

**SEBARAN KEPADATAN LARVA DAN NYAMUK
ANOPHELES spp. PENYEBAB PENYAKIT MALARIA
DI DESA KUMO KECAMATAN TOBELO
KABUPATEN HALMAHERA UTARA
PROVINSI MALUKU UTARA**

*LARVA DENSITY DISTRIBUTION AND ANOPHELES spp.
MOSQUITO AS THE CAUSE OF MALARIA DISEASE
AT KUMO VILLAGE TOBELO DISTRICT
NORTH HALMAHERA REGENCY
NORTH MOLUCCAS PROVINCE*

DEBBY JUALITA LEAUA



**PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2013

**SEBARAN KEPADATAN LARVA DAN NYAMUK
ANOPHELES spp. PENYEBAB PENYAKIT MALARIA
DI DESA KUMO KECAMATAN TOBELO
KABUPATEN HALMAHERA UTARA
PROVINSI MALUKU UTARA**

Tesis

Sebagai Salah satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi

Kesehatan Masyarakat

Disusun dan Diajukan Oleh

Debby Jualita Leaua

Kepada

PROGRAM PASCA SARJANA

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2013

TESIS

SEBARAN KEPADATAN LARVA DAN NYAMUK *ANOPHELES* spp
PENYEBAB PENYAKIT MALARIA DI DESA KUMO KECAMATAN TOBELO
KABUPATEN HALMAHERA UTARA PROVINSI MALUKU UTARA

Disusun dan diajukan oleh :

DEBBY JUALITA LEAUA
Nomor Pokok P1800211502

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis
pada tanggal 31 Juli 2013
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

MENYETUJUI

KOMISI PENASIHAT,

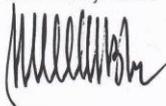


Dr. Anwar Daud, SKM, M.Kes
Ketua



Dr. Syahribulan, M.Si
Anggota

Ketua Program Studi
Kesehatan Masyarakat



Dr. dr. H. Noer Bahry Noor, M.Sc

Direktur Program Pascasarjana
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr. Ir. Mursalim

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Debby Jualita Leaua

Nomor Mahasiswa : P1800211502

Program Studi : Kesehatan Masyarakat

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, 30 Juli 2013

Yang Menyatakan

Debby Jualita Leaua

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas tuntunan dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan tesis ini dengan baik.

Penulis menyadari dalam penelitian hingga penyusunan tesis ini terdapat berbagai hambatan yang dihadapi, namun semuanya dapat dijalani berkat bimbingan, arahan dan dukungan dari berbagai pihak. Terima kasih kepada Bapak Dr. Anwar daud, SKM, M.Kes selaku Ketua Komisi Penasehat atas segala bantuan, bimbingan serta waktu yang telah diluangkan kepada penulis selama melakukan penelitian. Terima kasih kepada Ibu Dr. Syahribulan, M.Si sebagai anggota komisi penasehat atas keikhlasan membimbing penulis sejak awal proses penelitian sampai selesainya tesis ini.

Dalam kesempatan ini juga penulis dengan tulus dan hormat menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Mursalim selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin yang telah menerima penulis untuk melanjutkan pendidikan pada Program Pascasarjana.
2. Bapak Dr. Dr. H. Noer Bahry Noor, M.Sc selaku Ketua Program Studi Kesehatan Masyarakat Program Pascasarna Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Prof. Dr. Drg. A. Arsunan Arsin, M.Kes; dr. H. Hasanuddin Ishak, M.Sc., Ph.D.; dr. Isra Wahid, Ph.D; selaku dosen penguji yang

banyak memberikan arahan, kritikan dan masukan yang demi kesempurnaan tesis ini. Ucapan terima kasih juga kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tesis ini.

