

**KARAKTERISTIK LINGKUNGAN DAN DENSITAS LARVA
Anopheles spp. TERHADAP KEJADIAN MALARIA
DI WILAYAH PUSKESMAS CH. M. TIAHAHU
KOTA AMBON**

***ENVIRONMENTAL CHARACTERISTICS AND THE DENSITY
OF *Anopheles* spp. LARVAE ON THE OCCURRENCE OF
MALARIA IN HEALTH CENTER REGION OF
CH. M. TIAHAHU, AMBON CITY***

LESLY LATUMANUWY



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2013**

**KARAKTERISTIK LINGKUNGAN DAN DENSITAS LARVA
Anopheles spp. TERHADAP KEJADIAN MALARIA
DI WILAYAH PUSKESMAS CH. M. TIAHAHU
KOTA AMBON**

TESIS

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi
Kesehatan Masyarakat

Disusun dan diajukan oleh

LESLY LATUMANUWY

Kepada

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2013**

PERNYATAAN KEASLIAN PENULISAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lesly Latumanuwy
Nomor Mahasiswa : P1801211005
Program Studi : Kesehatan Masyarakat (Kesling)

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Juli 2013

Yang menyatakan

Lesly Latumanuwy

PRAKATA

Pujian syukur dan terima kasih penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas kasih dan sayangNya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan tesis ini sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi pada program Pascasarjana Program Studi Kesehatan Masyarakat Konsentrasi Kesehatan Lingkungan Universitas Hasanuddin Makassar.

Gagasan yang melatarbelakangi permasalahan ini timbul dari pengamatan penulis terhadap kejadian malaria yang masih menjadi masalah kesehatan masyarakat. Penulis bermaksud menyumbangkan beberapa konsep untuk menanggulangi permasalahan malaria ini dengan melihat karakteristik lingkungan dan densitas larva.

Banyak kendala yang dihadapi oleh penulis dalam rangka penyusunan tesis ini, berkat bantuan berbagai pihak, maka tesis ini selesai pada waktunya. Maka penulis dengan tulus menyampaikan terima kasih kepada **dr. H. Hasanuddin Ishak, M.Sc., Ph.D** sebagai Ketua Komisi Penasehat dan **Prof. Dr. dr. Muhammad Syafar, MS** sebagai Anggota Komisi Penasehat atas bantuan dan bimbingan yang telah diberikan mulai dari pengembangan minat terhadap permasalahan penelitian ini, pelaksanaan penelitiannya sampai dengan penulisan tesis ini. Terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan juga kepada **Prof. Dr. Faisal Attamimi, MS; Prof. Dr. dr. Buraerah H. Abd. Hakim, M.Sc**

selaku dosen penguji dan **Dr. Anwar Daud, SKM., M.Kes.** selaku dosen penguji sekaligus Ketua Konsentrasi Kesehatan Lingkungan yang banyak memberikan arahan, kritikan dan masukan demi kesempurnaan tesis ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Mursalim selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin.
2. Prof. Dr. dr. H. M. Alimin Maidin, MPH selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat.
3. Dr. dr. H. Noer Bachry Noor, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Kesehatan Masyarakat Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin.
4. Pemerintah Propinsi Maluku dan Pemerintah Kota Ambon yang telah bekerjasama dan mengizinkan penulis melakukan penelitian di wilayah Kota Ambon.
5. Kepala Dinas Kesehatan Kota Ambon dan staf yang telah bekerjasama dengan penulis dalam melaksanakan penelitian.
6. Kepala Puskesmas Ch. M. Tiahahu dan staf yang telah bekerjasama membantu peneliti melaksanakan penelitian.
7. Kepala Kelurahan Batu Gajah dan staf yang telah membantu dan mengizinkan penulis melakukan penelitian di wilayah tersebut.
8. Staf Program Pascasarjana Kesehatan Lingkungan yang selama ini telah membantu dan menolong penulis dari awal studi hingga akhir.

9. Rekan-rekan mahasiswa seperjuangan Konsentrasi Kesehatan Lingkungan angkatan 2011, terima kasih atas kebersamaannya dan motivasi yang diberikan mulai awal hingga akhir kuliah.
10. Terkhusus penulis sampaikan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada kedua Orang Tua, Kakak-kakak, saudara-saudara yang selama ini selalu memberi Doa dan dukungan serta semangat dalam menyelesaikan pendidikan pada Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar.
11. Semua Pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penyusunan tesis ini semoga Allah memberikan balasan yang setimpal.

Akhirnya penulis berharap semoga tesis ini dapat memberikan manfaat dan masukan bagi yang membacanya.

Makassar, Juli 2013

Lesly Latumanuwy

ABSTRAK

LESLY LATUMANUWY. *Karakteristik Lingkungan dan Densitas Larva Anopheles spp. Terhadap Kejadian Malaria di Wilayah Puskesmas Ch. M. Tiahahu Kota Ambon* (dibimbing oleh **Hasanuddin Ishak** dan **Muhammad Syafar**).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik lingkungan dan densitas larva *Anopheles* spp. terhadap kejadian malaria di wilayah puskesmas Ch. M. Tiahahu Kota Ambon.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kajian ekologi yang dilengkapi dengan pengamatan ekologi terhadap obyek yang diamati. Lokasi penelitian di Kota Ambon. Populasi penelitian adalah seluruh tempat perkembangbiakan larva yang terdapat di Kelurahan Batu Gajah wilayah puskesmas Ch. M. Tiahahu, sedangkan sampelnya adalah semua tempat perkembangbiakan (*Breeding site*) yang ditemukan pada saat meneliti. Penarikan sampel dilakukan secara purposif. Sementara analisis datanya menggunakan aplikasi program SPSS.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari empat titik lokasi penelitian yang diambil berdasarkan klaster Rukun Warga (RW) telah terjadi penyebaran populasi *Anopheles* spp. Tipe tempat perkembangbiakan larva *Anopheles* yang ditemukan di Kelurahan Batu Gajah berupa tipe rawa-rawa, selokan, kolam, dan tapak ban. Luas tempat perkembangbiakan larva untuk *An. barbirostris* sekitar $2\text{ m}^2 - 9\text{ m}^2$ sedangkan *An. subpictus* sekitar $4\text{ m}^2 - 9\text{ m}^2$. Pencahayaan tempat perkembangbiakan larva *Anopheles* bersifat tertutup dan terbuka. Kepadatan larva *Anopheles* pada tempat perkembangbiakan untuk *An. barbirostris* sekitar 9-25 ekor/25 dip sedangkan *An. subpictus* sekitar 10-26 ekor/25 dip. Lingkungan Biologi yang berupa flora yang ditemukan pada tempat perkembangbiakan larva *Anopheles* yaitu lumut, rumput dan kangkung. Untuk predatornya adalah kecebong dan ikan-ikan kecil. Lingkungan fisik dan kimia tempat perkembangbiakan larva *Anopheles* yang ditemukan untuk *An. barbirostris* yaitu suhu $27^{\circ}\text{C} - 32^{\circ}\text{C}$; salinitas $0^{\circ}/_{\infty} - 1^{\circ}/_{\infty}$; pH 7 - 7,5. Untuk *An. subpictus* yaitu suhu $29^{\circ}\text{C} - 32^{\circ}\text{C}$; salinitas $0^{\circ}/_{\infty} - 1^{\circ}/_{\infty}$; pH 7,2 - 7,4.

Kata kunci : Karakteristik lingkungan, densitas larva, malaria.

ABSTRACT

LESLY LATUMANUWY. Environmental Characteristics and the Density of Anopheles spp. Larvae on the Occurrence of Malaria in Health Center Region of Ch. M. Tiahahu, Ambon City (supervised by Hasanuddin Ishak and Muhammad Syafar)

The aim of the research is to find out the environmental characteristics and the density of Anopheles spp. larvae on the occurrence of malaria in health Center Region of Ch. M. Tiahahu, Ambon City.

This research was conducted in Ambon City. The method used was ecologic study by observing ecology on the object under research. The populations were all sites of larvae breeding located in Batu Gajah Village of Health Center Region of Ch. M. Tiahahu. The samples were all breeding sites found during the research and they were selected using purposive sampling method. The data were analyzed using applications of SPSS program.

The results of the research indicated that of the four research location based on the cluster of family groups (RW), the spread of Anopheles spp. populations has happened. The types of breeding site of Anopheles larvae found in Batu Gajah Village are marshes, ditches, ponds, and tire tread. The widespread of breeding sites of larvae for An. barbirostris range from about 2 m² to 9 m², while the one for An. subpictus range from 4 m² to 9 m². The lighting of breeding sites of Anopheles larvae is close and open. The density of Anopheles larvae in the breeding sites for An. barbirostris range from about 9 to 25 laarvae/25 dip, while An. subpictus range from about 10 to 26 larvae/25 dip. Biological environments in the forms of larvae found in breeding sites of Anopheles larvae are moss, grass and kale. The predators were tadpoles and small fish. Physical and chemical environments for breeding sites of Anopheles larvae found for An. barbirostris have temperature ranging from 27°C to 32°C; salinity ranging from 0‰ to 1‰; pH ranging from 7 to 7,5. For An. subpictus the temperature ranges from 29°C to 32°C; salinity ranges from 0‰ to 1‰; pH ranges from 7,2 to 7,4.

Key words: environmental characteristics, larvae density, malaria.

