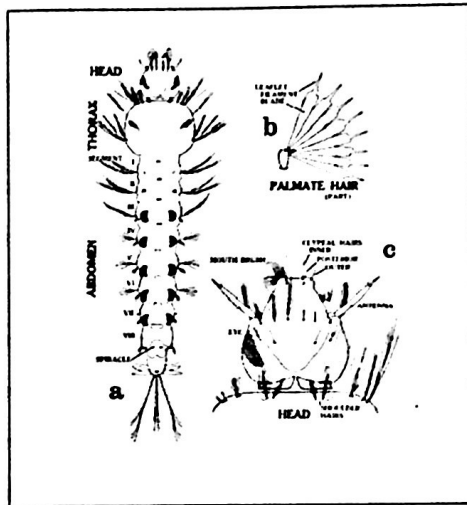
Telur *Anopheles* berbentuk oval panjang, tersusun tunggal, kedua ujungnya lancip dan mempunyai pelampung. Pelampung tersebut dapat menguncup jika tidak di air. Biasanya telur diletakkan satu persatu dan diletakkan di permukaan air (Syafrudin dkk, 2009).



Gambar 2. Telur *Anopheles* (Lee, 2008).

b. Larva

Larva nyamuk *Anopheles* tidak mempunyai corong udara, mempunyai bulu-bulu berbentuk kipas (Depkes, 2007).

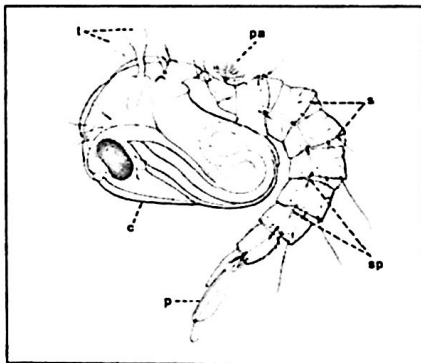


Label	Detail
a.	Larva
b.	Bagian dari abdomen
c.	Rambut palma (Palmate Hair) Kepala dan bagian depan Thorak

Gambar 3. Gambaran Umum Larva *Anopheles* (Lee, 2008).

c. Pupa

Pupa berbentuk oval seperti koma (Depkes, 2007). Ia mempunyai 10-segmen abdomen, namun hanya delapan segmen yang terlihat, dan setiap segmen memiliki rambut berukuran pendek yang banyak dengan segmen berakhir menjadi sepasang kayuh yang berbentuk oval dan rata (Service. 1986).



Label	Detail
c	Cephalothorax
p	Paddles
pa	Rambut palma (Palmate Hairs)
s	Setae
sp	Tulang belakang
t	Tabung udara (Breathing Trumpets)

Gambar 4. Pupa *Anopheles gambiae* group (Lee, 2008)

d. Nyamuk dewasa

Tubuh nyamuk *Anopheles* terbagi menjadi tiga bagian, yaitu kepala, dada, dan perut. Di bagian kepala terdapat sungut (antena). Antena pada nyamuk jantan

berambut banyak, sedangkan pada nyamuk betina berambut sedikit (Bruce, 1980). Di bagian kepala juga terdapat alat mulut dengan salah satu bagian mulutnya disebut sebagai proborsis. Di bagian dada terdapat satu pasang sayap. Sayap nyamuk *Anopheles* biasanya berbintik-bintik yang disebabkan oleh kelompok sisik-sisik yang warnanya berbeda (Borror *et al*, 1992). Bagian abdomen *Anopheles* terdiri dari delapan segmen. Segmen terakhir perut termodifikasi menjadi alat perkawinan. Saat istirahat (hingga) tubuh dan proboscis membentuk satu garis lurus dan satu sudut dengan permukaan tempat istirahat (Borror, *et al*, 1992).

2.2.3 Siklus Hidup

Siklus hidup *Anopheles* terdiri dari empat stadium, yaitu telur, larva, pupa dan nyamuk dewasa. Stadium telur, larva, dan kepompong berada di air, sedangkan stadium dewasa terbang bebas di udara. Telur di letakkan satu-persatu atau saling berlekatan pada ujungnya di permukaan air dan berpelampung. Larva berenang bebas di air, tanpa corong udara, mempunyai rambut-rambut berbentuk kipas. Posisi jentik saat istirahat sejajar dengan permukaan air. Larva banyak di jumpai pada genangan air yang terlalu kotor, seperti rawa, sawah, ladang, lagun, dan sebagainya. Larva akan tumbuh menjadi pupa yang tidak makan. Siklus hidup dari telur sampai menjadi dewasa berlangsung antara 3-4 minggu (Pangastowo, 1999).

Pemilihan letak perletakkan telur di lakukan oleh nyamuk betina. Pemilihan tempat yang di senangi sebagai tempat perkembangbiakan dilakukan secara turun-temurun oleh seleksi alam. Beberapa jenis larva *Anopheles* ada yang menyukai genangan-genangan air yang baru. Pada genangan air tersebut akan di jumpai larva dengan kepadatan yang lebih tinggi di bandingkan dengan yang ditemukan pada genangan air yang sudah lama. Hal ini di duga karena pada genangan air yang baru belum banyak di temukan musuh-musuh alami jentik/larva tersebut. Jentik *Anopheles* juga menyenagi habitat yang di tumbuh lumut sutera (*Enteromorpha* sp) (Depkes, 2001).

