

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### A. Malaria

#### 1. Penyakit Malaria

Malaria adalah penyakit infeksi yang disebabkan oleh parasit *Plasmodium* yang hidup dan berkembang biak dalam sel darah merah manusia dan ditularkan melalui gigitan nyamuk *Anopheles* betina. Malaria disebabkan oleh protozoa dari genus *Plasmodium*. Parasit malaria merupakan suatu protozoa dalam darah yang termasuk kedalam Phylum *Apicomplexa*, Kelas *Protozoa*, Subkelas *Coccidiida*, Ordo *Eucudides*, Subordo *Haemsporidiidae*, Famili *Plasmodiidae*, Genus *Plasmodium* dengan spesies yang menginfeksi manusia adalah *Plasmodium Falcifarum*, *Plasmodium Vivax*, *Plasmodium Malariae*, *Plasmodium Ovale* dan *Plasmodium Knowlesi*.<sup>19,21,23</sup> *Plasmodium Falcifarum* merupakan penyebab infeksi paling berat dan mengakibatkan angka kematian tertinggi.<sup>19,21-23</sup>

Penularan malaria di Provinsi Nusa Tenggara Barat pada tahun 2012 – 2015 cenderung fluktuatif, tercatat API berturut-turut adalah 0,82; 0,57; 0,78; dan 0,42 per 1.000 penduduk.<sup>5</sup> Kabupaten Lombok Timur merupakan salah satu daerah yang endemis malaria di Nuasa Tenggara Barat. API di Kabupaten Lombok Timur pada tahun 2015 sebesar 0,06 per 1.000 penduduk, dengan jumlah kasus tertinggi di wilayah Puskesmas Belanting Kecamatan Sambalia (27 kasus) dan di wilayah Puskesmas Rensing Kecamatan Sakra Barat (10 kasus).<sup>6</sup>

#### 2. Siklus Hidup *Plasmodium*

*Plasmodium* akan mengalami dua siklus. Siklus aseksual (*skozogoni*) terjadi pada tubuh manusia, sedangkan siklus seksual (*sporogoni*) terjadi pada perut nyamuk. Siklus seksual dimulai dengan bersatunya gamet jantan dan betina untuk membentuk *ookinete* dalam perut nyamuk. *Ookinete* akan menembus dinding lambung untuk membentuk kista di selaput luar lambung nyamuk. Waktu yang diperlukan sampai pada proses

ini sekitar 8-35 hari, tergantung dari situasi lingkungan dan jenis parasitnya. Pada tempat inilah kista akan membentuk ribuan *sporozoit* yang terlepas dan tersebar keseluruh organ nyamuk termasuk kelenjar ludah nyamuk. Pada kelenjar inilah *sporozoit* menjadi matang dan siap ditularkan bila nyamuk menggigit manusia.<sup>22,24</sup>

Manusia yang tergigit nyamuk infeksi akan mengalami gejala sesuai dengan jumlah *sporozoit*, kualitas *Plasmodium*, dan daya tahan tubuhnya. *Sporozoit* akan memulai stadium *eksoeritroster* dengan masuk ke sel hati. *Sporozoit* akan menjadi *skozon* di dalam hati yang akan pecah dan melepaskan *merozoite* jaringan. *Merozoit* akan memasuki aliran darah dan menginfeksi *eritrosit* untuk memulai siklus *eritrositer*. *Merozoit* dalam *eritrosit* akan mengalami perubahan morfologi. Proses perubahan ini memerlukan waktu 2-3 hari. *Merozoit* akan menjadi *gametosit* untuk kembali memulai siklus menjadi *mikrogamet* dan *makrogamet*.<sup>22,24,25</sup>

### 3. Gejala Penyakit Malaria

Penyakit Malaria dapat menyerang siapa saja terutama penduduk yang tinggal di daerah endemis.<sup>20</sup> Penyakit Malaria ditandai dengan gejala utama berupa demam berkepanjangan. Gejala demam tergantung jenis Malaria, bergantung pada jenis parasit yang menyerang. Gejala demam diawali dengan menggigil, diikuti demam tinggi kemudian berkeringat banyak. Gejala lain yang dapat ditemukan seperti nyeri kepala, mual, muntah, diare, pegal-pegal, dan nyeri otot.<sup>21,22,24</sup>

## B. Nyamuk *Anopheles*

### 1. Morfologi dan Klasifikasi Nyamuk *Anopheles*

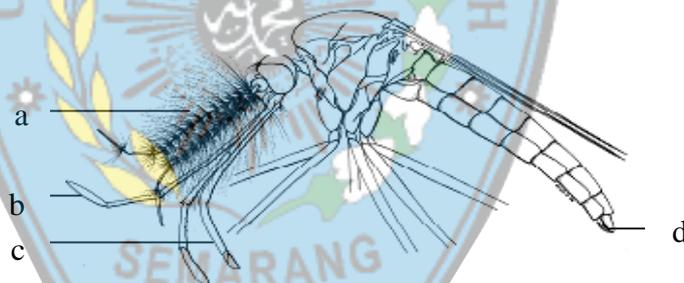
#### a. Morfologi Nyamuk

Nyamuk mempunyai ukuran badan 3,5 - 5 mm, badannya bersisik (*scales*), kepala mempunyai 2 *antenna*, 2 pasang sayap yang di bagian *thorax*, mempunyai kaki 3 pasang. Tipe alat mulut menusuk dan

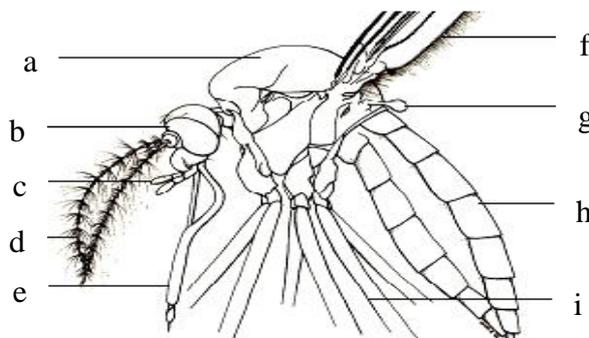
menghisap (*proboscis*) digunakan untuk menghisap darah manusia atau binatang.<sup>26</sup>