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGAJUAN	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERNYATAAN	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	8
C. Tujuan Penelitian	10
D. Manfaat Penelitian	11
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tinjauan Umum tentang Kejadian Malaria	12
1. Pengertian Penyakit Malaria	13

	10
2. Diagnosa Penyakit Malaria	15
3. Cara Penularan Malaria	21
4. Penyebaran Malaria	23
B. Tinjauan Umum tentang Vektor Malaria	24
1. Daur Hidup Nyamuk	24
2. Tempat-tempat Perkembangbiakan Nyamuk	26
C. Karakteristik Tempat Perkembangbiakan Nyamuk	30
1. Tipe Tempat Perkembangbiakan	30
2. Luas Tempat Perkembangbiakan	30
3. Pencahayaan Tempat Perkembangbiakan	30
4. Lingkungan Biologis (Flora dan Fauna)	31
5. Suhu Air	32
6. Salinitas	33
7. pH Air	33
D. Pencegahan Penyakit Malaria	34
E. Kerangka Teori	37
F. Kerangka Konsep	38
G. Hipotesis Penelitian	40
H. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif	40
III. METODOLOGI PENELITIAN	
A. Jenis Penelitian	45
B. Waktu dan Lokasi Penelitian	46
C. Populasi dan Sampel	47

	11
D. Pengumpulan Data	48
E. Pengolahan dan Analisis Data	51
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
A. Hasil Penelitian	52
1. Analisis Univariat	54
2. Analisis Bivariat	69
B. Pembahasan	74
C. Keterbatasan Penelitian	99
V. PENUTUP	
A. Kesimpulan	100
B. Saran	102
DAFTAR PUSTAKA	103
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1.	Kejadian Malaria di Kota Ambon tahun 2009-2012	5
2.	Kejadian Malaria di Wilayah Puskesmas Ch. M. Tiahahu Tahun 2009-2012	5
3.	Distribusi nyamuk malaria di Indonesia Bagian Timur	24
4.	Sintesa Hasil Penelitian yang Relevan	36
5.	Distribusi Kepadatan Larva Tempat Perkembangbiakan Berdasarkan Lokasi dan Tipe Tempatnya Pada Tahap Pengambilan I	54
6.	Distribusi Kepadatan Larva Tempat Perkembangbiakan Berdasarkan Lokasi dan Tipe Tempatnya Pada Tahap Pengambilan II	55
7.	Distribusi Kepadatan Larva Tempat Perkembangbiakan Berdasarkan Lokasi dan Tipe Tempatnya Pada Tahap Pengambilan III	55
8.	Distribusi Spesies <i>Anopheles</i> Berdasarkan Tipe Tempat Perkembangbiakan di Kelurahan Batu Gajah	57
9.	Distribusi Luas Tempat Perkembangbiakan Berdasarkan Lokasi dan Tipe Tempatnya	58
10.	Distribusi Pencahayaan Tempat Perkembangbiakan Berdasarkan Lokasi dan Tipe Tempatnya	59
11.	Distribusi Karakteristik Lingkungan Biologi Tempat Perkembangbiakan Spesies <i>Anopheles</i>	60
12.	Distribusi Suhu Air Tempat Perkembangbiakan Berdasarkan Lokasi dan Tipe Tempatnya Pada Tahap Pengambilan I	61

13.	Distribusi Suhu Air Tempat Perkembangbiakan Berdasarkan Lokasi dan Tipe Tempatnya Pada Tahap Pengambilan II	62
14.	Distribusi Suhu Air Tempat Perkembangbiakan Berdasarkan Lokasi dan Tipe Tempatnya Pada Tahap Pengambilan III	62
15.	Distribusi Salinitas Tempat Perkembangbiakan Berdasarkan Lokasi dan Tipe Tempatnya	65
16.	Distribusi pH Tempat Perkembangbiakan Berdasarkan Lokasi dan Tipe Tempatnya	66
17.	Hubungan Tempat Perkembangbiakan dengan Kepadatan Larva	69
18.	Hubungan Faktor Lingkungan Biologi dengan Kepadatan Larva	71
19.	Hubungan Faktor Lingkungan Fisik-Kimia dengan Kepadatan Larva	72

DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1.	Cara penularan malaria secara alamiah	21
2.	Siklus hidup nyamuk	25
3.	Kerangka teori	37
4.	Kerangka konsep	39
5.	Data AMI dan API Kelurahan Batu Gajah	68

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
ACT	Artemisinin-based combination therapy
AMI	Annual Malaria Incidence
<i>An.</i>	<i>Anopheles</i>
API	<i>Annual Parasite Incidence</i>
ASEAN	Asociation of southeast asian nations
BBM	Bahan bakar minyak
BTA	Basil tahan asam
C	Celcius
CO ₂	Carbon dioksida
Cx	<i>Culex</i>
Depkes	Departemen Kesehatan
Dip	Dipper
DO	Demand oksigen
F	Fahrenheith
GMP	Global malaria programme
Hb	Hemoglobin
K	Kalvin
KLB	Kejadian luar biasa
M ²	Meter persegi
MDGs	Millenium development goals
MI	Mililiter

N	Huruf latin ke 14
NaCl	Natrium chlorida
pH	Derajat keasaman
ppt	Part per thousand
PSN	Pemberantasan sarang nyamuk
Puskesmas	Pusat kesehatan masyarakat
R	Reamur
RW	Rukun warga
SD	Standar deviasi
Sp	Spesies
Spp	Banyak spesies
SPSS	Program statistik
TB	Tuberkulosis
Ver	Versi
WHO	World health organization
$^{\circ}\text{C}$	Derajat celcius
\pm	Kira-kira/Kurang lebih
%	Persen
‰	Permill
α	Alfa
p	Huruf latin modern ke 16
<	Lebih kecil dari
>	Lebih besar dari

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1.	Peta Kota Ambon	110
2.	Peta Endemis Malaria Kota Ambon	111
3.	Karakteristik Habitat Perkembangbiakan Tiap Titik	112
4.	Master Tabel Hasil Penelitian	116
5.	Hasil Analisis SPSS	120
6.	Dokumentasi Alat dan Bahan	138
7.	Dokumentasi Hasil Penelitian	140
8.	Surat Ijin Penelitian dan Keterangan Selesai Penelitian	

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Malaria merupakan salah satu penyakit menular yang masih menjadi masalah kesehatan masyarakat di seluruh dunia. Penyakit ini mempengaruhi tingginya angka kematian bayi, balita dan ibu hamil. Setiap tahun lebih dari 500 juta penduduk dunia terinfeksi malaria dan lebih dari 1 juta orang meninggal dunia. Kasus terbanyak terdapat di Afrika dan beberapa negara Asia, Amerika Latin, Timur Tengah dan beberapa bagian negara Eropa (Depkes RI, 2009).

Malaria mempunyai penyebaran di dunia sangat luas yakni antara garis bujur 60 di Utara dan 40 di Selatan yang meliputi lebih dari 100 negara yang beriklim tropis dan sub tropis. Penduduk yang berisiko terkena malaria berjumlah sekitar 2,3 miliar atau 41% dari penduduk dunia. Setiap tahun jumlah kasus malaria berjumlah 300-500 juta dan mengakibatkan 1,5 s/d 2,7 juta kematian, terutama di Afrika Sub Sahara. (Harijanto, 2000).

Laporan *World Health Organization (WHO)* menyebutkan bahwa setengah dari penduduk dunia berisiko terkena malaria dan diperkirakan sekitar 216 juta kasus pada tahun 2010. Malaria menyebabkan 655.000 kematian dan 86% di antaranya terjadi pada anak berumur di bawah 5 tahun. Sebanyak 2.440.812 kasus malaria di ASEAN dilaporkan tahun 2010 dan menempati urutan kasus terbanyak kedua setelah wilayah

Afrika. *Mortality rate* malaria di ASEAN tahun 2008 sebesar 2,9 per 100.000 penduduk, menempati urutan kedua terburuk setelah wilayah Afrika. Sedangkan kematian anak di bawah 5 tahun akibat malaria di ASEAN sebesar 1% pada tahun 2010, juga menempati peringkat kedua setelah wilayah Afrika (WHO, 2012).

Indonesia pada tahun 2010 melaporkan jumlah kasus malaria sebesar 229.819 kasus. Jumlah ini menempati urutan kedua di wilayah ASEAN setelah Myanmar. *Mortality rate* malaria di Indonesia tahun 2008 sebesar 3,2 per 100.000 penduduk dan berada di urutan keempat setelah Timor Leste, Myanmar, dan Kamboja. Namun persentase kematian anak balita akibat malaria di Indonesia cenderung meningkat dari 1% pada tahun 2000 menjadi 2% pada tahun 2010. Persentase kematian balita akibat malaria di Indonesia merupakan yang terburuk ketiga setelah Timor Leste dan Kamboja (WHO, 2012).

Di Indonesia sampai saat ini penyakit malaria masih merupakan masalah kesehatan masyarakat. Angka kesakitan penyakit ini masih cukup tinggi, terutama di daerah Indonesia bagian timur. Di daerah endemis malaria masih sering terjadi letusan kejadian luar biasa (KLB) malaria, oleh karena kejadian luar biasa ini menyebabkan insiden rate penyakit malaria masih tinggi di daerah tersebut.

Indonesia merupakan salah satu negara yang masih berisiko terhadap malaria karena sampai dengan tahun 2009, sekitar 80% kabupaten/kota masih termasuk kategori endemis malaria dan sekitar

45% penduduk bertempat tinggal di daerah yang berisiko tertular malaria. Jumlah kasus yang dilaporkan pada tahun 2009 sebanyak 1.143.024 orang. Jumlah ini mungkin lebih besar dari keadaan yang sebenarnya karena lokasi yang endemis malaria adalah desa-desa yang terpencil dengan sarana transportasi yang sulit dan akses pelayanan kesehatan yang rendah (Ditjen PP dan PL Depkes RI, 2010).

Malaria merupakan salah satu indikator dari target Pembangunan Milenium (MDGs), di mana ditargetkan untuk menghentikan penyebaran dan mengurangi kejadian insiden malaria pada tahun 2015 yang dilihat dari indikator menurunnya angka kesakitan dan angka kematian akibat malaria. *Global Malaria Programme* (GMP) menyatakan bahwa malaria merupakan penyakit yang harus terus-menerus dilakukan pengamatan, monitoring dan evaluasi, serta diperlukan formulasi kebijakan dan strategi yang tepat (Kemenkes, 2011).

Keadaan malaria di daerah endemik tidak sama. Derajat endemisitas dapat diukur dengan berbagai cara seperti angka limpa, angka parasit, dan angka *sporozoit*, yang disebut angka malariometri. Sifat malaria juga dapat berbeda dari satu daerah ke daerah lain, yang tergantung pada beberapa faktor, yaitu parasit yang terdapat pada pengandung parasit, manusia yang rentan, nyamuk yang dapat menjadi vektor, dan lingkungan yang dapat menunjang kelangsungan hidup masing-masing.

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi endemisitas malaria antara lain faktor sosial ekonomi, dan budaya, faktor lingkungan, faktor pelayanan kesehatan dan perilaku kesehatan. Variasi geografis merupakan salah satu penyebab terjadinya malaria atau keadaan lain yang berhubungan dengan satu atau beberapa faktor, seperti lingkungan fisis, kimia, biologis dan sosial ekonomi dan perilaku yang berbeda dari satu tempat ke tempat lainnya. Faktor lainnya adalah genetis dan etnis dari penduduk yang berbeda dan bervariasi seperti karakteristik demografi. Perubahan lain yang berhubungan adalah variasi kultural terjadi dalam kebiasaan, pekerjaan, keluarga, hygiene perorangan, dan bahkan persepsi tentang sakit dan sehat.

Sebagian besar wilayah Indonesia merupakan daerah endemis malaria. Ada enam provinsi yang termasuk daerah endemis tinggi malaria yaitu: Maluku, Maluku Utara, Papua, Papua Barat, Sumut dan NTT. Faktor lingkungan fisik, kimia, biologis, dan sosial budaya sangat berpengaruh terhadap penyebaran malaria di Indonesia. Provinsi Maluku merupakan daerah endemis malaria yang masih menjadi permasalahan kesehatan masyarakat (Mulyono. dkk, 2012). Semakin meningkatnya endemisitas malaria di Indonesia khususnya di Maluku maka akan mengakibatkan semakin meningkat pula angka kematian terhadap masyarakat sekitar.