2.2.4 Bionomik Nyamuk *Anopheles*

2.2.4.1 Pengaruh Tempat

Tempat atau lokasi terjadinya penularan suatu penyakit yang ditularkan oleh vektor di tentukan oleh topografi tempat, adanya vektor dengan lingkungan yang cocok, dan perilaku masyarakat. Berdasarkan tempat atau lokasi terjadinya penyakit yang di tularkan vektor, maka perlu di perhatikan:

a. Pembagian Zoogeografi

Penyebaran binatang tidak sama di seluruh Indonesia, demikian pula nyamuk. Untuk Indonesia, di provinsi Irian Jaya banyak di temukan jenis-jenis nyamuk wilayah Australia dan sedikit jenis-jenis nyamuk dari wilayah oriental. Di provinsi Maluku di temukan jenis-jenis nyamuk wilayah Australia dan oriental. Di provinsi lainya hanya di temukan nyamuk wilayah oriental. Jenis-jenis nyamuk yang di temukan di setiap lokasi di tentukan oleh faktor lingkungan misalnya di desa-desa dekat persawahan daapt di temukan *An. aconitus* sedangkan di desa-desa tepi pantai yang berlagun ditemukan *An. sundaicus*. Dengan demikian vektor yang berperan pada tiap-tiap lokasi dengan lingkungan yang berbeda akan berbeda penyakit yang ditularkan dan akan berbeda pula cara pengendalian (Depkes, 2007).

b. Ketinggian Tempat

Seperti kita ketahui, setiap kenaikan 100 meter maka selisih suhu udara tempat semula adalah $0,5^{\circ}\text{C}$. Bila perbedaan tempat cukup tinggi, maka perbedaan suhu udara juga cukup banyak dan akan mempengaruhi faktor-faktor yang lain seperti penyebaran nyamuk, siklus pertumbuhan parasit di dalam tubuh nyamuk dan musim penularan (Depkes, 2007).

c. Letak Geografis Tempat

Letak geografis tempat mempengaruhi iklim yang akan mempengaruhi populasi nyamuk. Berdasarkan jarak dari khatulistiwa, untuk penyakit malaria di bagi menjadi empat daerah (Depkes, 2007):

1. Daerah katulistiwa (*Equatorial zone*), suhu udara sepanjang tahun 25°C atau lebih, dengan kelembapan nisbi udara 70 % atau lebih.

2. Daerah tropis (*Tropical zone*) suhu udara 25⁰C atau lebih selama bulan-bulan terpanas, kelembapan 50% atau kurang selama satu atau beberapa bulan.
3. Daerah subtropis (*Sub-Topical zone*), suhu udara 20⁰C-25⁰C selama bulan-bulan terpanas, kelembapan 50% atau lebih.
4. Daerah dingin (*Temperature zone*), suhu udara 16⁰C-20⁰C selama bulan-bulan terpanas dan kelembapan 70% atau lebih.

Di Indonesia termasuk dalam daerah khatulistiwa, sehingga kehidupan nyamuk dan parasit telah beradaptasi pada iklim dan lingkungan khatulistiwa tersebut (Depkes, 2007).

d. Susunan Geologi

Susunan geologi mempengaruhi kesuburan tanah dan penyerapan air oleh tanah. Kesuburan tanah akan mempengaruhi kehidupan nyamuk seperti tempat hinggap istirahat, sumber makanan serta musuh alami nyamuk. Penyerapan air oleh tanah akan mempengaruhi lama genangan air di tanah, yang berarti dapat tersedianya perindukan bagi nyamuk (Depkes, 2007).

e. Besar atau Luas Tempat

Indonesia adalah suatu negara kepulauan dengan besar pulau-pulaunya yang berbeda. Misal: pada pulau dengan luas 1 km² kita tebangi 10 pohon yang besar-besar, kemungkinan di pulau itu akan terjadi kekeringan (tidak ada lagi tempat hinggap istirahat nyamuk yang optimum, permukaan air tanah turun, curah hujan berkurang), tetapi bila kita menebang 10 pohon di suatu pulau seluas 100 km² akibatnya akan berbeda dengan di pulau yang seluas 1 km² tadi (Depkes, 2007).

2.2.4.2 Pengaruh Iklim

Iklim adalah salah satu komponen pokok lingkungan fisik, yang terdiri dari : suhu, kelembaban, curah hujan, cahaya dan angin. Istilah sehari-hari untuk iklim adalah cuaca, yang mempunyai pengaruh yang luas dalam biologi, distribusi dan kepadatan spesies nyamuk pada suatu waktu tertentu (Depkes, 2007).