Nyamuk jantan secara morfologi lebih mudah dikenali dibandingkan dengan nyamuk betina.<sup>27</sup> Nyamuk jantan memiliki ciri khas yang tidak dimiliki oleh nyamuk betina yaitu, terdapat bulu halus yang lebat dikedua *Antenna*, ukuran panjang *Palpus* mengikuti panjang kedua *Proboscis*, ukuran *Abdomen* nyamuk jantan lebih kecil, dan ukuran tubuh nyamuk jantan lebih kecil dibanding dengan ukuran tubuh nyamuk betina.<sup>28</sup>

Nyamuk betina memiliki beberapa ciri khas yang dapat membedakannya dengan nyamuk jantan yaitu, ukuran tubuh nyamuk betina lebih besar dibanding nyamuk jantan, bulu pada kedua *Antenna* tidak lebat, ukuran *Palpus* lebih pendek dari kedua *Proboscis*, dan ukuran *Abdomen* nyamuk betina lebih besar dibanding nyamuk jantan.<sup>28</sup>



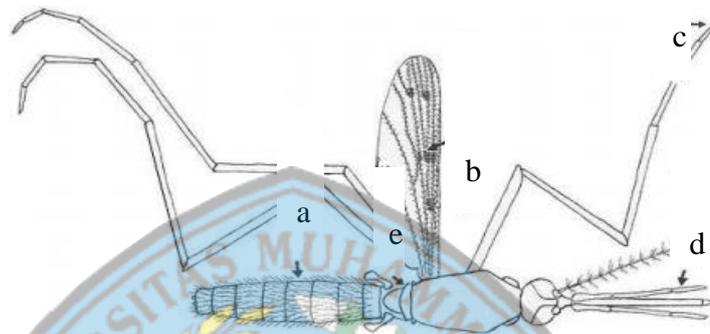
Gambar 2.1 Nyamuk Jantan<sup>28</sup>  
(a. *Antenna*; b. *Palpus*; c. *Proboscis*; d. *Gonocoxite*)



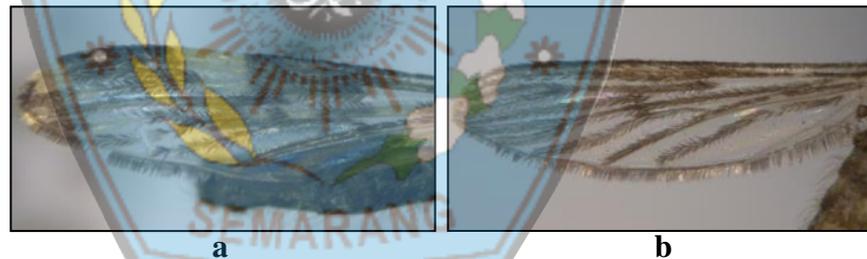
Gambar 2.2 Nyamuk Betina<sup>28</sup>  
(a. *Thorax*; b. *Head*; c. *Palpus*; d. *Antenna*; e. *Proboscis*; f. *Wing*; g. *Healtere*; h. *Abdomen*; i. *Leg*)

b. Morfologi Nyamuk *Anopheles*

Nyamuk *Anopheles* mempunyai ukuran tubuh yang kecil, tubuhnya terdiri dari bagian kepala, *Thorax* dan *Abdomen* yang ujungnya meruncing.<sup>29</sup> Nyamuk *Anopheles* jantan dan betina dapat dibedakan berdasarkan morfologi nyamuk jantan dan betina secara umum.



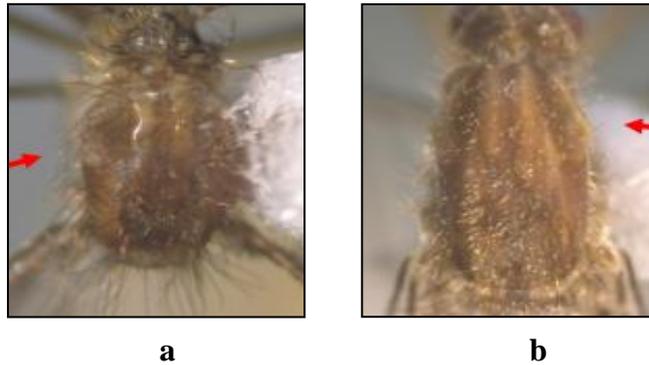
Gambar 2.3 Karakteristik Nyamuk *Anopheles* Betina<sup>30</sup>  
(a. Abdomen berbulu, tidak bersisik; b. Terdapat bintik hitam di sayap; c. Pulvili; d. *Palpus* sepanjang *proboscis*; e. *Scutellum* berbentuk bulat)



Gambar 2.4 Sayap Nyamuk *Anopheles*<sup>30</sup>  
(a. Sayap dengan tambahan sisik pucat; b. Sayap dengan sisik gelap)



Gambar 2.5 *Palpus* Nyamuk *Anopheles*<sup>30</sup>  
(a. *Palpus* dengan band putih kecil; b. *Palpus* tanpa band putih)



**a**

**b**

Gambar 2.6 *Thorax* Nyamuk *Anopheles*<sup>30</sup>  
 (a. *Thorax* dengan bulu lebat; b. *Thorax* dengan bulu tipis)



Gambar 2.7 Nyamuk *Anopheles Aconitus*<sup>26</sup>



Gambar 2.8 Nyamuk *Anopheles Balabacensis*<sup>26</sup>



Gambar 2.9 Nyamuk *Anopheles Bancroftii*<sup>26</sup>



Gambar 2.10 Nyamuk *Anopheles Barbirostris*<sup>26</sup>



Gambar 2.11 Nyamuk *Anopheles Farauti*<sup>26</sup>



Gambar 2.12 Nyamuk *Anopheles Flavirostris*<sup>26</sup>



Gambar 2.13 Nyamuk *Anopheles Koliensis*<sup>26</sup>



Gambar 2.14 Nyamuk *Anopheles Leucosphyrus*<sup>26</sup>



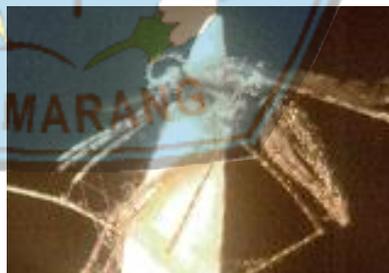
Gambar 2.15 Nyamuk *Anopheles Maculatus*<sup>26</sup>