Provinsi Maluku memiliki 11 daerah Kota/Kabupaten, salah satu diantaranya adalah Kota Ambon. Dinas Kesehatan Provinsi Maluku menetapkan Kota Ambon masuk dalam kategori endemis penyakit malaria

tinggi atau zona merah. Secara rinci mengenai kejadian malaria di Kota Ambon dari tahun 2009 s/d 2012 terlihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Kejadian Malaria di Kota Ambon Tahun 2009 – 2012.

Tahun	Jumlah Penduduk	Malaria Klinis	AMI	Positif Malaria	API
2009	271.972	6.534	24,02	3.093	11,37
2010	351.429	8.256	23,49	3.494	9,94
2011	351.429	15.303	43,54	4.052	11,53
2012	369.740	16.578	44,84	4.137	11,19

Sumber: Dinkes Maluku, 2013

Kota Ambon memiliki 22 Puskesmas yang tersebar di seluruh wilayah Kota Ambon. Menurut data yang didapat dari Dinas Kesehatan Kota Ambon, dari 22 Puskesmas yang ada di Kota Ambon, Puskesmas Ch. M. Tiahahu memiliki jumlah kasus Malaria Klinis dan Positif Malaria terbesar. Secara rinci mengenai kejadian malaria di Kota Ambon dari tahun 2009 s/d 2012 terlihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Kejadian Malaria di Wilayah Puskesmas Ch. M. Tiahahu Tahun 2009 – 2012.

Tahun	Jumlah Penduduk	Malaria Klinis	AMI	Positif Malaria	API
2009	19.337	1.287	66,56	927	47,94
2010	25.123	1.358	54,05	831	33,08
2011	25.123	1.006	40,04	496	19,74
2012	26.859	1.287	47,92	603	22,45

Sumber: Dinkes Kota Ambon, 2013

Puskesmas Ch. M. Tiahahu memiliki 5 daerah/lokasi kerja antara lain Kelurahan Batu Meja, Kelurahan Batu Gajah, Kelurahan Honipopu, Kelurahan Ahusen dan Kelurahan Uritetu. Berdasarkan data yang ada maka AMI dan API masing-masing kelurahan 3 tahun terakhir adalah sebagai berikut : tahun 2010 berdasarkan AMI maka data yang tertinggi terdapat pada Kelurahan Batu Gajah sebesar 11,50‰ dan yang terendah pada Kelurahan Batu Meja sebesar 10,23‰ sedangkan berdasarkan API maka data yang tertinggi terdapat pada Kelurahan Batu Gajah sebesar 7,08‰ dan yang terendah pada Kelurahan Honipopu sebesar 6,09‰. Pada tahun 2011 berdasarkan AMI maka data yang tertinggi terdapat pada Kelurahan Uritetu sebesar 11,98‰ dan yang terendah pada Kelurahan Ahusen sebesar 5,09‰ sedangkan berdasarkan API maka data yang tertinggi terdapat pada Kelurahan Uritetu sebesar 5,45‰ dan yang terendah pada Kelurahan Ahusen sebesar 3,02‰. Tahun 2012 berdasarkan AMI maka data yang tertinggi terdapat pada Kelurahan Batu Gajah sebesar 11,57‰ dan yang terendah pada Kelurahan Honipopu sebesar 7,78‰ sedangkan berdasarkan API maka data yang tertinggi terdapat pada Kelurahan Batu Gajah sebesar 5,10‰ dan yang terendah pada Kelurahan Honipopu sebesar 3,98‰.

Nyamuk *Anopheles* sebagai vektor malaria memerlukan tempat perkembangbiakan yang memiliki karakteristik sesuai dengan spesiesnya. Tempat perindukan vektor nyamuk *An. sundaicus* dan *An. subpictus* yang

berpotensi berupa laguna dengan kondisi biota air berupa alga, rumput dengan turbidity baik keruh maupun jernih (Kazwaini, 2006).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Marhadi (2011) mengemukakan bahwa tidak ada hubungan antara kepadatan dengan spesies larva *Anopheles* spp. karena setiap spesies ditemukan dengan kepadatan rata-rata yang sama sedangkan keberadaan larva *Anopheles* spp. tidak dipengaruhi oleh ukuran tempat perkembangbiakan karena semua spesies *Anopheles* yang ditemukan dapat hidup dengan luas *breeding site* yang bervariasi.

Penelitian lain oleh Amirullah (2012) mengemukakan bahwa kondisi lingkungan pada habitat perkembangbiakan akan mempengaruhi keberadaan, jenis dan kepadatan/populasi larva sedangkan sebagian besar dari semua tipe habitat *Anopheles* spp. terbentuk oleh aktivitas manusia.

Penelitian lain juga mengemukakan bahwa salinitas antara 0 - 25‰, pH antara 6,9 - 7,9 dan suhu antara 34°C - 36°C memiliki hubungan yang bermakna dengan kepadatan larva *Anopheles* sedangkan lingkungan biologi (tumbuhan air dan ikan) tidak memiliki hubungan yang bermakna dengan kepadatan larva *Anopheles* di Desa Pesisir Endemis Malaria Tinggi dan Rendah Wilayah kerja Puskesmas Sidangoli Kabupaten Halmahera (Syamsuddin, 2009).

Adapun upaya-upaya yang telah dilakukan untuk menekan angka kesakitan tersebut adalah pengendalian vektor di daerah

endemis, pencegahan penyakit dengan memakai kelambu berinsektisida, sosialisasi obat malaria ACT, penemuan dan pengobatan penderita (*active dan passive*) serta pengamatan vektor penyakit.

Berdasarkan uraian latar belakang masalah di atas, maka penulis termotivasi untuk mengadakan penelitian tentang: "Karakteristik lingkungan dan densitas larva *Anopheles* spp. terhadap kejadian malaria di wilayah Puskesmas Ch. M. Tiahahu Kota Ambon".

B. Rumusan Masalah

Kota Ambon termasuk daerah endemis malaria di wilayah luar Jawa dan Bali. Hasil penghitungan angka parasit malaria atau *annual parasite incidence* (API) perseribu penduduk berturut-turut tahun 2009, 2010, 2011, 2012 yaitu 11,37 ‰, 9,94 ‰, 11,53 ‰ dan 11,19 ‰ (Dinkes Maluku, 2013). Kasus malaria di Kota Ambon berkorelasi dengan kepadatan larva *Anopheles* spp. sebagai vektor. Kepadatan populasi vektor yang tinggi dapat meningkatkan kontak vektor infeksius terhadap manusia yang menyebabkan tingginya angka kematian.

Pemerintah Kota Ambon, telah bekerja keras dalam menangani masalah malaria ini, diantara dengan membangun kerjasama dengan semua pihak termasuk dengan *Global Fund* untuk mendukung upaya pemberantasan malaria melalui kegiatan advokasi, penguatan kapasitas sumber daya manusia, penguatan laboratorium dan penguatan sistem logistik.

Upaya pengendalian penyakit malaria yang ditularkan nyamuk *Anopheles* memerlukan penanganan terpadu dan komprehensif, untuk itu diperlukan informasi yang akurat dan berbasis bukti di lapangan (*evidence-based*). Salah satu upaya untuk menurunkan angka kejadian malaria yaitu melalui upaya penanggulangan yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan masing-masing daerah. Namun usaha tersebut masih menghadapi berbagai kendala yang serius antara lain resistennya penderita terhadap obat anti malaria dan resistennya vektor terhadap pestisida yang digunakan dalam pemberantasan.

Daerah di Indonesia sebagian merupakan daerah endemik malaria dengan tingkat kejadian malaria berbeda, terdapat daerah dengan tingkat kejadian malaria yang tinggi dan terdapat pula daerah dengan tingkat kejadian yang rendah. Kota Ambon merupakan daerah endemik dengan tingkat kejadian malaria yang tinggi. Maka perlu untuk diketahui bagaimana kondisi keberadaan vektor pada daerah tersebut.

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah “Bagaimana Karakteristik Lingkungan dan densitas larva *Anopheles* spp. terhadap kejadian malaria di wilayah Puskesmas Ch. M. Tiahahu Kota Ambon.

C. Tujuan

1. Tujuan Umum

Untuk mengetahui karakteristik lingkungan dan densitas larva *Anopheles* spp. terhadap kejadian malaria di wilayah Puskesmas Ch. M. Tiahahu Kota Ambon.

2. Tujuan Khusus

- a. Untuk mengetahui pengaruh tempat perkembangbiakan (luas, tipe, dan pencahayaan), faktor lingkungan biologi (flora dan fauna), faktor lingkungan fisik (suhu air, pH air dan salinitas), dan densitas larva *Anopheles* spp. terhadap kejadian malaria
- b. Untuk mengetahui pengaruh tempat perkembangbiakan (luas, tipe, dan pencahayaan) terhadap densitas larva *Anopheles* spp.
- c. Untuk mengetahui pengaruh faktor lingkungan biologi (flora dan fauna) terhadap densitas larva *Anopheles* spp.
- d. Untuk mengetahui pengaruh faktor lingkungan fisik-kimia (suhu air, pH air dan salinitas) terhadap densitas larva *Anopheles* spp.

D. Manfaat

1. Manfaat Ilmiah

Sebagai sumbangan ilmiah bagi ilmu pengetahuan, bagi pembaca dan peneliti lainnya.

2. Manfaat Institusi

Merupakan masukan bagi instansi terkait, Dinas Kesehatan untuk dapat dipergunakan sebagai bahan pertimbangan menentukan metode intervensi dalam program pemberantasan vektor malaria.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum tentang Kejadian Malaria

Malaria adalah penyakit yang disebabkan oleh infeksi *protozoa* dari genus *Plasmodium* yang dapat dengan mudah dikenali dari gejala meriang (panas, dingin dan menggigil) serta demam berkepanjangan. Selain menyerang manusia, penyakit ini juga sering ditemukan pada hewan berupa burung, kera dan primata lainnya (Achmadi, 2008).

Menurut sejarah kata “malaria” berasal dari bahasa Italia yang terdiri dari dua suku kata, “mal” dan “aria” yang berarti udara yang jelek. Mungkin orang Italia pada masa dahulu mengira bahwa penyebab penyakit ini adalah musim dan udara yang jelek. Penyakit malaria sudah dikenal sejak 4000 tahun yang lalu, yang mungkin sudah mempengaruhi populasi dan sejarah manusia (Arsin, 2012).

Kejadian malaria di Indonesia pertama kali dikenal berdasarkan laporan temuan dokter militer, selain itu juga berdasarkan sejarah adanya Kejadian Luar Biasa (KLB) Malaria pada tahun 1852 – 1854 di Cirebon yang penanganannya utamanya yaitu dengan pengobatan kina. Namun studi menyangkut malaria yang lebih lengkap baru kemudian dimulai pada abad ke 20.