Terdapat dua macam iklim (Depkes, 2007):

1. Iklim makro adalah keadaan cuaca rata-rata suatu daerah.
2. Iklim mikro merupakan modifikasi sampai suatu tingkatan tertentu dari keadaan-keadaan iklim makro. Perbedaan suhu dan kelembaban udara dalam beberapa derajat dapat terjadi di antara iklim makro dan iklim mikro.

a. Pengaruh Suhu Udara

Nyamuk termasuk binatang berdarah dingin dan karenanya proses-proses metabolisme dan siklus kehidupannya tergantung pada suhu lingkungannya. Nyamuk tidak dapat mengatur suhu tubuhnya. Suhu rata-rata optimum untuk perkembangan nyamuk adalah 25-27°C. Nyamuk dapat bertahan hidup dalam suhu rendah, tetapi proses metabolismenya menurun atau bahkan terhenti bila suhu turun sampai di bawah suhu kritis pada suhu yang sangat tinggi akan mengalami perubahan proses fisiologinya (Depkes, 2007).

Pertumbuhan nyamuk akan terhenti sama sekali bila suhu kurang dari 10°C atau lebih dari 40°C. Toleransinya terhadap suhu tergantung pada spesies nyamuknya, tetapi pada umumnya suatu spesies tidak akan tahan lama bila suhu lingkungan meninggi 5-6°C di atas, di mana spesies normal dapat beradaptasi (Depkes, 2007).

Suhu udara selain berpengaruh pada vektor, mempengaruhi juga pertumbuhan parasit di dalam tubuh vektor. Suhu kritis terendah rata-rata untuk siklus sporogenik di dalam tubuh nyamuk adalah 16°C untuk *P. vivax* dan *P. malariae* sedangkan *P. falciparum* adalah 19°C. Pada suhu lebih rendah dari 16°C bila ada sporozoit di dalam tubuh nyamuk akan mengalami degenarasi (Depkes, 2007).

Pembentukan gamet dan siklus sporogenik memerlukan suhu yang sesuai. Pada suhu harian rata-rata 27°C siklus sporogenik memerlukan waktu sembilan hari untuk *P. vivax* dan 12 hari untuk *P. falciparum*. Pada suhu lebih rendah dari 32°C ookysta di dalam tubuh nyamuk akan mati sehingga tidak terjadi pertumbuhan sporozoit dari rongga perut ke kelenjar ludah nyamuk (Depkes, 2007).

b. Pengaruh Kelembapan Nisbi Udara

Kelembapan nisbi udara adalah banyaknya kandungan uap air dalam udara yang biasanya di nyatakan dalam persen (%). Kalau udara ada kekurangan air yang besar, maka udara ini mempunyai daya penguapan yang besar (Depkes, 2007).

Sistem pernafasan pada nyamuk menggunakan pipa udara yang di sebut trachea dengan lubang-lubang pada dinding tubuh nyamuk yang di sebut spiracle. Adanya spiracle yang terbuka tanpa ada mekanisme pengaturnya, pada waktu kelembapan rendah akan menyebabkan penguapan air dari dalam tubuh nyamuk yang dapat mengakibatkan keringnya cairan pada tubuh nyamuk. Salah satu musuh nyamuk adalah penguapan (Depkes, 2007).

Indonesia adalah negara kepulauan yang di kelilingi oleh lautan (air), dengan ekosistem dan kelembapan yang tinggi. Ekosistem kepulauan menyebabkan nyamuk beradaptasi pada kelembaba yang tinggi dengan pengaruhnya pada populasi nyamuk sebagai berikut (Depkes, 2007):

- Adaptasi pada kelembabapan yang tinggi menyebabkan nyamuk kurang kuat dan pada waktu kering menyebabkan kematian yang banyak akibat kekeringan. Dengan demikian populasi nyamuk tertentu subur di mana iklim mikro dapat memberikan kelembababan yang di perlukan oleh nyamuk.
- Adanya spiracle yang terbuka lebar tanpa ada mekanisme pengaturnya membatasi penyebaran atau jarak terbang nyamuk. Oleh karena jarak terbangnya terbatas, pola penyebarannya akan berbentuk cluster (menggerombol tidak merata), tidak bisa memilih mangsa (*indiscriminate feeders*) dan menghisap darah sembarang hospes dengan dasar yang terdekat yang dihisap.
- Kebutuhan kelembaban yang tinggi juga mempengaruhi nyamuk dalam mencari tempat yang lembab basah di luar rumah sebagai tempat hinggap istirahat pada siang hari, oleh karena kelembaban yang tinggi tidak terdapat di dalam rumah kecuali di daerah-daerah tertentu.
- Pada kelembaban kurang dari 60% umur nyamuk akan menjadi pendek sehingga tidak cukup untuk siklus pertumbuhan parasit di dalam tubuh nyamuk.

c. Pengaruh Hujan

Hujan akan mempengaruhi naiknya kelembaban nisbi udara dan menambah jumlah tempat perkembanganbiakan (*breeding place*). Curah hujan yang lebat menyebabkan bersihnya tempat perkembanganbiakan vektor oleh karena jentiknya hanyut dan mati. Kejadian penyakit yang ditularkan nyamuk biasanya meninggi beberapa waktu sebelum musim hujan lebat atau setelah hujan lebat. Pengaruh hujan berbeda-beda menurut banyaknya hujan dan keadaan fisik daerah. Terlalu banyaknya hujan akan menyebabkan kekeringan, mengakibatkan berpindahnya tempat perkembangbiakan vektor akan berkurang, tetapi keadaan ini akan segera pulih cukup bila keadaan kembali normal. Curah hujan yang cukup dengan jangka waktu lama akan memperbesar kesempatan nyamuk untuk berkembang biak secara optimal (Depkes, 2007).

d. Pengaruh Angin

Angin sangat mempengaruhi terbang nyamuk. Bila kecepatan angin 11-14 meter perdetik atau 25-31 mil per jam akan menghambat penerbangan nyamuk. Secara langsung angin akan mempengaruhi penguapan (evaporasi) air dan suhu udara (konveksi) (Depkes, 2007).