Gambar 2.16 Nyamuk *Anopheles Minimus*<sup>26</sup>



Gambar 2.17 Nyamuk *Anopheles Nigerrimus*<sup>26</sup>



Gambar 2.18 Nyamuk *Anopheles Puctulatus*<sup>26</sup>



Gambar 2.19 Nyamuk *Anopheles Sinensis*<sup>26</sup>



Gambar 2.20 Nyamuk *Anopheles Subpictus*<sup>26</sup>



Gambar 2.21 Nyamuk *Anopheles Sundaicus*<sup>26</sup>

c. Klasifikasi Nyamuk *Anopheles*

Klasifikasi Nyamuk *Anopheles* sebagai berikut.<sup>31</sup>

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Subkelas	: Pterygota
Infrakelas	: Neoptera
Subperordo	: Endopterygota
Ordo	: Diptera
Subordo	: Nematocera
Infraordo	: Culicomorpha
Superfamili	: Culicidae
Famili	: Culicidae
Genus	: <i>Anopheles</i>
Spesies	: <i>Anopheles sp.</i>

2. Siklus Hidup Nyamuk *Anopheles*

Nyamuk *Anopheles* mengalami empat tahap perkembangan dalam siklus hidupnya yaitu; telur, larva, pupa, dan nyamuk dewasa. Tahap telur

sampai pupa hidup di perairan selama 5-14 hari, tergantung dari spesies dan suhu lingkungan. Nyamuk *Anopheles* betina dewasa mampu hidup 1-2 minggu.<sup>32</sup> Berikut dapat dijelaskan masing-masing siklus hidup nyamuk *Anopheles* :

a. Telur

Nyamuk *Anopheles* betina meletakkan telurnya sebanyak 50-200 butir setiap bertelur. Telur tersebut diletakkan di dalam air dan terpisah (tidak bergabung menjadi satu). Telur menetas menjadi larva dalam 2-3 hari, pada daerah yang beriklim dingin dapat menetas dalam 2-3 minggu.<sup>32</sup>



Gambar 2.22 Telur Nyamuk *Anopheles*<sup>32</sup>

b. Larva

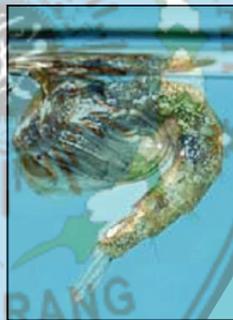
Larva terbagi dalam 4 instar, dan salah satu ciri khas yang membedakan dengan larva nyamuk yang lain adalah posisi larva saat istirahat sejajar dengan permukaan air.<sup>26</sup> Larva memiliki kepala dan mulut yang digunakan untuk mencari makan, sebuah *thorax* dan *abdomen*, namun belum memiliki kaki. Lama hidup lebih dari 7 hari, dan hidup dengan memakan alga, bakteri dan mikroorganisme lain yang terdapat di permukaan. Larva *Anopheles* banyak ditemukan di air bersih dan air payau yang memiliki kadar garam, rawa bakau, sawah, pinggir sungai. Habitat larva ditemukan di daerah yang luas tetapi kebanyakan spesies lebih suka di air bersih.<sup>33</sup>



Gambar 2.23 Larva Nyamuk *Anopheles*<sup>32</sup>

c. Pupa

Pupa terdapat dalam air dan tidak memerlukan makanan namun memerlukan udara. Pupa seringkali naik ke permukaan air untuk bernafas. Pupa bernafas menggunakan sepasang alat respirasi berbentuk terompet. Kondisi pupa belum dapat dibedakan antara jantan dan betina. Kepala dan *Thorax* menyatu menjadi *cephalothorax* dengan *abdomen* melengkung. Setelah beberapa hari, bagian dorsal dari *cephalothorax* akan sobek dan nyamuk dewasa akan muncul.<sup>22,33</sup>



Gambar 2.24 Pupa Nyamuk *Anopheles*<sup>32</sup>

d. Nyamuk Dewasa

Perkembangan nyamuk *Anopheles* dari telur sampai menjadi dewasa bervariasi tergantung suhu lingkungan, kelembaban dan makanan. Nyamuk dapat berkembang dari telur menjadi dewasa paling cepat 5 hari, tetapi pada umumnya membutuhkan waktu 10-14 hari pada iklim tropis. Nyamuk *Anopheles* dewasa mempunyai bentuk tubuh yang ramping terdiri dari tiga bagian tubuh; kepala, thorax dan abdomen.<sup>26,29</sup>



Gambar 2.25 Nyamuk *Anopheles* Dewasa<sup>32</sup>

### 3. Bionomik Nyamuk *Anopheles*

Nyamuk *Anopheles* yang ada di Indonesia berjumlah lebih dari 80 spesies, sampai saat ini di Indonesia telah ditemukan sejumlah 18 spesies ditetapkan sebagai vektor malaria, dan 4 spesies diduga berperan dalam penularan malaria.<sup>21</sup> Berikut adalah bionomik nyamuk *Anopheles* :

#### a. *Anopheles Sundaicus*

Nyamuk *Anopheles Sundaicus* mengisap darah manusia dan hewan ternak, tempat istirahat di kandang ternak atau di dalam rumah. Puncak aktivitas menghisap darah pada malam hari. Jarak terbang nyamuk *Anopheles Sundaicus* relative jauh yaitu lebih dari 4 km. Penyebaran nyamuk *Anopheles Sundaicus* tersebar di Pulau Sumatera, Kalimantan, Jawa bagian selatan, Madura, Bali, Nusa Tenggara, Sulawesi, dan Maluku. Habitat *Anopheles Sundaicus* di daerah langun dan pinggir pantai.<sup>26</sup>