Malaria masih merupakan masalah kesehatan masyarakat yang penting di Indonesia. Lebih dari setengah penduduk Indonesia masih hidup di daerah dimana terjadi penularan malaria, sehingga berisiko

tertular malaria. Akibat dari perpindahan penduduk dan arus transportasi yang cepat, penderita malaria bisa dijumpai di daerah yang tidak ada penularan. Malaria juga dapat ditularkan secara langsung melalui transfusi darah atau jarum suntik yang tercemar darah serta dari ibu hamil kepada bayinya (Prabowo, 2004).

1. Pengertian Penyakit Malaria

Malaria adalah penyakit yang ditularkan melalui vektor (*vector-borne Disease*), dan disebabkan oleh parasit *Protozoa (Plasmodium)* yang ditularkan melalui nyamuk *Anopheles* betina. Malaria adalah suatu penyakit akut atau sering menjadi kronis yang disebabkan oleh parasit genus *Plasmodiumi*, class *Sporozoasida*, famili *Plasmodiidae*, ordo *Eucoccidiorida*. Terdapat 4 spesies parasit penyebab malaria pada manusia, yaitu *Plasmodium falciparum*, *Plasmodium vivax*, *Plasmodium malariae*, *Plasmodium ovale* (Soedarto, 2011).

Keempat spesies ini terdapat di Indonesia dan menimbulkan dampak serta ciri khas yang berbeda-beda, untuk lebih jelasnya dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. *Plasmodium falciparum* penyebab malaria tropika yang sering menyebabkan malaria yang berat/malaria otak dengan kematian. Disebut juga sebagai malaria *tertiana maligna*, *subtertiana*, *aestivo-autumal* maupun malaria *pernisiosa (pernicious)*.
- b. *Plasmodium vivax* penyebab malaria tertiana, atau tertiana benigna, tertiana simple.

- c. *Plasmodium malariae* penyebab malaria quartana.
- d. *Plasmodium ovale* penyebab malaria tertiana ovale. Parasit ini jarang sekali dijumpai, umumnya di Afrika dan Pasifik Barat. Di Indonesia pernah ditemukan dalam jumlah kecil/sedikit antara lain di Irian Jaya.

Seorang penderita dapat diinggapi oleh lebih dari satu jenis *Plasmodium*, infeksi demikian disebut infeksi campuran (*mixed infection*). Biasanya paling banyak dua jenis parasit, yakni campuran antara *Plasmodium falciparum* dengan *Plasmodium vivax* atau *Plasmodium malariae*. Kadang-kadang dijumpai tiga jenis parasit sekaligus, meskipun jarang sekali terjadi.

Gejala klasik malaria biasanya ditemukan pada penderita yang berasal dari daerah non endemis atau yang belum mempunyai kekebalan (*immunitas*) dan baru pertama kali menderita malaria. Gejala ini merupakan suatu *prokisme*, yang terdiri atas 3 stadium berurutan :

- a. Menggigil (selama 15-60 menit), terjadi setelah pecahnya *sizon* dalam eritrosit dan keluar zat-zat antigenik yang menimbulkan menggigil/dingin.
- b. Demam (selama 2-6 jam), timbul setelah penderita menggigil demam dengan suhu badan sekitar 37,5-40⁰C, pada penderita hiper parasitemia (lebih dari 5%) suhu meningkat sampai lebih dari 40⁰C.

- c. Berkeringat (selama 2-4 jam), timbul setelah demam, terjadi akibat gangguan metabolisme tubuh sehingga produksi keringat bertambah. Kadang-kadang dalam keadaan berat, keringat sampai membasahi tubuh seperti orang mandi. Biasanya setelah berkeringat, penderita merasa sehat kembali.

Daerah endemis malaria dimana penderita telah mempunyai imunitas terhadap malaria, gejala klasik tidak timbul berurutan, bahkan bisa jadi tidak ditemukan gejala tersebut atau kadang muncul gejala lain. Selain itu, pada malaria berat atau komplikasi sering juga ditemukan gejala klinis klasik disertai dengan salah satu gejala diantaranya : gangguan kesadaran (lebih dari 30 menit), kejang (beberapa kali), panas tinggi disertai gangguan kesadaran, mata kuning dan tubuh kuning, perdarahan di hidung, gusi dan saluran pencernaan, jumlah kencing berkurang, warna urin seperti teh tua, kelemahan umum (tidak bisa duduk/berdiri) dan sesak napas (Depkes RI, 2003).

2. Diagnosa Penyakit Malaria

a. Diagnosa Klinis

Diagnosa penyakit malaria didasarkan pada gejala dan tanda yang dialami penderita malaria akibat infeksi parasit *Plasmodium*. Gejala infeksi parasit ini umumnya ringan dimulai dengan rasa lemah, ada kenaikan suhu badan secara perlahan-

lahan dalam beberapa hari, kemudian diikuti dengan menggigil dan disertai dengan kenaikan suhu badan yang cepat. Biasanya diikuti dengan sakit kepala, mual dan diakhiri dengan keluar keringat yang banyak. Setelah diikuti dengan interval bebas demam, gejala menggigil, demam dan berkeringat berulang kembali, dapat terjadi tiap hari, dua hari sekali atau tiap 3 hari sekali. Lamanya serangan pada orang pertama kali diserang malaria yang tidak diobati berlangsung selama 1 minggu sampai 1 bulan atau lebih. Relaps yang sebenarnya ditandai dengan tidak adanya parasitemia dapat berulang sampai jangka waktu 5 tahun. Infeksi *malariae* dapat bertahan seumur hidup dengan atau tanpa adanya episode serangan demam. Orang yang mempunyai kekebalan parsial atau yang telah memakai obat *profilaksis* tidak menunjukkan gejala khas malaria dan mempunyai masa inkubasi yang lebih panjang.

Keluhan *prodromal* dapat terjadi sebelum terjadi demam. Keluhan tersebut antara lain : kelesuan/*malaise*, sakit kepala, sakit tulang belakang, nyeri pada tulang/otot, *anorexia*, perut tidak enak, diare ringan dan kadang-kadang merasa dingin di punggung. Keluhan *prodromal* sering terjadi pada *Plasmodium vivax* dan *Plasmodium ovale* sedang pada *Plasmodium falciparum* dan *Plasmodium malariae*, keluhan prodromal tidak jelas bahkan gejalanya mendadak.

Trias malaria atau biasanya dikenal dengan gejala klasik malaria secara berurutan dapat dijelaskan sebagai berikut :

1) Periode Dingin

Mulai menggigil, kulit dingin dan kering, pucat sampai *sianosis* seperti orang kedinginan. Periode ini berlangsung 15 menit sampai 1 jam diikuti dengan meningkatnya temperatur.

2) Periode Panas

Penderita muka merah, kulit panas dan kering, nadi cepat dan panas badan tinggi dapat sampai 40°C atau lebih, respirasi meningkat, nyeri kepala, nyeri retro orbital, muntah-muntah, dapat terjadi syok, kesadaran terjadi kejang (pada anak). Periode ini lebih lama dari fase dingin, dapat sampai 2 jam atau lebih diikuti dengan keadaan berkeringat.

3) Periode Berkeringat

Penderita berkeringat mulai temporal, diikuti seluruh tubuh, sampai basah, temperatur turun, penderita merasa capek dan sering tertidur. Bila penderita bangun akan merasa sehat dan dapat melakukan pekerjaan seperti biasa.

Diagnosis klinis ditegakkan berdasar gejala-gejala klinis yang dialami penderita dan dikonfirmasi dengan pemeriksaan fisik. Salah satu kesulitan diagnosis ini adalah kita tidak dapat memastikan secara pasti diagnosis yang sebenarnya. Manifestasi klinis demam malaria seringkali tidak khas dan menyerupai

penyakit infeksi lain (demam dengue, demam tifoid) sehingga menyulitkan para klinisi untuk mendiagnosis malaria dengan mengandalkan pengamatan manifestasi klinis saja, untuk itu diperlukan pemeriksaan laboratoris untuk menunjang diagnosis malaria sedini mungkin (Harijanto, 2000).

b. Diagnosa Mikroskopis

Parasit malaria dapat diidentifikasi dengan pemeriksaan mikroskop dari apusan darah pasien (*blood smear*) pada *slide*. Teknik ini adalah *Gold Standar* untuk konfirmasi penyakit malaria. Namun, bagaimanapun, pemeriksaan ini tergantung pada kualitas reagen, mikroskop dan pengalaman tenaga laborannya.

- 1) Keuntungan dari pemeriksaan ini adalah tekniknya sederhana dan familiar untuk tenaga-tenaga laboran pada negara-negara endemis. Di daerah dimana pemeriksaan mikroskop menjadi standar, misalnya pemeriksaan BTA untuk TB, maka pemeriksaan untuk malaria ini pun dapat dilakukan.
- 2) Kerugiannya adalah pemeriksaan ini menjadi tidak dapat dipercaya jika dilakukan oleh tenaga yang tidak terlatih dan terawasi serta tidak berpengalaman, atau karena kualitas reagen yang jelek, suplai listrik untuk mikroskop tidak tersedia, laborannya tidak familiar dengan parasit malaria sehingga tidak dapat menemukan karena tidak mengenalinya.

Di Indonesia ada 4 jenis spesies *Plasmodium* yang teridentifikasi pada penderita malaria yang diperiksa secara mikroskopis, adapun karakteristik umum dari masing-masing spesies tersebut adalah :

1) *Plasmodium falciparum*

Morfologi *trophozoite* berupa cincin/ring kecil dengan diameter kurang dari 1/3 diameter *eritrosit* normal. Bentuk cincin halus, mempunyai sitoplasma berwarna biru, kromatin ini merah dan *Plasmodium falciparum* adalah satu-satunya spesies yang dapat mempunyai 2 kromatin inti (double chromatin).

Bentuk skizonnya jarang ada dalam sirkulasi darah tepi, dan jika ditemukan skizon dalam darah tepi hal ini merupakan tanda malaria berat. Bentuk gametositnya sangat khas yaitu elips (crescent) berpigmen warna hitam dengan sitoplasma kuning. Pada apusan darah tipis mudah diidentifikasi adanya presipitasi Hb berupa bintik merah kasar dalam sitoplasma eritrosit terinfeksi yang disebut bintik Maurer.

2) *Plasmodium vivax*

Plasmodium vivax biasanya menginfeksi eritrosit muda (retikulosit) yang diameternya lebih besar dibanding eritrosit normal dan sering terdapat bintik halus Schufner sebagai hasil denaturasi Hb. Bentuk trophozoite mula-mula mirip

Plasmodium falciparum dengan diameter kira-kira 1/3 diameter eritrosit terinfeksi. Seiring dengan maturasinya, trophozoit vivax berubah menjadi bentuk oval dan pigmen kuning tengguli. Gametosit berbentuk oval hampir memenuhi seluruh eritrosit, kromatin inti eksentris, pigmen kuning tengguli.