Dalam keadaan udara tenang mungkin suhu nyamuk ada beberapa fraksi atau derajat lebih tinggi dari suhu lingkungan, bila ada angin evaporasi baik dan konveksi baik maka suhu nyamuk akan turun beberapa fraksi atau derajat lebih rendah dari suhu lingkungan (Depkes, 2007).

Pengaruh kecepatan angin terhadap aktivitas terbang nyamuk di pelajari oleh miura (1970). Sebuah perangkap nyamuk yang biasanya dapat mengumpulkan 2.436 sampai 6.832 nyamuk pada malam yang tenang (tidak ada angin), hanya dapat menangkap 832 sampai 956 nyamuk selama malam yang berangin. Hampir seluruh nyamuk yang masuk perangkap adalah pada kecepatan angin kurang dari 5,4 meter per detik atau 12 mil per jam (Depkes, 2007).

2.2.5 Nyamuk Sebagai Vektor

Nyamuk bisa menjadi vektor bila memenuhi beberapa syarat tertentu antara lain: umur nyamuk, kepadatan, ada kontak dengan manusia, rentan (tahan) parasit dan ada sumber penularan (Depkes, 2007).

1. Umur Nyamuk

Panjang umur nyamuk adalah suatu faktor yang penting untuk memperkirakan penularan. Waktu penularan penyakit malaria sangat penting di ketahui untuk menentukan endemisitas malaria di suatu daerah. Berbagai cara telah dikembangkan untuk memperkirakan umur nyamuk dan salah satu cara adalah dengan melihat bentuk ujung-ujung Tracheolus pada kandung telur (ovarium) nyamuk. Bila belum pernah bertelur, maka kandung telur belum membesar dan Tracheolusnya masih baik dengan ujung-ujungnya masih agak melingkar. Nyamuk yang belum pernah bertelur di sebut nulliparous. Bila nyamuk sudah bertelur, maka kandung telur pernah membesar dan ujung tracheolusnya tidak melingkar lagi melainkan sudah terurai (lurus) dan nyamuk yang sudah bertelur di sebut parous (Depkes, 2007).

2. Kontak Antara Manusia dengan Nyamuk

Kontak antara manusia dengan nyamuk yang hanya terjadi pada waktu singkat ini di dimanfaatkan oleh beberapa parasit patogen demi kelangsungan hidupnya. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam hal ini adalah (Depkes, 2007):

a. Hospes

Bila tidak ada ternak atau hewan lain yang disenangi, maka meskipun nyamuk itu zoofilik terpaksa menggigit manusia. Jadi jumlah perbandingan manusia dengan ternak dan hewan lain serta kebiasaan manusia dan cara menempatkan ternak mempengaruhi pula terjadinya vektor, misal; bila tidak ada hewan tersedia. Apabila jumlah nyamuk banyak tetapi binatang yang tersedia hanya sedikit; apabila binatang cukup banyak tetapi nyamuk tidak bisa menggigit karena dicegah oleh asap (Depkes, 2007).

b. Frekuensi Menggigit

Frekuensi menggigit ini dipengaruhi oleh siklus gonotropik dan waktu menggigit. Nyamuk dengan siklus gonotropik dua hari akan lebih efisien untuk menjadi vektor dibandingkan dengan nyamuk yang mempunyai siklus gonotropik tiga hari. Nyamuk yang menggigit beberapa kali untuk satu siklus gonotropik

akan menjadi vektor yang lebih efisien daripada nyamuk yang hanya menggigit satu kali untuk satu siklus gonotropiknya (Depkes, 2007).

c. Hubungan Frekuensi Menggigit dengan Perkembangan Parasit di dalam Tubuh Nyamuk

Jika nyamuk *anopheles*, dengan siklus gonotropik dua hari, pada saat pertama kali menggigit telah terinfeksi oleh parasit malaria dengan jumlah yang cukup, maka waktu perkembangan parasit di dalam tubuh nyamuk adalah selama delapan hari dan selama itu suhu udara stabil 30°C (Depkes, 2007).

d. Kerentanan Nyamuk Terhadap Nyamuk

Kerentanan nyamuk terhadap parasit juga menentukan apakah suatu nyamuk bisa menjadi vektor atau tidak. Ada dua hal yang perlu di perhatikan pada kerentanan nyamuk untuk menjadi vektor suatu penyakit (Depkes, 2007):