#### b. *Anopheles Vagus*

Nyamuk *Anopheles Vagus* ditemukan dengan kepadatan tinggi di beberapa daerah endemik malaria. Habitat nyamuk *Anopheles Vagus* bervariasi, baik di dataran tinggi maupun rendah.<sup>34</sup> Nyamuk *Anopheles Vagus* ditemukan juga di daerah Kecamatan Sambalia Kabupaten Lombok Timus Provinsi Nusa Tenggara Barat. Habitat *Anopheles Vagus* di daerah langun, pinggir pantai dan air payau.<sup>35</sup>

c. *Anopheles Aconitus*

Nyamuk *Anopheles Aconitus* sering masuk ke dalam rumah pada malam hari, menyukai menghisap darah manusia, sapi dan kerbau. Nyamuk *Anopheles Aconitus* dapat dijumpai hingga ketinggian  $\pm$  850 meter di atas permukaan laut, tersebar di Pulau Sumatra, Jawa, Bali, Nusa Tenggara dan Sulawesi. Habitat nyamuk *Anopheles Aconitus* di daerah persawahan, parit, sungai, dan kolam.<sup>26</sup>

d. *Anopheles Subpictus*

Nyamuk *Anopheles Subpictus* betina menghisap darah manusia dan hewan ternak, lebih menyukai istirahat di dalam rumah dan di kandang ternak. Puncak aktivitas menggigit pada malam hari pukul 20.00-23.00. Nyamuk *Anopheles Subpictus* dapat ditemukan di sawah, parit, sumur, tepi danau yang berlumpur dan sungai. Penyebaran nyamuk *Anopheles Subpictus* tersebar di Pulau Sumatera, Kalimantan, Jawa, Madura, Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Sulawesi dan Maluku. Habitat *Anopheles Subpictus* di daerah langun dan tepi pantai.<sup>26,35</sup>

e. *Anopheles Barbirostris*

Nyamuk betina *Anopheles Barbirostris* menghisap darah manusia dan hewan ternak. Populasi *Anopheles Barbirostris* tertinggi pada akhir musim hujan, dan spesies ini banyak dijumpai di dataran rendah, rawa-rawa, parit, sawah, dan kubangan air hujan. Nyamuk *Anopheles Barbirostris* dapat terbang kurang dari 0,8 km. Nyamuk *Anopheles Barbirostris* tersebar di Pulau Sumatra, Kalimantan, Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Sulawesi dan Maluku. Habitat nyamuk *Anopheles Barbirostris* di daerah persawahan, parit, sungai, dan kolam.<sup>26</sup>

f. *Anopheles Maculatus*

Nyamuk *Anopheles Maculatus* pada umumnya berada di luar rumah dan kandang ternak. Aktivitas menghisap darah pada malam hari mencapai puncaknya pukul 22.00 – 23.00. mudah ditangkap dengan perangkap nyamuk (*light trap*), menyukai menghisap darah

manusia dan hewan ternak. Nyamuk *Anopheles Maculatus* dapat dijumpai di daerah pegunungan sampai ketinggian  $\pm$  850 meter di atas permukaan laut. Penyebaran nyamuk *Anopheles Maculatus* tersebar di Pulau Sumatra, Jawa, Bali, Nusa Tenggara, Kalimantan dan Sulawesi. Habitat *Anopheles Maculatus* di daerah rawa-rawa, genangan air dan hutan.<sup>26</sup>

g. *Anopheles Balabacensis*

Nyamuk betina *Anopheles Balabacensis* menghisap darah manusia dan ternak, aktivitas nyamuk betina menghisap darah sepanjang hari. Tempat beristirahat pada umumnya di luar, kandang ternak, dan nyamuk juga ditemukan di dalam hutan. Penyebaran nyamuk *Anopheles Balabacensis* terdapat di Pulau Sumatra, Jawa dan Kalimantan. Habitat nyamuk *Anopheles Balabacensis* di daerah kandang ternak dan pekarangan.<sup>26</sup>

h. *Anopheles Farauti*

Nyamuk *Anopheles Farauti* dewasa aktif mencari darah pada malam hari dan dapat ditemukan di dalam rumah. Tempat istirahat di luar rumah umumnya di tempat dingin, lembab dan ternaung dari cahaya matahari. Nyamuk *Anopheles Farauti* dapat ditemukan di daerah pantai sampai pada ketinggian 2.250 meter di atas permukaan laut. Penyebaran nyamuk *Anopheles Farauti* dapat ditemukan di Pulau Maluku dan Papua. Habitat *Anopheles Farauti* di daerah pinggir pantai dan lagun.<sup>26</sup>

i. *Anopheles Punctulatus*

Nyamuk *Anopheles Punctulatus* dewasa menyukai darah manusia, dan aktif menghisap darah pada malam hari. Habitat nyamuk *Anopheles Punctulatus* di sawah, kolam buatan, genangan air, selokan dan tepian sungai. Penyebaran nyamuk *Anopheles Punctulatus* tersebar di Pulau Maluku dan Papua. Habitat *Anopheles Punctulatus* di daerah persawahan, parit, sungai dan kolam.<sup>26</sup>

j. *Anopheles Koliensis*

Nyamuk *Anopheles Koliensis* dewasa menghisap darah manusia. Puncak aktivitas menghisap darah setelah tengah malam, dan beristirahat di dalam rumah pada siang hari. Nyamuk *Anopheles Koliensis* mampu hidup di lokasi dengan ketinggian 2.375 m di atas permukaan laut, dapat ditemukan di sawah, rawa, genangan air dan pinggiran hutan. Penyebaran nyamuk *Anopheles Koliensis* tersebar di Pulau Papua. Habitat *Anopheles Koliensis* di daerah persawahan, parit, sungai dan kolam.<sup>26</sup>

k. *Anopheles Nigerrimus*

Nyamuk *Anopheles Nigerrimus* menggigit manusia di luar rumah pada senja dan malam hari, jarang ditemukan di dalam rumah dan di kandang ternak. Habitat nyamuk *Anopheles Nigerrimus* dapat ditemukan di sawah, danau, kolam berumput dan tepi sungai. Penyebaran nyamuk *Anopheles Nigerrimus* tersebar di Pulau Sumatera, Kalimantan, Jawa dan Sulawesi. Habitat *Anopheles Nigerrimus* di daerah persawahan, parit, sungai dan kolam.<sup>26</sup>

l. *Anopheles Sinensis*

Nyamuk *Anopheles Sinensis* merupakan spesies zoofilik, jarang menggigit manusia di dalam rumah dan banyak ditemukan di kandang ternak. Penyebaran nyamuk *Anopheles Sinensis* tersebar di Pulau Sumatra. Habitat *Anopheles Sinensis* di daerah persawahan, sungai, parit dan kolam.<sup>26</sup>