3) *Plasmodium malariae*

Trophozoit *Plasmodium malariae* serupa dengan *Plasmodium vivax* tetapi lebih kecil dan sitoplasmanya lebih kompak/lebih biru. Trophozoit matur mempunyai granula coklat tua sampai hitam dan kadang mengumpul sampai membentuk pita. Skizon mempunyai 8-10 merozoit yang tersusun seperti kelopak bunga/rosette. Bentuk gametosit sangat mirip dengan *Plasmodium vivax* tetapi lebih kecil.

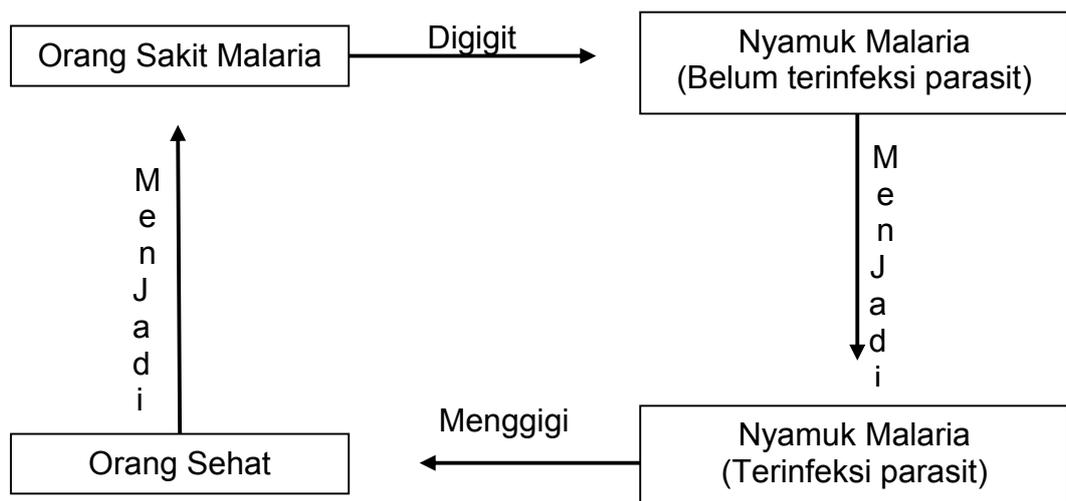
4) *Plasmodium ovale*

Plasmodium ovale juga terdapat di Indonesia walaupun dilaporkan banyak terdapat di Afrika. Bentuk trophozoitnya mirip *Plasmodium malariae*. Karakteristik yang dapat dipakai untuk identifikasi adalah bentuk eritrosit yang terinfeksi *Plasmodium ovale* biasanya oval atau iregular dan fimbriated. Skizon hanya mempunyai 8 merozoit dengan masa pigmen hitam di tengah.

3. Cara Penularan Malaria

a. Penularan Secara Alamiah (*Natural Infection*)

Malaria ditularkan oleh nyamuk *Anopheles*. Dari 80 spesies yang ada, hanya kurang dari 16 jenis diantaranya yang berpotensi menjadi vektor penyebar malaria di Indonesia. Gambar 1 memperlihatkan bagian penularan malaria secara alamiah dari orang sakit ke orang sehat.



Gambar 1. Cara penularan malaria secara alamiah (Depkes RI, 2003)

Penjelasan secara sederhana :

- 1) Orang sakit malaria : digigit nyamuk (vektor) penyebar penyakit malaria. Saat nyamuk menghisap darah orang sakit itu, maka akan terbawa parasit malaria yang ada di dalam darah.

- 2) Nyamuk vektor penyebab penyakit : nyamuk yang telah menghisap darah orang sakit akan terinfeksi oleh parasit malaria. Dalam tubuh nyamuk terjadi siklus hidup parasit malaria (seksual).
- 3) Nyamuk vektor penyebar penyakit : nyamuk yang terinfeksi parasit malaria (sporozoit) menggigit orang sehat.
- 4) Orang sehat : digigit nyamuk malaria yang telah terinfeksi oleh Plasmodium. Pada saat menggigit maka parasit malaria yang ada dalam tubuh nyamuk masuk ke dalam darah manusia. Kemudian manusia sehat akan menjadi sakit. Dalam tubuh manusia akan terjadi siklus hidup parasit malaria (aseksual).

b. Penularan Yang Tidak Alamiah

1) Malaria Bawaan (*congenital*)

Terjadi pada bayi yang baru lahir karena ibunya menderita malaria. Penularan terjadi melalui tali pusat atau *Plasenta*.

2) Secara Mekanik

Penularan terjadi melalui transfusi darah atau melalui jarum suntik. Penularan pada jarum suntik terjadi pada para morfinis yang menggunakan jarum suntik yang tidak steril. Pada penderita yang dirawat dan mendapatkan suntikan intravena dengan menggunakan alat suntik yang dipergunakan untuk menyuntik beberapa pasien, dimana alat suntik tersebut seharusnya dibuang sekali pakai.

3) Secara Oral (melalui mulut)

Cara penularan ini pernah dibukti pada burung, ayam (*Plasmodium galinasium*), burung dara (*Plasmodium relection*) dan monyet (*Plasmodium knowlesi*). Pada umumnya sumber infeksi malaria pada manusia adalah manusia lain yang menderita malaria, baik dengan gejala atau tanpa gejala (Depkes RI, 2003).

4. Penyebaran Malaria

Penyebaran keempat *Plasmodium* malaria berbeda menurut geografi dan iklim. *Plasmodium falciparum* banyak ditemukan didaerah tropik beriklim panas dan basah. *Plasmodium vivax* banyak ditemukan didaerah beriklim dingin, sub tropik sampai daerah tropik. *Plasmodium ovale* lebih banyak ditemukan di Afrika yang beriklim tropik dan pasifik barat.

Spesies yang banyak dijumpai di Indonesia adalah *Plasmodium falciparum* dan *Plasmodium vivax* sedangkan *Plasmodium ovale* pernah ditemukan di Papua dan Nuda Tenggara Timur. Penyakit malaria dapat berakibat menurunkan status kesehatan dan kemampuan bekerja penduduk dan menjadi hambatan penting untuk pembangunan sosial dan ekonomi. Penduduk yang paling berisiko terkena malaria adalah anak balita, wanita hamil dan penduduk non-imun yang mengunjungi daerah endemik malaria seperti pekerja migran (khususnya kehutanan, pertanian,

pertambahan), pengungsi, transmigran dan wisatawan (Arsin. A, 2012).

Tabel 3. Distribusi nyamuk malaria di Indonesia Bagian Timur (Harijanto, 2000)

No.	Propinsi	Predominan
1	Sulawesi Utara	<i>An. barbirostis</i> , <i>An. subpictus</i> , <i>An. sundaicus</i>
2	Sulawesi Tengah	<i>An. barbirostis</i> , <i>An. subpictus</i>
3	Sulawesi Selatan	<i>An. barbirostis</i> , <i>An. subpictus</i> , <i>An. Sundaicus</i>
4	Sulawesi Tenggara	<i>An. aconitus</i> , <i>An. sundaicus</i> , <i>An. balabancensis</i> , <i>An. barbirostis</i> , <i>An. maculatus</i> , <i>An. subpictus</i>
5	Nusa Tenggara Barat	<i>An. aconitus</i> , <i>An. sundaicus</i> , <i>An. balabancensis</i> , <i>An. barbirostis</i> , <i>An. maculatus</i> , <i>An. subpictus</i>
6	Nusa Tenggara Timur	<i>An. aconitus</i> , <i>An. sundaicus</i> , <i>An. balabancensis</i> , <i>An. barbirostis</i> , <i>An. maculatus</i> , <i>An. subpictus</i>
7	Maluku	<i>An. subpictus</i> , <i>An. farauti</i> , <i>An. punctulatus</i>
8	Irian Jaya	<i>An. farauti</i> , <i>An. koliensis</i> , <i>An. punctulatus</i>

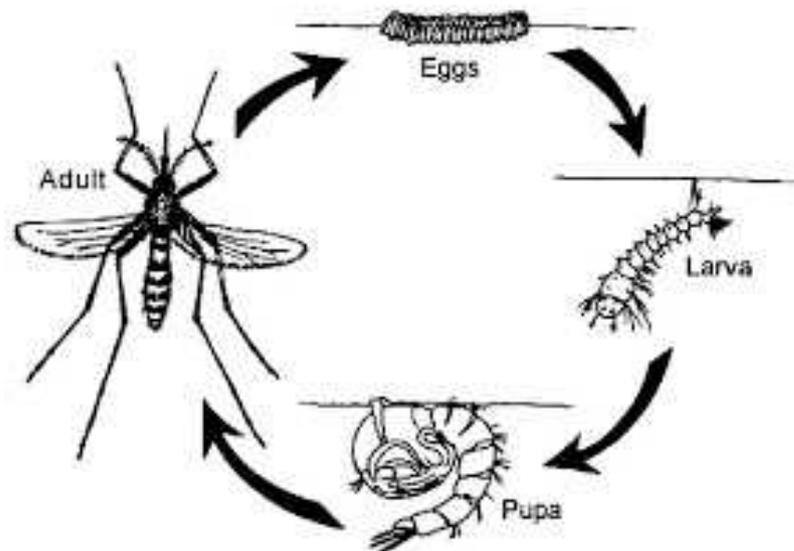
B. Vektor Malaria

1. Daur Hidup Nyamuk

Semua serangga termasuk nyamuk dalam daur hidupnya (siklus hidupnya) mempunyai tingkatan-tingkatan tertentu dan kadang-kadang tingkatan itu satu dengan lainnya sangat berbeda. Semua nyamuk mengalami metamorfosa sempurna (holometabola) mulai dari telur, larva, kepompong/pupa dan dewasa. Larva dan pupa hidup di air sedangkan dewasa hidup di darat. Dengan demikian nyamuk

dikenal memiliki 2 macam alam hidupnya, yaitu kehidupan di dalam air dan kehidupan di luar air yaitu darat/udara (Sembel, 2009).