4. Bapak Bupati Kabupaten Halmahera Utara Ir. Hein Namotemo, M.Sp yang telah meneima dan memberikan izin penelitian.
5. Ibu Dr. Devie Ch. Bitjoli selaku Kepala Dinas Kesehatan Kabupaten Halmahera Utara.
6. Bapak Wempi Widadari Selaku Kepala Desa Kumo yang dengan setia menemani penulis selama penelitian
7. Bapak dan Ibu selaku Dosen Pengajar Program Pascasarjana Kesehatan Masyarakat yang begitu banyak memberikan pengetahuan, bimbingan serta bantuan selama penulis mengikuti pendidikan.
8. Seluruh rekan-rekan Program studi Kesehatan Masyarakat Angkatan 2011 atas kerjasamanya selama penulis mengikuti pendidikan.
9. Terima kasih buat Moses yang telah memberikan dukungan dan dengan setia telah menemani penulis baik dalam suka maupun duka selama mengikuti kuliah hingga penyelesaian tesis ini.
10. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penyusunan tesis ini.

Penulis mempersembahkan tesis ini dan menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orangtua tersayang Ayahanda **Jumbo Leaua** dan Ibunda **F. L. Mina Kadato** yang selama ini memberikan dukungan doa, nasehat dan pengorbanannya tanpa lelah demi

kesuksesan penulis, buat saudara-saudaraku Loisye Yudiana Leaua, Febrina Yuanita Leaua dan Dudi Ronald Leaua, Ariyano Pangeti dan Edwin Ilery, terima kasih atas bantuannya dalam bentuk motivasi maupun materi dalam penyelesaian studi ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih banyak kekurangan karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun demi kesempurnaan tesis ini, akhir kata semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Makassar, 30 Juli 2013

Debby Jualita Leaua

ABSTRAK

DEBBY JUALITA LEAUA. Sebaran Kepadatan Larva dan Nyamuk *Anopheles spp.* Penyebab Penyakit Malaria di Desa Kumo Kecamatan Tobelo Kabupaten Halmahera Utara Provinsi Maluku Utara (dibimbing oleh Anwar Daud dan Syahribulan).

Malaria merupakan salah satu penyakit menular yang masih menjadi masalah kesehatan masyarakat di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan kepadatan larva dan nyamuk *Anopheles spp.* terhadap kejadian malaria di desa Kumo Kecamatan Tobelo Kabupaten Halmahera Utara.

Penelitian dilakukan di desa Kumo Kecamatan Tobelo Kabupaten Halmahera Utara Provinsi Maluku Utara. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah *cross sectional* dengan pendekatan studi korelasi. Pengambilan sampel nyamuk dilakukan secara *Accidental Sampling* sedangkan sampel kasus diambil secara total populasi. Data dianalisis menggunakan *Spearman Correlation*.

Hasil penelitian menunjukkan ada lima spesies larva *Anopheles spp.* yang ditemukan yaitu *An. vagus*, *An. subpictus*, *An. farauti*, *An. indefinitus* dan *An. punctulatus*, dengan sembilan tipe habitat perkembangbiakan yaitu rawa, lagun, selokan, sumur, lubang, genangan air pada perahu, kubangan, bekas pijakan kaki dan bak penampung. Namun pada bak penampung tidak ditemukan larva *Anopheles spp.* Berdasarkan analisis bivariat dengan menggunakan *Spearman Correlation* pada $\alpha=0,05$ didapatkan bahwa faktor yang berhubungan dengan kejadian malaria di Desa Kumo adalah keberadaan habitat positif larva *Anopheles spp.* dengan nilai $p = 0,05$. Sedangkan jarak habitat perkembangbiakan dengan rumah penduduk terdekat, kepadatan larva dan kepadatan *Anopheles* mengigit per orang per malam (MBR) di dalam dan di luar rumah tidak berhubungan dengan kejadian malaria di Desa Kumo.

Kata Kunci: Kepadatan, larva, nyamuk *Anopheles spp.*, kejadian malaria.