m. *Anopheles Flavirostris*

Nyamuk *Anopheles Flavirostris* menyukai darah manusia dan hewan ternak. Tempat istirahat di luar rumah, dapat ditemukan di tepian sungai dan pinggir hutan. Penyebaran nyamuk *Anopheles Flavirostris* hanya di Pulau Sulawesi. Habitat *Anopheles Flavirostris* di daerah rawa-rawa, genangan air dan hutan.<sup>26</sup>

n. *Anopheles Minimus*

Nyamuk *Anopheles Minimus* ditemukan di hutan dan dataran tinggi. Aktivitas menghisap darah pada malam hari dan menyukai menghisap darah manusia dan hewan ternak. Penyebaran nyamuk *Anopheles Minimus* tersebar di Pulau Sumatera, Weh, Nias, Kalimantan, Jawa, Sulawesi dan Nusa Tenggara. Habitat *Anopheles Minimus* di daerah pinggiran pantai dan langun.<sup>26</sup>

o. *Anopheles Bancroftii*

Nyamuk *Anopheles Bancroftii* dewasa menggigit manusia baik di dalam maupun di luar rumah. Penyebaran nyamuk *Anopheles Bancroftii* ditemukan di Pulau Sulawesi, Maluku dan di Papua. Habitat nyamuk *Anopheles Bancroftii* di daerah perairan teduh seperti rawa, genangan air dan hutan.<sup>26</sup>

p. *Anopheles Leucosphyrus*

Nyamuk *Anopheles Leucosphyrus* dikenal sebagai nyamuk hutan dan tidak ditemukan beristirahat di dalam rumah pada siang hari. Aktivitas menghisap darah biasanya setelah pukul 22.00. Habitat nyamuk *Anopheles Leucosphyrus* di perairan tepi hutan, rawa-rawa, dan kubangan air. Penyebaran nyamuk *Anopheles Leucosphyrus* tersebar di Pulau Sumatera, Nias, Kalimantan, Jawa dan Sulawesi. Habitat *Anopheles Leucosphyrus* di daerah persawahan, parit, sungai dan kolam.<sup>26</sup>

4. Perilaku Menghisap Darah Nyamuk *Anopheles*

Pengendalian vektor merupakan unsur utama dalam keberhasilan program pengendalian penularan penyakit tular vektor di Indonesia. Salah satu aspek dalam kajian bionomik yang penting diperhatikan dalam pengendalian vektor malaria adalah perilaku menghisap darah nyamuk *Anopheles*.<sup>36</sup> Setiap spesies *Anopheles* memerlukan faktor-faktor yang spesifik untuk dapat menjadi vektor malaria, seperti kesukaan dan frekuensi menghisap darah. Nyamuk *Anopheles* tertentu lebih menyukai

darah binatang (*zoofilik*) atau manusia (*antropofilik*) atau keduanya (*zooantropofilik*).<sup>37,38</sup>

Perilaku menghisap darah menunjukkan pola yang sangat berbeda tergantung spesies dan tempatnya. Nyamuk *Anopheles* mempunyai aktivitas menghisap darah pada malam hari dan berfluktuasi pada jam-jam tertentu.<sup>9</sup> Berdasarkan waktu menghisap darah nyamuk *Anopheles* mempunyai dua puncak gigitan pada malam hari yang membedakan dengan spesies yang lain. Puncak gigitan pertama pada sebelum tengah malam dan puncak gigitan kedua pada menjelang pagi hari, hal ini dikarekan adanya pengaruh suhu dan kelembaban udara.<sup>10</sup>

Nyamuk *Anopheles* cenderung lebih menyukai darah sapi, sehingga persentase Malaria pada mereka yang memelihara sapi lebih kecil dibanding dengan mereka yang tidak memelihara.<sup>11</sup> Kepadatan nyamuk *Anopheles* di sekitar kandang sapi lebih tinggi dibanding dengan di dalam rumah tinggal.<sup>12</sup> Penempatan kandang ternak yang terpisah dari rumah dan berjarak lebih dari 10 meter dapat menurunkan kejadian Malaria. Penduduk yang memiliki kandang ternak di dalam rumah 58,2 % lebih besar terkena Malaria dibandingkan dengan penduduk yang memiliki kandang ternak di luar rumah.<sup>13</sup> Penempatan kandang ternak sapi di sekitar rumah dapat dimanfaatkan sebagai *cattle barrier* vektor Malaria.<sup>14,15</sup>

### C. Survei Nyamuk Dewasa

#### 1. Penangkapan Nyamuk dengan Umpan Orang di Sekitar Kandang Ternak

Penangkapan nyamuk dengan umpan orang di sekitar kandang ternak dilakukan oleh tiga orang penangkap atau lebih. Waktu penangkapan dimulai dari pukul 18.00 sampai dengan pukul 06.00 pada ke esokan harinya. Penangkap duduk di luar rumah, lokasi menyesuaikan dengan lokasi tempat aktivitas penduduk pada sore atau malam hari dengan menggulung celana panjang, dan setiap ada nyamuk yang hinggap menggigit langsung dihisap dengan aspirator. Penangkapan dilakukan selama 40 menit setiap jam.<sup>46,47</sup>

Nyamuk yang tertangkap selama 40 menit dimasukkan ke dalam gelas kertas, yang telah diberi label sesuai jam penangkapan saat itu. Nyamuk yang telah terkumpul setiap jam diserahkan kepada koordinator. Pada jam berikutnya dilakukan penangkapan kembali selama 40 menit pada tempat yang sama. Demikian seterusnya tiap jam hingga pukul 06.00 ke esokan harinya.<sup>46,47</sup>

## 2. Penangkapan Nyamuk dengan Umpan Orang di Dalam Rumah

Penangkapan nyamuk dengan umpan orang di dalam rumah dilakukan oleh 3 orang penangkap atau lebih. Waktu penangkapan di mulai pukul 18.00 sampai dengan pukul 06.00 pada ke esokan harinya. Penangkap duduk di dalam rumah, lokasi menyesuaikan dengan lokasi tempat aktivitas penduduk pada sore atau malam hari dengan menggulung celana panjang, dan setiap ada nyamuk yang hinggap menggigit langsung dihisap dengan aspirator. Penangkapan dilakukan selama 40 menit setiap jam.<sup>46,47</sup>