Tingkat kehidupan nyamuk adalah :



Gambar 2. Siklus hidup nyamuk (Depkes RI, 2003)

Nyamuk termasuk serangga yang melangsungkan siklus kehidupan di air. Kelangsungan kehidupan nyamuk akan terputus apabila tidak ada air. Nyamuk dewasa akan meletakkan telurnya di permukaan air. Nyamuk mengeluarkan telur sebanyak $\pm 100 - 300$ butir telur sekali bertelur dan besarnya telur sekitar 0,5 mm. Setelah 1 – 2 hari telur itu menetas menjadi larva yang baru dan sangat halus seperti jarum. Selama periode larva dalam pertumbuhannya akan berganti kulit sebanyak 4 kali. Waktu yang diperlukan untuk pertumbuhan larva menjadi kepompong sekitar 8 – 10 hari tergantung suhu, makanan dan spesies nyamuk. Setelah 8 sampai 10 hari maka

larva itu akan berubah menjadi kepompong (pupa). Kepompong merupakan tingkat (stadium) istirahat dan tidak makan. Pada stadium ini terjadi proses pembentukan alat-alat tubuh nyamuk dewasa seperti alat kelamin, sayap dan kaki. Tingkat memerlukan waktu 1 – 2 hari. Setelah cukup waktu dari kepompong akan keluar nyamuk dewasa yang telah dapat dibedakan antara jantan dan betina dari alat kelaminnya (Depkes RI, 2003).

Nyamuk yang baru keluar setelah bersentuhan dengan udara, tidak lama kemudian akan terbang, dan mencari darah untuk makanannya. Umur nyamuk relatif pendek, nyamuk jantan umumnya lebih pendek (kurang seminggu), sedangkan nyamuk betina umumnya lebih panjang sekitar rata-rata 1 – 2 bulan.

Nyamuk jantan akan terbang di sekitar tempat perkembangbiakannya dan makan cairan tumbuhan yang ada disekitarnya. Nyamuk betina hanya kawin satu kali untuk seumur hidupnya. Perkawinan biasanya terjadi setelah 24 – 48 jam setelah keluar kepompong. Makanan nyamuk betina adalah darah, yang dibutuhkan untuk pertumbuhan telurnya. Nyamuk *Anopheles* dapat terbang mencapai 0,5 – 5 km. Nyamuk jantan tubuhnya lebih kecil dibandingkan dengan nyamuk betina (Depkes RI, 2003).

2. Tempat-tempat Perkembangbiakan Nyamuk

Tempat perkembangbiakan nyamuk *Anopheles* adalah genangan-genangan air, baik air tawar maupun air payau, tergantung

dari jenis nyamuknya. Air itu tidak boleh tercemar atau terpolusi dan harus selalu berhubungan dengan tanah. Tempat perkembangbiakan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti salinitas, kelembaban, curah hujan, dan suhu. Tempat perkembangbiakan vektor di air payau terdapat di muara-muara sungai yang tertutup hubungannya ke air laut dan rawa-rawa adalah cocok untuk tempat perkembangbiakan *Anopheles sundaicus* dan *Anopheles subpictus*. Sedangkan tempat perkembangbiakan air tawar berupak sawah, mata air terusan, kanal genangan di tepi sungai, bekas jejak kaki, roda kendaraan dan bekas lobang galian adalah cocok untuk tempat berkembang biak *Anopheles maculatus* dan *Anopheles balabacensis* (Depkes RI, 2003).

Nyamuk *Anopheles* betina mempunyai kemampuan untuk memilih tempat perkembangbiakan yang sesuai dengan kesenangannya dan kebutuhannya. Ada spesies yang senang kena matahari (*Anopheles sundaicus*) dan ada pula yang senang di tempat-tempat yang teduh (*Anopheles umbrosus*). Spesies yang satu berkembang biak di air payau dan yang lain berkembang biak di air tawar.

a. *Anopheles sundaicus*

Berkembang biak di air payau, yaitu campuran antara air tawar dan air asin dengan kadar garam optimum antara 12 – 18 ‰ perliter. Genangan yang baik untuk perkembangan *Anopheles sundaicus* adalah genangan air payau terbuka sehingga langsung

menerima sinar matahari dan permukaan tertutup tanaman air (ganggang) yang terapung. Seperti pada muara sungai, tambak ikan, galian-galian yang terisi air di sepanjang pantai dan lain-lain.

Terdapat hubungan yang kuat antara curah hujan dan densitas disuatu daerah, dengan puncak pada bulan Juni. Larva *Anopheles subpictus* biasa ditemukan bersama-sama larva *Anopheles sundaicus*, keduanya berkembang biak di air payau. Larva lebih toleran dengan kadar garam rendah dan tinggi.

b. *Anopheles aconitus*

Tempat perkembangbiakan utama adalah sawah dan saluran irigasi. Sawah yang berteras adalah disukai. Di sawah yang datar dan tergenang ditemukan dengan densitas yang rendah. Selain di sawah jentik nyamuk juga ditemukan pada sungai yang alirannya rendah dan kolam air tawar.

c. *Anopheles umbrosus*

Nyamuk hutan dan larva hidup di air yang tidak mengalir atau mengalir perlahan dalam hutan yang terlindung sinar matahari langsung.

d. *Anopheles barbirostris*

Tempat perkembangbiakan adalah sawah dan saluran irigasi, kolam dan rawa-rawa. Penyebaran nyamuk jenis ini mempunyai hubungan cukup kuat dengan curah hujan di suatu daerah.

e. *Anopheles brancofti*

Larva banyak ditemukan pada air yang luas seperti rawa-rawa yang terlindung, juga ditemukan di saluran air dan mata air yang terlindung dan berumput.

f. *Anopheles farauti*

Larva ditemukan mulai dari pantai sampai ke pedalaman baik air payau maupun air tawar. Tempat perkembangbiakan nyamuk umumnya pada air permanen seperti rawa-rawa, kolam kangkung, pinggiran kolam ikan, tepi sungai dan parit. Larva juga ditemukan di tempat air non permanen seperti bekas perahu, ban dan lain-lainnya.

g. *Anopheles punctulatus*

Banyak ditemukan pada genangan sementara seperti air pada ban bekas, bekas injakan kaki. Umumnya ditempat yang terbuka.

h. *Anopheles maculatus*

Nyamuk ini berkembang biak di daerah pegunungan, dimana tempat perkembangbiakan yang spesifik vektor *Anopheles maculatus* adalah di sungai yang kecil dengan air jernih, mata air yang mendapat sinar matahari langsung. Di kolam dengan air jernih juga ditemukan jentik nyamuk ini, meskipun densitasnya rendah. Densitas *Anopheles maculatus* tinggi pada musim kemarau, sedangkan pada musim hujan vektor jenis ini agak

berkurang karena tempat perkembangbiakan hanyut terbawa banjir.

C. Karakteristik Tempat Perkembangbiakan Nyamuk

1. Tipe Tempat Perkembangbiakan

Tipe tempat perkembangbiakan yang berpotensi sebagai habitat larva *Anopheles* antara lain parit, kobakan, saluran irigasi, kubangan, kolam, sungai, mata air, sawah, kali, lagoon, rawa-rawa, sumur, kontainer buatan, tapak ban/tapak hewan, plastik/kaleng bekas, unuse boat/perahu bekas, tambak produktif, tambak terlantar, dan bekas tempurung kelapa. Tipe tempat perindukan nyamuk sesuai dengan habitat spesies *Anopheles* tertentu.

2. Luas Tempat Perkembangbiakan

Luas tempat perkembangbiakan adalah ukuran tempat perkembangbiakan larva. Berdasarkan beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, keberadaan larva *Anopheles* spp. tidak dipengaruhi oleh ukuran tempat perkembangbiakan karena semua spesies *Anopheles* yang ditemukan dapat hidup dengan luas *breeding site* yang bervariasi.

3. Pencahayaan Tempat Perkembangbiakan

Tempat perkembangbiakan larva *Anopheles* ada yang bersifat terbuka dan tertutup. Tempat perkembangbiakan yang terlindung oleh

flora disekitarnya disebut tertutup sedangkan yang tidak terlindung disebut terbuka. *An. sondaicus* dan *An. mucaltus* senang berkembang biak pada tempat yang langsung mendapat sinar matahari sedangkan *An. vagus* dan *An. barbumrosis* senang pada tempat perkembangbiakan yang terlindungi dari matahari. *An. barbirostis* dapat hidup baik di tempat teduh maupun yang terang.

4. Lingkungan Biologis (Flora dan Fauna)

Habitat larva *Anopheles* selalu berasosiasi dengan bermacam-macam tumbuhan air. Tumbuhan yang dimaksud adalah tumbuhan yang ada disekitar perindukan (luar dan dalam) yang mempengaruhi kehidupan larva karena dapat menghalangi masuknya sinar matahari serta melindungi dari serangan makhluk hidup lainnya. Disamping itu ada juga tumbuhan yang menjadi penghalang kehidupan larva antara lain *Wolfia*, *Anacharis* dan *Trapa* yang mencegah atau menghalangi kehidupan larva di perindukan karena tumbuhan tersebut terlalu rapat dan tertutup.

Tanaman air yang mempengaruhi pertumbuhan larva antara lain lumut (*Bryophyta*), ganggang (*Algae*), rumput (*Poaceae*), kiambang (*Salvinia molesta*), *Hydrilla verticillata*, *Ipomea aquatic* (kangkung), eceng gondok (*Echornia* sp), talas-talasan (*Colocasia* sp), padi (*Oryza sativa*), Lotus/teratai, dan serasah.

Fauna air yang dimaksudkan adalah hewan yang berpencahayaan predator yang memakan larva nyamuk *Anopheles*

sehingga menurunkan populasi larva. Fauna air yang dapat menurunkan populasi larva *An. quadrimaculatus* dan *An. crucians* adalah kumbang air (*Hydrophilidae*) dan kumbang penyelam (*Dystiscidae*). Predator yang biasa didapatkan antara lain kecebong, ikan-ikan kecil, nimpha capung (*Anax junius*), udang-udangan, anggang-anggang (*Gerridae*), *Cyclops*, *Ephymeroptera*.

5. Suhu Air

Suhu air merupakan ukuran energi gerakan partikel, yang diukur dalam satuan Celsius (C), Reamur (R), Fahrenheit (F) atau Kelvin (K). Suhu diukur dengan *thermometer* maksimum – minimum. Suhu air mempengaruhi perkembangan larva *Anopheles*.

Suhu mempengaruhi sifat kimia dan fisik air, migrasi organisme, laju metabolisme, kebutuhan akan oksigen terlarut dan daya racun sebagai pencemar. Temperatur optimum untuk pertumbuhan jentik nyamuk berbeda pada berbagai zona geografis di daerah tropis dengan temperatur air 23 – 27°C, maka stadium dewasa nyamuk akan selesai dalam waktu kurang dua minggu.

Pengaruh suhu ini terlihat bervariasi. *Anopheles subpictus* hidup di air pada suhu di atas 30°C, *Anopheles clavenger* hidup pada suhu 22 – 30°C, *Anopheles cruzii* hidup pada suhu 20 – 30°C dan *Anopheles hyrcanus* hidup pada suhu 16 – 30°C, serta berkembang lebih cepat pada suhu 27 – 28°C. *Anopheles quadrimaculatus* pada

suhu di bawah $11,7^{\circ}\text{C}$ tidak dapat berkembang secara baik. Suhu rata-rata untuk pertumbuhan larva nyamuk berkisar $25 - 27^{\circ}\text{C}$.