1. Bila jumlah parasit yang di hisap oleh nyamuk, terlalu sedikit, maka parasit itu tidak bisa berkembang di dalam tubuh nyamuk. Seperti pada makhluk hidup lain nyamuk juga mempunyai zat-zat pertahanan tubuh terhadap benda-benda yang masuk akan mati.
2. Kerentanan nyamuk terhadap parasit ada kekhususan tersendiri (*host specific*), misal: malaria pada ayam (*P. gallinaceum*) ditelurkan oleh nyamuk *Aedes* dan malaria pada manusia ditularkan oleh nyamuk *Anopheles*.

e. Kepadatan Nyamuk

Kepadatan nyamuk pada umumnya dipengaruhi oleh topografi daerah termasuk kaesuburan daerah, ada orang dan ternak sebagai sumber makanan nyamuk, rumah dengan halaman dan kebun-kebunnya untuk tempat hinggap istirahat nyamuk dan ada sumber air beserta genangan-genangan airnya sebagai tempat perkembangbiakan nyamuk. Selain itu dipengaruhi oleh kegiatan manusia yang secara tidak langsung menyebabkan terciptanya tempat-tempat perkembangbiakan nyamuk seperti: pembuatan saluran-saluran irigrasi, pembuatan tambak, pembukaan hutan dan lain-lain pembangunan. Hal-hal seperti ini berbeda dengan variasi musiman yang disebabkan oleh faktor iklim (Depkes, 2007).

f. Sumber Penularan

Adanya orang sakit dengan pertumbuhan parasit dengan stadium tertentu dalam darahnya sebagai sumber penularan ikut pula menentukan terjadinya vektor. Nyamuk pada umumnya ketika baru menetas tidak mengandung parasit yang menyebabkan penyakit menular pada manusia, kecuali penyakit-penyakit virus, karena virus dapat menular melalui telur di dalam tubuh nyamuk (*Transovarium*), sehingga larva nyamuk yang berasal dari nyamuk yang mengandung virus dapat pula menjadi nyamuk yang mengandung virus (Depkes, 2007).

2.2.5.1 Penyebaran Fauna di Indonesia



Gambar 5. Penyebaran Fauna di Indonesia (Elyazar dkk, 2011).

Penyebaran nyamuk *Anopheles spp.* Di Indonesia mengikuti pola penyebaran fauna yang secara geografi terbagi dalam dua kelompok besar, yaitu fauna bagian barat Indonesia (Sumatera, Jawa, Bali, Madura, Kalimantan) dan fauna bagian timur yaitu Sulawesi dan pulau di sebelah timurnya. Dua kelompok fauna ini mempunyai ciri yang berbeda dan dipisahkan oleh garis *Wallace* (garis antara Kalimantan dan Sulawesi yang berlanjut di antara Bali dan Lombok). Hamparan kepulauan di sebelah timur garis *Wallace* dari semula memang tidak termasuk kawasan Australia, karena garis batas barat kawasan Australia adalah Garis *Leydekker* yang mengikuti batas paparan sahur. Dengan demikian ada daerah transisi yang di batasi Garis *Wallace* di sebelah barat dan garis *Leydekker* di

sebelah timur. Di antara kedua garis ini terdapat garis keseimbangan fauna yang dinamakan garis *Weber* (Elyazar *et al*, 2011).

Spesies *Anopheles* di bagian barat garis Wallace adalah spesies oriental diantaranya *An. aconitus*, *An. sundaicus*, *An. subpictus*, *An. balabacensis*, *An. leucosphyrus*, *An. minimus*, dan *An. barbirostris*. Spesies Australia diantaranya *An. farauti*, *An. punctulatus*, *An. koliensis*, *An. longirostris* dan *An. bancrofti*. Beberapa spesies dari kelompok oriental diantaranya ada yang bermigrasi ke timur, sehingga di wilayah Papua ditemukan spesies oriental, demikian pula halnya dengan kelompok Australiasia ada yang bermigrasi ke bagian barat garis *Lydekker* (Elyazar *et al*, 2011).

1. *An. letifer*

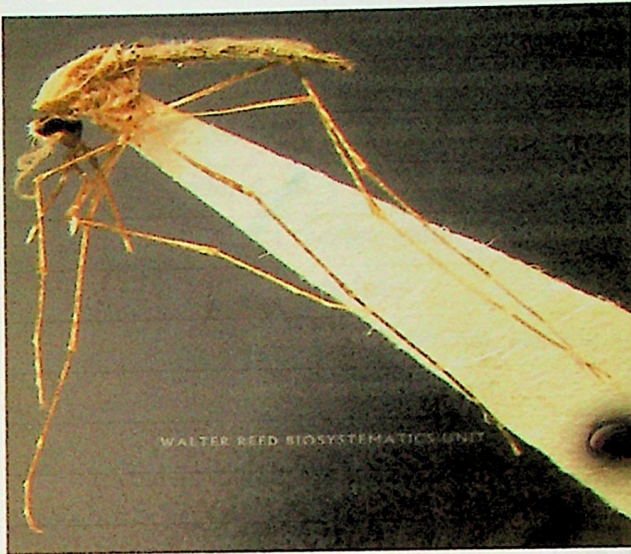
Marfologi nyamuk *Anopheles letifer* memiliki costa dan urat satu, ada tiga atau kurang noda-noda pucat, palpi tanpa gelang-gelang pucat, sternit abdomen segmen ke tujuh tanpa sikat yang terdiri dari sisik yang gelap dan tarsi kaki belakang dengan gelang pucat terutama pada pangkalnya.