Nyamuk yang tertangkap selama 40 menit dimasukkan ke dalam gelas kertas, yang telah diberi label sesuai jam penangkapan saat itu. Nyamuk yang telah terkumpul setiap jam diserahkan kepada koordinator. Pada jam berikutnya dilakukan penangkapan kembali selama 40 menit pada tempat yang sama. Demikian seterusnya tiap jam hingga pukul 06.00 ke esokan harinya.<sup>46,47</sup>

## 3. Pengukuran Kepadatan Nyamuk Dewasa<sup>48</sup>

### a. *Man Hour Density*

*Man Hour Density* (MHD) adalah jumlah nyamuk hinggap yang tertangkap per orang per jam.

$$\text{MHD} = \frac{\text{Jumlah Nyamuk Hinggap yang Tertangkap}}{\text{Jumlah Penangkap} \times \text{Waktu Penangkapan (Jam)}}$$

### b. *Man Biting Rate*

*Man Biting Rate* (MBR) adalah rata-rata kejadian *Anopheles* menggigit per orang per jam.

$$\text{MBR} = \frac{\text{Jumlah Nyamuk yang Tertangkap Hinggap pada Umpan Orang}}{\text{Jumlah Penangkap} \times \text{Waktu Penangkapan (Hari)}}$$

#### D. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kepadatan Nyamuk *Anopheles*

##### 1. Letak kandang sapi

Kandang ternak terpisah dari tempat tinggal jarak minimal 10 meter, pembuatan kandang sapi atau kerbau dapat dilakukan berkelompok di tengah sawah atau ladang perkebunan yang jauh dari tempat tinggal atau pemukiman penduduk.<sup>39</sup> Kepadatan nyamuk *Anopheles* di sekitar kandang sapi lebih tinggi dibanding di dalam rumah tinggal. Penempatan kandang sapi di sekitar rumah dapat dimanfaatkan sebagai *cattel barrier* vektor malaria.<sup>12,14,15</sup>

Pengaruh adanya ternak dalam kejadian malaria berkaitan dengan adanya sifat nyamuk yang *zoofilik*. Namun hal ini dapat sebaliknya, bila tidak ada ternak maka kemungkinan besar nyamuk akan menggigit manusia. Adanya kandang ternak dekat dengan pemukiman penduduk dapat mengurangi jumlah gigitan nyamuk pada manusia.<sup>40-42</sup>

##### 2. Temperatur Udara

Kepadatan nyamuk *Anopheles* dipengaruhi oleh temperatur udara. Kepadatan akan meningkat saat suhu udara turun, dan penurunan kepadatan nyamuk *Anopheles* disaat suhu udara meningkat. Pada suhu yang meningkat, aktivitas pencarian darah akan meningkat.<sup>43,44</sup> Proses perkembangan nyamuk optimum pada suhu 25-27 °C dan jika suhu lebih dari 27-30 °C maka umur nyamuk lebih pendek.<sup>45</sup>

Umur nyamuk yang panjang akan mempengaruhi waktu inkubasi parasit *Plasmodium*. Perubahan suhu mempunyai efek terhadap periode perkembangan nyamuk meliputi siklus hidup nyamuk, frekuensi menghisap darah, umur nyamuk (*longevity*) dan siklus *gonotropik*. Selain itu, suhu udara juga akan mempengaruhi waktu yang diperlukan untuk pertumbuhan telur *Anopheles* menjadi dewasa.<sup>8,22</sup>

### 3. Kelembaban Udara

Kelembaban udara dapat mempengaruhi kepadatan nyamuk *Anopheles*. Kelembaban yang rendah memperpendek umur nyamuk, meskipun tidak berpengaruh pada parasite. Tingkat kelembaban 60 % merupakan batas paling rendah untuk memungkinkan nyamuk hidup. Pada kelembaban yang lebih tinggi nyamuk menjadi lebih aktif dan sering menggigit.<sup>22</sup>

Kepadatan *Anopheles* 40,5 % dipengaruhi oleh kelembaban udara, dan 59,5 % dipengaruhi oleh faktor lain di luar kelembaban udara. Kepadatan terjadi seiring meningkatnya kelembaban udara dan jika kelembaban turun maka kepadatan *Anopheles* juga menurun. Kepadatan *Anopheles* tertinggi ditemukan pada kelembaban udara 85,3% dan terendah pada kelembaban 78,5%.<sup>34,46,47</sup>

### 4. Kecepatan Angin

Kecepatan angin saat matahari terbit dan terbenam yang merupakan saat terbangnya nyamuk ke dalam atau ke luar rumah adalah salah satu faktor yang ikut mempengaruhi jarak terbang nyamuk dan ikut menentukan jumlah kontak antara nyamuk dan manusia.<sup>9</sup> Angin tidak memberikan pengaruh langsung terhadap pertumbuhan dan perkembangan vektor, namun angin memberikan peranan yang besar dalam pola penyebaran vektor.<sup>22</sup> Perilaku *Anopheles* di Desa Selong Belanak Kabupaten Lombok Tengah juga dipengaruhi oleh kecepatan angin, dimana kecepatan angin akan sangat mempengaruhi kepadatan *Anopheles* di daerah ini.<sup>48</sup>

### 5. Tempat Perindukan

Keberadaan tempat perindukan memiliki pengaruh terhadap kepadatan nyamuk *Anopheles*. Aktivitas nyamuk *Anopheles* dalam menghisap darah pada malam hari dipengaruhi oleh jarak perindukan nyamuk *Anopheles* dengan pemukiman. Tempat perindukan yang dekat dengan pemukiman memungkinkan aktivitas menghisap darah nyamuk *Anopheles* menjadi meningkat.<sup>9,49</sup>

## 6. Predator

Predator larva mempengaruhi kepadatan larva nyamuk *Anopheles*. Beberapa predator larva nyamuk *Anopheles* diantaranya ikan kepala timah (*Panchax spp*), ikan cere (*Gambusia affinis*), ikan mujair (*Tilapia mossambica*), ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan anak katak. Keberadaan ikan pemakan jentik dan katak dewasa dapat mempengaruhi populasi dan perkembangan nyamuk *Anopheles* disuatu daerah.<sup>50</sup>