6. Salinitas

Salinitas adalah merupakan indeks jumlah total zat terlarut dalam air laut. Salinitas dihitung dalam jumlah gram garam terlarut dalam 1000 gram air laut. Dalam 1 kg air laut terdapat kira-kira 35 gram garam terlarut, konsentrasi tersebut dinyatakan sebagai 35 ppt (*part per thousand*) atau 35 ‰ (per mil). Nilai salinitas air laut berkisar antara 33 – 38 per mil. Alat untuk mengukur salinitas disebut *salinometer*.

7. pH Air

pH merupakan konsentrasi ion hidrogen dalam sebuah larutan yaitu berat gram ion hidrogen per liter air. pH dirumuskan dengan $-\log(\text{H}^+)$. Nilainya berkisar antara 1 – 14. Jika $\text{pH} = 7$ berarti larutan netral, jika pH di bawah 7 berarti pH bersifat asam dan jika pH lebih dari 7 berarti larutan bersifat basa. Alat untuk mengukur pH disebut dengan pH meter/comparator.

pH mempunyai peranan penting dalam pengaturan respirasi dan fotosintesis. Dengan bertambahnya kedalaman maka pH cenderung menurun, hal ini diduga berhubungan dengan kandungan CO_2 .

D. Pencegahan Penyakit Malaria

Pencegahan terhadap penyakit malaria dapat dilakukan dengan beberapa cara, diantaranya pencegahan terhadap parasit, yakni :

1. Dengan pengobatan profilaksis atau pengobatan pencegahan, dan
2. Pencegahan terhadap vektor atau gigitan nyamuk yakni pencegahan yang sederhana dan dapat dilakukan oleh sebagian besar masyarakat, antara lain :
 - a. Menghindari atau mengurangi gigitan nyamuk malaria dengan cara tidur menggunakan kelambu, tidak berada di luar rumah pada malam hari, menggunakan anti nyamuk bakar, mengolesi badan dengan obat anti gigitan nyamuk, memasang kasa pada jendela rumah serta menjauhkan kandang dari rumah.
 - b. Pembersihan sarang nyamuk (PSN) dengan cara membersihkan semak-semak di sekitar rumah, hindari gantungan kain-kain dalam rumah, di dalam rumah tidak terdapat tempat-tempat yang gelap dan lembab, mengalirkan genangan air.
 - c. Membunuh nyamuk dewasa dengan menggunakan insektisida.
 - d. Membunuh jentik-jentik dengan menebarkan ikan pemakan jentik.
 - e. Membunuh jentik dengan penyemprotan larvasida.
3. Melakukan pencegahan dengan vaksinasi malaria.

Pencegahan malaria dengan vaksinasi didasarkan pada siklus hidup parasit yang serba kompleks, baik selama berkembang biak di dalam tubuh manusia maupun pertumbuhan di dalam tubuh nyamuk, telah

membuka lebih banyak kemungkinan untuk melakukan pencegahan secara imunologis. Dengan adanya vaksinasi malaria, dapat dicegah terbentuknya sporozoit, pertumbuhan parasit dalam hati, pertumbuhan parasit pada stadium aseksual eritrosit, pertumbuhan gametosit atau membuat gametosit tidak efektif terhadap nyamuk. Masalah yang didapatkan dengan cara vaksinasi ini adalah sulit mendapatkan sporozoit dalam jumlah besar, kekebalan/imunitas yang dihasilkan mempunyai daya pelindung yang pendek, misalnya vaksin sporozoit 3 bulan, vaksin merozoit 1 tahun (Depkes RI, 2003).

Hasil penelitian sebelumnya yang relevan dengan penelitian ini

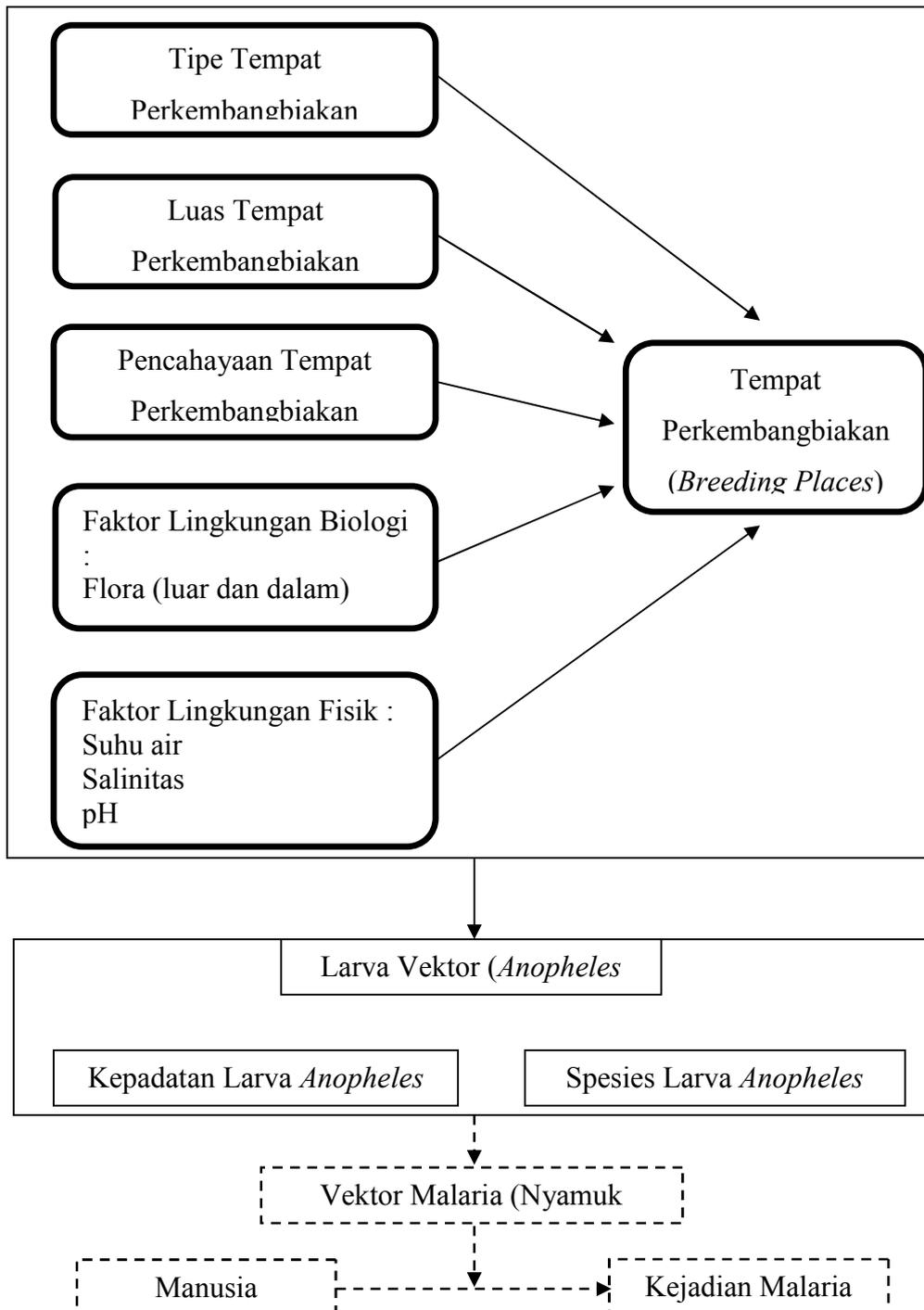
Tabel 4. Sintesa hasil penelitian yang relevan

No	Peneliti (Tahun)	Masalah Utama	Karakteristik Studi			Temuan
			Subyek	Instrumen	Metode/Desain	
1	Amirullah (2012)	Karakteristik Larva <i>Anopheles</i>	pH Salinitas Suhu	pH meter Salinator Thermometer	Deskriptif	pH antara 6 -7 Salinitas antara 0 – 10 ppt Suhu antara 26 – 40 ⁰ C
2	Marhadi (2011)	Karakteristik Ekologi dan Kepadatan Larva <i>Anopheles</i>	Suhu Salinitas pH	Thermometer Salinometer pH meter	Ecology study	Suhu antara 22-28 ⁰ C Salinitas antara 0-5 ‰ pH antara 7,2-9,3 ‰
3	Suwito (2010)	Hubungan Kepadatan Nyamuk	Suhu	Thermometer		Suhu antara 25,60-27,30 ⁰ C
4	Ernamaiyan ti, dkk. (2010)	Faktor-faktor Ekologis Larva <i>Anopheles</i> Habitat Nyamuk	Suhu Salinitas pH air Kedalaman Arus air Dasar air Warna air DO	Thermometer Salinometer pH meter	Survei Deskriptif	Suhu antara 33,83-34,17 ⁰ C Salinitas 0 ‰ pH antara 4,10 - 4,13 Kedalaman antara 23,9-95,5 Arus air antara 0-0,25 cm/dtk Dasar air berlumpur Warna air coklat DO 4,23 - 4,30 mg/l

5	Syamsuddin (2009)	Karakteristik Tempat Perindukan Larva <i>Anopheles</i>	Salinitas Suhu pH Lingkungan Biologi	Salinator Thermometer pH meter Jaring ikan Cidukan	Cross Sectional Study	Salinitas antara 0-25 Suhu antara 34-36 ⁰ C pH antara 6,9-7,9 lingkungan biologi (tumbuhan air dan ikan)
---	----------------------	--	--	--	-----------------------------	---

E. Kerangka Teori

Adapun kerangka teori pada penelitian ini sebagai berikut:



Gambar 3. Kerangka teori (Depkes RI, 2004)