ABSTRACT

DEBBY JUALITA LEAUA. Density Larva Distribution and Adult Mosquito *Anopheles* Disease Malaria Cause's in Kumo North Halmahera District Maluku Utara Province (Supervised by Anwar Daud dan Syahribulan).

Malaria continued to be a public health problem, it causes morbidity and mortality in remote areas Indonesia. This study aims to analyze the relationship between larvae density and adult *Anopheles* mosquito with malaria incidence in the village of Kumo North Halmahera District in North Maluku province.

The method used is *cross sectional* by correlation approach. Accidental sampling was employed to mosquitoes sampling, while the samples case of total population. Data were analyzed with *Spearman Correlation*.

The study found five types of *Anopheles spp.* namely *An. vagus*, *An. subpictus*, *An. farauti*, *An. indefinitus* and *An. punctulatus*, with nine types of breeding site: marshes, lagoon, ditches, holes, groundpools, puddles of water on boats, footrest former and tank. In the tank was not found *Anopheles spp.* The results showed of bivariate analysis using *Spearman Correlation* at $\alpha = 0.05$ was found that factors associated with the incidence of malaria in the village of Kumo is the existence of positive larval habitats of *Anopheles spp.* ($p = 0.05$). While the distance to the breeding site of houses nearby, larval density and density of *Anopheles* indoor and outdoor biting are not associated with the incidence of malaria in Kumo.

Keywords: Density of larvae *Anopheles*, density of adult mosquitoes *Anopheles*, malaria incidence.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
PRAKATA	v
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACK	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	13
C. Tujuan Penelitian	14
D. Manfaat Penelitian	15
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	17
A. Tinjauan Umum Tentang Malaria	17
B. Epidemiologi Malaria.....	32
C. Tinjauan tentang Faktor Lingkungan.....	36
D. Spesies Nyamuk <i>Anopheles</i>	52
E. Endemisitas Malaria.....	61
F. Pencegahan dan Pengendalian	66

G. Kerangka Teori	68
H. Kerangka Konsep Penelitian	69
I. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif.....	70
J. Hipotesis Penelitian	75
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	76
A. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	76
B. Metode Penelitian	76
C. Populasi dan Sampel	79
D. Instrumen yang Digunakan	80
E. Variabel Penelitian.....	82
F. Cara Pengumpulan Data	83
G. Analisis Data.....	84
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	86
A. Deskripsi Lokasi Penelitian	86
B. Hasil Penelitian	89
C. Pembahasan	121
D. Keterbatasan Penelitian.....	165
BAB V PENUTUP.....	167
A. Kesimpulan.....	167
B. Saran.....	169
DAFTAR PUSTAKA.....	171
LAMPIRAN.....	179

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
Tabel 1.	Sintesa hasil penelitian tentang siklus hidup nyamuk <i>Anopheles spp.</i>	24
Tabel 2.	Karakteristik nyamuk <i>Aedes</i> , <i>Anopheles</i> , <i>Culex</i> dan <i>Mansonia</i>	27
Tabel 3.	Sintesa hubungan antara keberadaan tempat perkembangbiakan nyamuk <i>Anopheles spp.</i> dengan kejadian malaria	40
Tabel 4.	Sintesa hubungan antara suhu udara dengan kejadian malaria	42
Tabel 5.	Sintesa hubungan antara kelembaban udara dengan kejadian malaria	44
Tabel 6.	Sintesa hubungan antara curah hujan dengan kejadian malaria	47
Tabel 7.	Sintesa hubungan antara kecepatan angin dengan kejadian malaria	49
Tabel 8.	Sintesa hubungan antara faktor lingkungan kimia dengan kejadian malaria	51
Tabel 9.	Sintesa hubungan kepadatan nyamuk <i>Anopheles spp.</i> dengan kejadian malaria	54
Tabel 10.	Variabel penelitian berdasarkan skala, analisis dan jenis variabel	82
Tabel 11.	Tipe habitat perkembangbiakan larva <i>Anopheles spp.</i> , jarak dengan rumah terdekat, pemanfaatan lahan dan ketinggian lokasi di Desa Kumo Kecamatan Tobelo April 2013	100
Tabel 12.	Tipe habitat perkembangbiakan larva <i>Anopheles spp.</i> berdasarkan lokasi di Desa Kumo Kecamatan Tobelo pada April tahun 2013	103
Tabel 13.	Sebaran spesies larva <i>Anopheles spp.</i> berdasarkan lokasi di Desa Kumo Kecamatan	