Habitat nyamuk *Anopheles letifer* sering ditemukan di daerah dataran rendah, genangan air yang berwarna coklat tua dengan pH 5-8 dan di sekitar pemukiman penduduk (Depkes, 2007).

2. *An. vagus*

Nyamuk *An. vagus* memiliki urat sayap pucat yang berjumlah 4 atau lebih. Proboscisnya mempunyai bagian yang pucat pada ujungnya. Panjang proboscis kira-kira sama panjang dengan palpi. Gelang pucat pada bagian ujung palpi berukuran panjang sekurang-kurangnya 3 kali panjang bagian gelap palpi di bawahnya. Femur kaki belakang tanpa sikat dan tidak berbercak. Daerah persambungan tibia-tarsus kaki belakang tidak ada gelang pucat yang lebar. Tarsus ke-5 kaki belakang sebagian atau seluruhnya gelap dan terdapat gelang lebar pada tarsi kaki depan (O'Connor, 1980).

3. *Anopheles sundaicus*



Gambar 6. *Anopheles sundaicus* (Rodenwaldt, 1925)

Nyamuk *An. sundaicus* memiliki sayap yang terdiri atas 4 atau lebih bintik-bintik pucat. Panjang probocisnya kira-kira sama dengan palpi. Palpi ditandai dengan tiga gelang pucat. Femur kaki belakang tanpa sikat dan berbercak bintik-bintik pucat. Tibia berbercak bintik-bintik pucat. Persambungan tibia-tarsus kaki belakang tidak ada gelang dan tarsus ke-5 kaki belakang sebagian atau seluruhnya berwarna gelap (O'Connor, 1980).

Spesies ini terdapat di Sumatera, Kalimantan, Jawa, Sulawesi, dan Bali. Jentiknya ditemukan pada air payau yang biasanya terdapat tumbuhan entermopha, *chetomorpha* dengan kadar garam adalah 1,2-1,8%. Di Sumatera jentik ditemukan pada air tawar seperti di Mandailing dengan ketinggian 210 meter dari permukaan air laut dan Danau Toba pada ketinggian 1000 meter (O'Connor, 1980).

4. *Anopheles subpictus*

Nyamuk *An. subpictus* memiliki urat ayap pucat yang berjumlah 4 atau lebih. Probocisnya kira-kira sama panjang dengan palpi dan seluruh bagiannya berwarna gelap. Terdapat gelang pucat di ujung palpi yang panjangnya dua kali atau kurang dari panjang bagian gelap di bawahnya.

Femur kaki belakang tanpa sikat dan tidak berbercak. Daerah persambungan tibia-tarsus kaki belakang tidak ada gelang pucat yang lebar. Tarus ke-5 kaki belakang sebagian atau seluruhnya gelap dan terdapat gelang lebar pada tarsi kaki depan (O'Connor, 1980).

Spesies ini terdapat di seluruh wilayah Indonesia. Nyamuk ini dapat dibedakan menjadi dua spesies, yaitu:

1. *Anopheles subpictus subpictus*

Jentik ditemukan di dataran rendah, kadang-kadang ditemukan di dalam air payau dengan kadar garam tinggi.

2. *Anopheles subpictus malayensis*

Spesies ini ditemukan pada dataran rendah sampai dataran tinggi. Jentik ditemukan pada air tawar, pada kolam yang penuh dengan rumput pada selokan dan parit.



Gambar 7. *Anopheles subpictus* (Bignami and Bastianelli, 1899)

5. *An. balabacensis*

An. Balabacensis yang hidup di aliran air jernih di kaki gunung atau jurang dengan sedikit endapan lumpur dan dedaunan, terlindungi dari sinar matahari langsung, kobakan bekas telapak binatang, kobakan roda mobil dan kubangan.



Gambar 8. *An. balabacensis* (Dohrn, 1936)

6. *An. barbirostris*

Spesies ini terdapat di seluruh Indonesia, baik di dataran tinggi maupun dataran rendah. Jentik biasanya terdapat dalam air yang jernih, alirannya tidak begitu cepat, ada tumbuh-tumbuhan air dan pada tempat yang agak teduh seperti pada tempat yang agak teduh seperti pada sawah dan parit.

7. *An. maculatus*

An. maculatus memiliki tempat perindukan di genangan air jernih di daerah pegunungan berupa kolam kecil, mata air, sungai kecil yang mengalir perlahan, atau kobakan air yang terdapat di dasar sungai pada musim kemarau dan lebih suka bila terdapat tanaman air serta mendapat sinar matahari langsung.

8. *An. umbrosus*

An. umbrosus tidak memiliki pita pucat pada salah satu tarsi, berukuran sangat kecil. Larva hanya ditemukan di air payau, dan memiliki 7-10 cabang lebih rambut pada bagian lateral IV di bandingkan spesies lain yang biasanya mempunyai cabang 2-4.