F. Kerangka Konsep

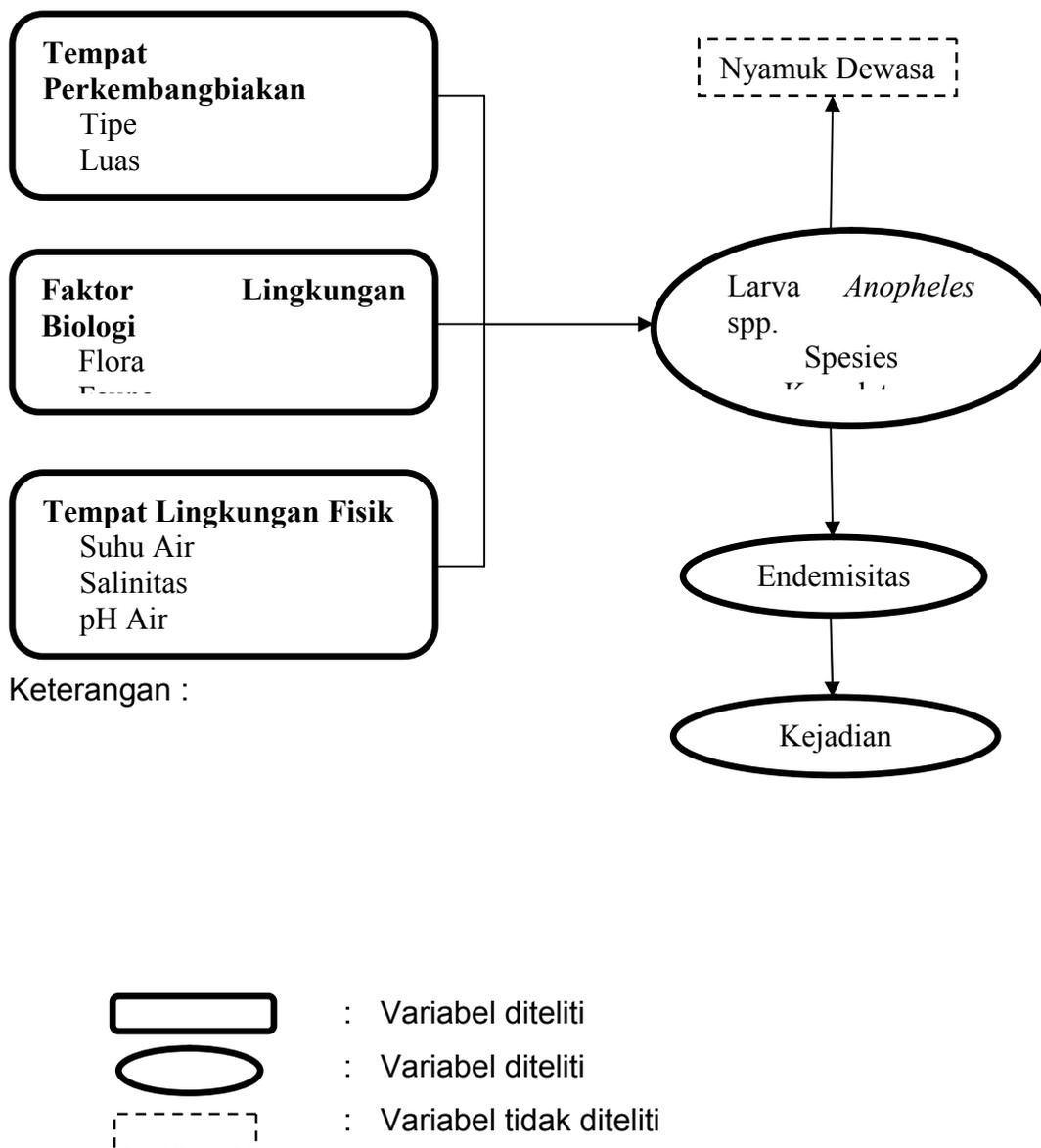
Penyakit malaria di Indonesia masih merupakan masalah kesehatan yang utama di beberapa daerah terutama di daerah endemis. Berbagai masalah yang dihadapi oleh dinas terkait dan masyarakat dalam menanggulangi penyakit malaria ini. Masalah tersebut antara lain perilaku masyarakat yang memudahkan transmisi malaria, strategi pengendalian yang kurang tepat, ketidakdisiplinan minum obat dan yang menjadi masalah utama yang dihadapi dalam usaha pengendalian vektor malaria adalah resistensi terhadap pengobatan penderita dan resistensi vektor terhadap insektisida. Semenjak dilaporkannya kasus resistensi pestisida pada tahun 1974 di Kalimantan sampai sekarang resistensi obat maupun resistensi pada penderita ditemukan hampir diseluruh wilayah endemitas malaria di Indonesia.

Terjadinya penyakit malaria adalah akibat dari adanya interaksi antara agent (*Plasmodium*), host (manusia dan nyamuk *Anopheles*) dan environment atau lingkungan (fisik, curah hujan, biologi, kimia dan sosial budaya). Interaksi antara agent, host dan environment secara epidemiologis akan saling mempengaruhi satu sama lain yang bila terjadi ketidakseimbangan akan mengakibatkan kesakitan bahkan kematian akibat malaria.

Faktor risiko kejadian malaria berkenaan dengan nyamuk, baik karakteristik maupun bionomiknya. Telah diketahui bahwa di Indonesia

terdapat 90 spesies dan beberapa dianggap memiliki kemampuan untuk menjadi vektor penular penyakit malaria.

Adapun kerangka konsep pada penelitian ini sebagai berikut:



Gambar 4. Kerangka konsep

G. Hipotesis Penelitian

1. Ada pengaruh antara tempat perkembangbiakan dan kepadatan larva *Anopheles* terhadap kejadian malaria di wilayah Puskesmas Ch. M. Tiahahu

H. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

1. Kejadian Malaria

Adalah jumlah penderita malaria klinis maupun positif yang tercatat pada puskesmas selama 3 bulan terakhir.

2. Kepadatan Larva

Kepadatan larva adalah jumlah larva *Anopheles* spp.. yang didapatkan setelah dilakukan pencidukan pada tempat perkembangbiakan dibagi dengan jumlah cidukan yang dilakukan.

Untuk menghitung kepadatan larva digunakan rumus sebagai berikut:

$$K = \frac{\text{Jumlah larva yang tertangkap per cidukan}}{\text{Jumlah cidukan}}$$

Kriteria Objektif :

- a. Padat : Jika hasil diperoleh ≥ 1
 - b. Tidak padat : Jika hasil diperoleh < 1
3. Spesies adalah spesies larva *Anopheles* spp. yang ditemukan pada saat penelitian.
 4. Tempat perkembangbiakan adalah tempat yang terdapat genangan air sementara atau tetap, mengalir atau tidak mengalir yang

memungkinkan sebagai tempat perkembangbiakan Larva *Anopheles* spp. yang merupakan *Breeding site*.

5. Tipe habitat perkembangbiakan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah tempat alamiah yang terdapat genangan air yang diduga sebagai tempat potensial perindukan larva *Anopheles* antara lain parit, kobakan, saluran irigasi, kubangan, kolam, sungai, mata air, sawah, kali, lagoon, rawa-rawa, sumur, kontainer buatan, tapak ban/tapak hewan, plastik/kaleng bekas, unuse boat/perahu bekas, tambak produktif, tambak terlantar, dan bekas tempurung kelapa.
6. Luas habitat perkembangbiakan adalah ukuran tempat perkembangbiakan larva yang diukur menggunakan *roll* meter. Luas habitat diperoleh dengan mengalikan panjang dan lebar sehingga satuan yang digunakan adalah meter persegi (m^2).
7. Pencahayaan habitat perkembangbiakan adalah berpencahayaan terbuka atau tertutup yang ditandai dengan adanya tumbuhan air disekitar habitat perkembangbiakan.

Kriteria Objektif:

- a. Habitat terbuka : Jika 50% bagian habitat perkembangbiakan dapat ditembus oleh sinar matahari
 - b. Habitat tertutup : Jika 50% bagian habitat perkembangbiakan tidak dapat ditembus oleh sinar matahari.
8. Flora adalah jenis tumbuhan yang tumbuh di air tempat perkembangbiakan pada saat penelitian. Tumbuhan tersebut antara

lain tumbuhan bakau, lumut, ganggang dan tumbuhan-tumbuhan-tumbuhan lainnya.

Kriteria Objektif:

- a. Ada Flora : Jika pada tempat perkembangbiakan ditemukan hidup tumbuhan air misalnya: lumut (*Bryophyta*), ganggang (*Algae*), rumput (*Poaceae*), kiambang (*Salvinia molesta*), *Hydrilla verticillata*, kangkung (*Ipomea aquatic*), eceng gondok (*Echornia sp*), talas-talasan (*Colocalia sp*), padi (*Oryza sativa*), dan teratai.
 - b. Tidak ada Flora : Jika pada tempat perkembangbiakan tidak ditemukan tumbuhan air misalnya: lumut (*Bryophyta*), ganggang (*Algae*), rumput (*Poaceae*), kiambang (*Salvinia molesta*), *Hydrilla verticillata*, kangkung (*Ipomea aquatic*), eceng gondok (*Echornia sp*), talas-talasan (*Colocalia sp*), padi (*Oryza sativa*), dan teratai.
9. Fauna (predator) adalah hewan (ikan, udang, larva pemakan jentik, dll) yang hidup disekitar tempat perkembangbiakan dan berpotensi sebagai pemakan larva dan ditemukan pada saat penelitian. Predator yang dimaksud seperti kecebong, ikan-ikan kecil, nimpha capung

(*Anax junius*), udang-udangan, Anggang-anggang (*Gerrida* sp), *Cyclops*, dan *Ephymeroptera*.

Kriteria Objektif:

- a. Ada Fauna : Jika ditemukan hewan air seperti kecebong, ikan-ikan kecil, nimpha capung (*Anax junius*), udang-udangan, Anggang-anggang (*Gerrida* sp), *Cyclops*, dan *Ephymeroptera* pada tempat perkembangbiakan.
- b. Tidak Ada Fauna : Jika tidak ditemukan hewan air seperti kecebong, ikan-ikan kecil, nimpha capung (*Anax junius*), udang-udangan, Anggang-anggang (*Gerrida* sp), *Cyclops*, dan *Ephymeroptera* pada tempat perkembangbiakan.

10. Suhu air adalah tingkat suhu air tempat perkembangbiakan yang dicatat pada saat penelitian dengan satuan $^{\circ}\text{C}$. Alat yang digunakan untuk mengukur suhu adalah Thermometer air (Thermo-Hygrometer merek Corona).

Kriteria Objektif:

- a. Mendukung : Jika suhu air mendukung berkembangbiaknya jentik *Anopheles* (25°C – 32°C)

- b. Tidak mendukung : Jika suhu air tidak mendukung berkembang biaknya jentik *Anopheles* ($< 25^{\circ}\text{C}$ atau $> 32^{\circ}\text{C}$)

11. Salinitas adalah jumlah kadar garam yang dikandung oleh air tempat perkembangbiakan dan dicatat pada saat penelitian dengan satuan ppm (‰). Alat yang digunakan untuk mengukur salinitas adalah salinometer (*Hand-Held Refractometer* merek Atago).

Kriteria Objektif :

- a. Mendukung : Jika salinitas air mendukung berkembangbiaknya larva (0 - 49 ppm)
- b. Tidak mendukung : Jika salinitas air tidak mendukung berkembangbiaknya larva (>49 ppm)

12. pH adalah ukuran konsentrasi ion hidrogen dalam satuan larutan, yaitu berat gram ion hidrogen per liter air yang dicatat pada saat penelitian. Alat yang digunakan untuk mengukur pH adalah pH meter (PH-201).

Kriteria Objektif:

- a. Mendukung : Jika pH air mendukung berkembangbiaknya jentik *Anopheles* (6 – 9)
- b. Tidak mendukung : Jika pH air tidak mendukung berkembangbiaknya jentik *Anopheles* (< 6 atau > 9)