## E. Pemeriksaan Umur Fisiologis Nyamuk

Umur nyamuk dinyatakan dalam perubahan system reproduksi nyamuk betina dengan mengikuti siklus gonotropiknya. Umur relatif nyamuk dapat diperkirakan melalui pembedaan ovarium di bawah mikroskop untuk diketahui jumlah dilatasi. Siklus gonotropik dimulai sejak nyamuk menghisap darah dan bertelur dan kembali menghisap darah dihitung sebagai satu gonotropik dengan waktu berkisar dari 1-2 hari. Apabila *tracheolus* pada ovarium masih menggulung dan ovarium belum membesar, berarti nyamuk itu belum pernah bertelur (*nulliparous*). Apabila *tracheolus* sudah terurai serta ovarium pernah membesar maka nyamuk tersebut pernah bertelur (*parous*).<sup>48</sup>

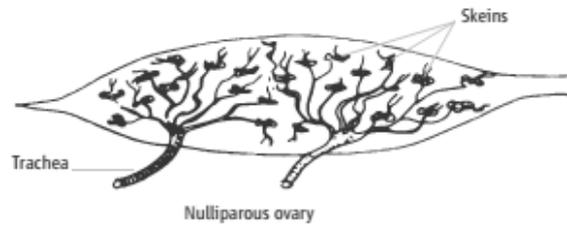
Untuk mengetahui rata-rata nyamuk, apakah merupakan nyamuk baru menetas atau nyamuk yang sudah tua digunakan indeks *parity rate*.<sup>46</sup>

$$\text{Parity Rate} = \frac{\text{Jumlah Nyamuk dengan Ovarium Parous}}{\text{Jumlah Nyamuk yang diperiksa Ovariumnya}} \times 100 \%$$

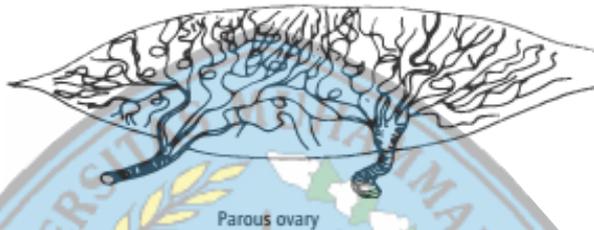
Bila hasil survei entomologi di suatu wilayah, *parity rate* rendah berarti populasi nyamuk di wilayah tersebut sebagian besar masih muda. Sedangkan bila *parity rate* tinggi menunjukkan bahwa keadaan dari populasi nyamuk di wilayah itu sebagian besar sudah tua. Untuk mengetahui rata-rata umur populasi nyamuk secara lebih tepat dilakukan pembedahan ovarium dari nyamuk *parous*, untuk menghitung jumlah dilatasi pada *pedikulus*.

Umur Populasi Nyamuk =

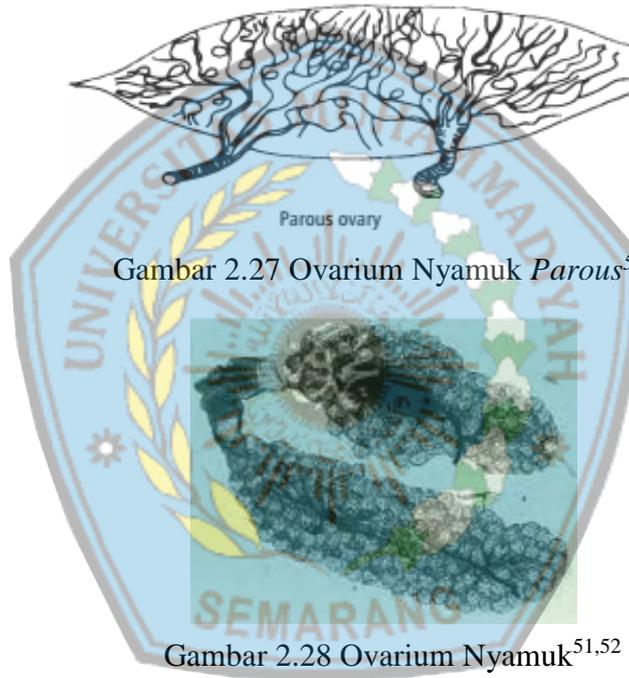
**Rata-rata jumlah dilatasi X satu siklus gonotropik**



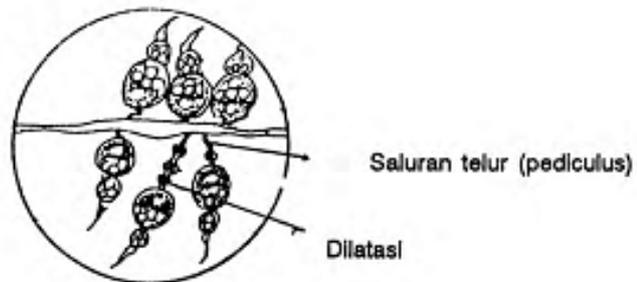
Gambar 2.26 Ovarium Nyamuk *Nulliparous*<sup>51,53</sup>