9. *An. aconitus*

Di Indonesia nyamuk ini terdapat hampir di seluruh kepulauan, kecuali Maluku dan Irian. Biasanya terdapat dijumpai di dataran rendah tetapi lebih banyak di daerah kaki gunung pada ketinggian 400-1.000 meter dengan persawahan bertingkat.



Gambar 9. *Anopheles aconitus* (Doenitz, 1902)

10. *An. kochi*

Spesies ini terdapat di seluruh Indonesia, kecuali Iran. Jentik biasanya ditemukan pada tempat perindukan terbuka seperti genangan air, bekas telapak kaki kerbau, kubangan, dan sawah yang siap di tanami (Depkes, 2007).

11. *An. farauti*

An. farauti memiliki tempat perindukan di kebun kangkung, kolam, genangan air di dalam perahu, genangan air hujan, rawa dan saluran air. Perilaku nyamuk dewasa lebih bersifat antropofilik, waktu menggigit malam hari, eksofagik dan tempat istirahat di dalam dan di luar rumah.

12. *An. punctulatus*

An. punctulatus memiliki tempat perindukan di air di tempat terbuka, dan terkena sinar matahari, pantai (musim hujan), dan tepi sungai. Perilaku nyamuk dewasa lebih bersifat antropofilik, zoofilik menggigit malam hari dan tempat istirahat di luar rumah.

13. *An. koliensis*

An. koliensis memiliki tempat perindukan pada bekas jejak roda kendaraan, lubang di tanah yang berisi air, saluran, kolam, kebun kangkung

dan rawa. Perilaku nyamuk lebih bersifat antropofilik, zoofilik menggigit malam hari dan tempat istirahat di dalam rumah.

14. *An. ludlowi*

An. ludlowi memiliki tempat perindukan di sungai di daerah pegunungan. Perilaku nyamuk lebih bersifat antropofilik.

15. *An. nigerrimus*

An. nigerrimus memiliki tempat perindukan di daerah sawah, kolam dan rawa yang ada tanaman air. Perilaku nyamuk lebih bersifat zoofilik, antropofilik menggigit senja-malam dan tempat istirahat di luar rumah (kandang).

16. *An. sinensis*

An. sinensis memiliki tempat perindukan di daerah sawah, kolam dan rawa yang ada tanaman air. Perilaku nyamuk lebih bersifat zoofilik, antropofilik menggigit senja-malam dan tempat istirahat di luar rumah (kandang).

17. *An. flavirostris*

An. flavirostris memiliki tempat perindukan di sungai dan mata air terutama yang bagian tepinya berumput. Perilaku nyamuk zoofilik > antropofilik dan tempat istirahat belum ada laporan.



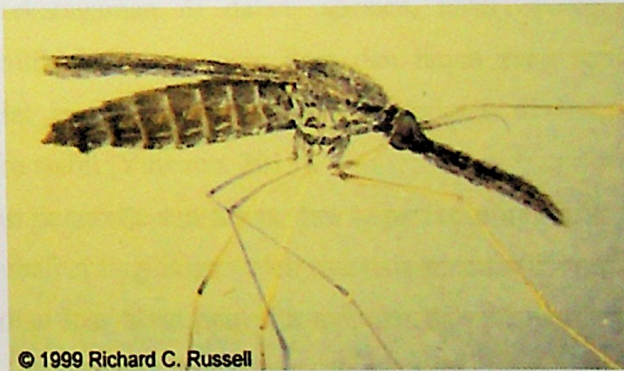
Gambar 10. *An. flavirostris* (Ludlow, 1914).

18. *An. karwari*Gambar 11. *An. karwari* (James, 1902).

An. karwari memiliki tempat perindukan di air tawar yang jernih dan terkena sinar matahari serta di daerah pegunungan. Perilaku nyamuk zoofilik > antropofilik dan tempat istirahat di luar rumah.

19. *An. bancrofti*

An. bancrofti memiliki tempat perindukan di danau dengan tumbuhan bakung, air tawar yang tergenang dan rawa dengan tumbuhan pakis. Perilaku nyamuk zoofilik > antropofilik, dan tempat istirahat belum jelas.

Gambar 12. *An. bancrofti* (Russel, 1999)

20. *An. barbumbrosus*

An. barbumbrosus memiliki tempat perindukan di pinggir sungai yang terlindung dengan air yang mengalir lambat dekat hutan di dataran tinggi. Perilaku nyamuk antropofilik dan bionomik belum banyak dipelajari.

21. *An. parangensis*

An. parangensis memiliki tempat perindukan di daerah pantai atau aliran sungai. Perilaku nyamuk lebih menyukai darah hewan dari pada darah manusia dan lebih suka menghisap darah orang di luar rumah dari pada di dalam rumah (endofagik) (Depkes, 2007).

22. *An. minimus*

An. minimus memiliki tempat perindukan di daerah pantai atau aliran sungai.

23. *An. annularis*

An. annularis memiliki tempat perindukan di daerah persawahan.

24. *An. umbrosus*

An. umbrosus memiliki tempat perindukan di perbukitan dan hutan.