Gambar 2.27 Ovarium Nyamuk *Parous*<sup>51,53</sup>

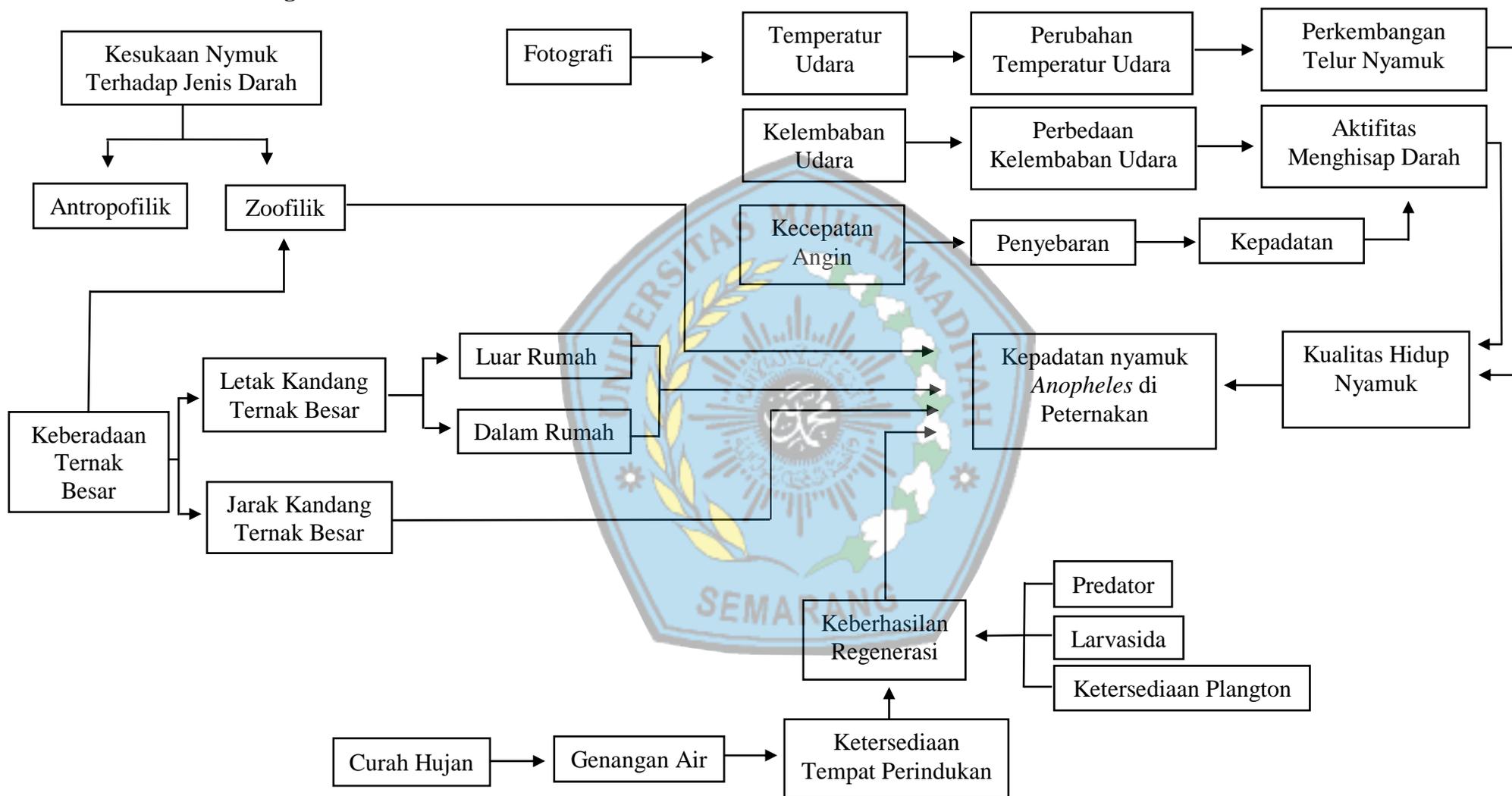


Gambar 2.28 Ovarium Nyamuk<sup>51,52</sup>

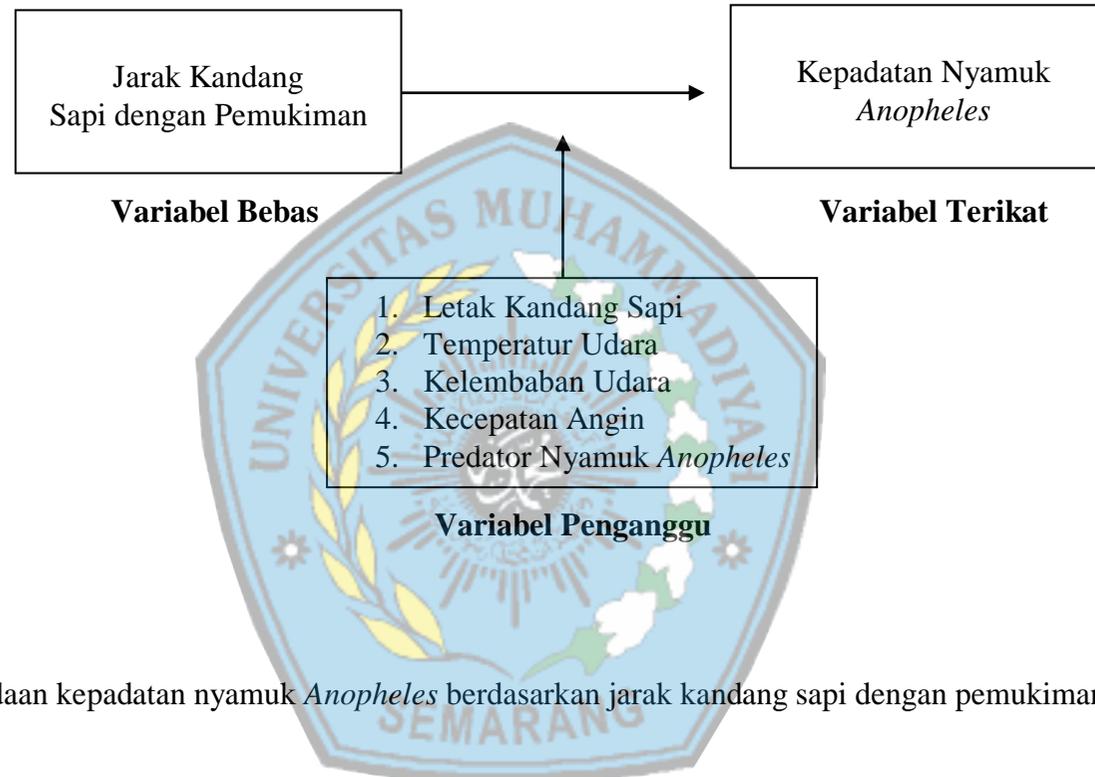


Gambar 2.29 Dilatasi pada Saluran Telur (*Pedikulus*)<sup>52,53</sup>

## F. Kerangka Teori



### G. Kerangka Konsep



### H. Hipotesis

Ha : Ada perbedaan kepadatan nyamuk *Anopheles* berdasarkan jarak kandang sapi dengan pemukiman