2.2.6 Biodiversitas

Biodiversitas atau keanekaragaman hayati adalah keanekaragaman makhluk hidup dari semua sumber, termasuk diantaranya daratan, lautan, ekosistem serta kompleks-kompleks ekologi yang merupakan bagian dari keanekaragamannya; mencakup keanekaragaman di dalam spesies, antar spesies dan ekosistem. Indonesia memiliki kekayaan jenis flora dan fauna yang sangat tinggi (mega biodiversity). Hal ini dikarenakan Indonesia terletak di kawasan tropik yang mempunyai iklim stabil (Yuwono, 2013).

- Perubahan pemanfaatan lahan dan kepadatan nyamuk

Perubahan lingkungan oleh manusia memberikan dampak yang besar pada kejadian luar biasa penyakit menular dan penularan penyakit menular (Patz *et al*, 2000). Perubahan lingkungan yang dimaksud misalnya pemanfaatan lahan untuk perkebunan, pertambangan, perluasan lahan untuk tempat tinggal penduduk, pembuatan jalan, pembuatan bendungan sungai, aliran irigrasi dan aktivitas lainnya.

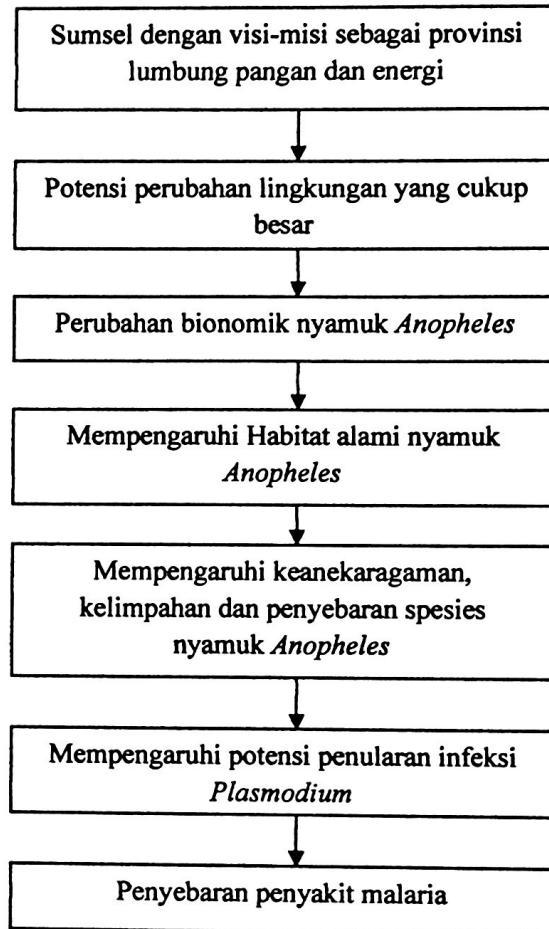
Perubahan lingkungan dapat mengganggu stabilitas ekologi karena dapat menyebabkan perubahan habitat nyamuk yang berpengaruh terhadap kelimpahan nyamuk, keanekaragamannya, dan perilaku menggigit manusia yang berakibat pada perubahan penyebaran vektor penyakit. Sumatera Selatan dengan visi misi sebagai provinsi lumbung pangan dan lumbung energi mempunyai potensi perubahan lingkungan yang besar dari pengembangan sektor perkebunan dan pertambangan (Brant, 2011).

2.3 Deskripsi wilayah Sumatera Selatan

Provinsi Sumatera Selatan merupakan bagian dari Pulau Sumatera yang mempunyai luas wilayah 91.806,36 Km², yang terletak pada 1⁰-4⁰ Lintang Selatan dan 102⁰-106⁰ Bujur Timur. Provinsi Sumatera Selatan secara administratif dibagi menjadi 11 kabupaten dan 4 kota, serta 217 kecamatan, 2.777 desa dan 373 kelurahan. Provinsi Sumatera Selatan sebelah utara berbatasan dengan Provinsi Jambi, sebelah selatan berbatasan dengan Provinsi Lampung, sebelah barat berbatasan dengan Provinsi Bengkulu, sedangkan sebelah timur berbatasan dengan Provinsi Kepulauan Bangka Belitung (BAPPEDA Sumsel, 2007).

Berdasarkan kondisi morfologi Sumatera Selatan, sebagian besar terletak di daerah dataran rendah, dan juga dialiri banyak sungai, 54 sungai induk, 287 anak sungai, 908 ranting sungai, dan 1723 sub-ranting sungai. Daerah pantai timur Sumatera Selatan tanahnya terdiri dari rawa-rawa dan payau yang dipengaruhi oleh pasang surut. Vegetasinya berupa tumbuhan palmase dan kayu rawa (bakau). Bagian barat merupakan dataran rendah yang luas. Lebih masuk ke dalam, wilayahnya makin bergunung-gunung. Bukit Barisan dengan ketinggian 900-1.200 m dari permukaan laut merupakan daerah pegunungan. Bukit Barisan terdiri atas puncak Gunung Seminung (1964 m), Gunung Dempo (3159), Gunung Patah (1107 m), dan Gunung Bengkuk (2125 m) (BAPPEDA Sumsel, 2007).

2.4 Kerangka Teori



2.5 Kerangka Konsep