	Tobelo Tahun 2013	115
Tabel 14.	Kepadatan larva <i>Anopheles spp.</i> pada habitat perkembangbiakan di Desa Kumo Kecamatan Tobelo tahun 2013	117
Tabel 15.	Kepadatan larva <i>Anopheles spp.</i> pada habitat perkembangbiakan tipe rawa berdasarkan spesies di Desa Kumo Kecamatan Tobelo April 2013	120
Tabel 16.	Kepadatan larva <i>Anopheles spp.</i> pada habitat perkembangbiakan tipe lagun berdasarkan spesies di Desa Kumo Kecamatan Tobelo April 2013	121
Tabel 17.	Kepadatan larva <i>Anopheles spp.</i> pada habitat perkembangbiakan tipe sumur berdasarkan spesies di Desa Kumo Kecamatan Tobelo April 2013	121
Tabel 18.	Kepadatan larva <i>Anopheles spp.</i> pada habitat perkembangbiakan tipe lubang akar pohon kelapa berdasarkan spesies di Desa Kumo Kecamatan Tobelo April 2013	122
Tabel 19.	Kepadatan larva <i>Anopheles spp.</i> pada habitat perkembangbiakan tipe genangan air pada perahu berdasarkan spesies di Desa Kumo Kecamatan Tobelo April 2013	123
Tabel 20.	Kepadatan larva <i>Anopheles spp.</i> pada habitat perkembangbiakan tipe kubangan berdasarkan spesies di Desa Kumo Kecamatan Tobelo April 2013	124
Tabel 21.	Kepadatan larva <i>Anopheles spp.</i> pada habitat perkembangbiakan tipe pijakan kaki berdasarkan spesies di Desa Kumo Kecamatan Tobelo April 2013	125
Tabel 22.	Kepadatan larva <i>Anopheles spp.</i> pada habitat perkembangbiakan tipe selokan berdasarkan spesies di Desa Kumo Kecamatan Tobelo April 2013	126
Tabel 23.	Distribusi hasil penangkapan nyamuk <i>Anophles spp</i> berdasarkan lokasi di Desa Kumo	128
Tabel 24.	Distribusi kepadatan nyamuk <i>Anopheles spp.</i> dengan umpan orang dalam rumah selama 3 malam di RT 01 Desa Kumo Kecamatan Tobelo	129
Tabel 25.	Distribusi kepadatan nyamuk <i>Anopheles spp.</i> dengan umpan orang dalam rumah selama 3 malam di RT 02 Desa Kumo Kecamatan Tobelo	130
Tabel 26.	Distribusi kepadatan nyamuk <i>Anopheles spp.</i> dengan umpan orang dalam rumah selama 3 malam di RT 03 Desa Kumo Kecamatan Tobelo	131

Tabel 27.	Distribusi kepadatan nyamuk <i>Anopheles spp.</i> dengan umpan orang dalam rumah di RT 04 Desa Kumo Kecamatan Tobelo	132
Tabel 28.	Distribusi kepadatan nyamuk <i>Anopheles spp.</i> dengan umpan orang luar rumah selama 3 malam di RT 01 Desa Kumo Kecamatan Tobelo	133
Tabel 29.	Distribusi kepadatan nyamuk <i>Anopheles spp.</i> dengan umpan orang luar rumah selama 3 malam di RT 02 Desa Kumo Kecamatan Tobelo	134
Tabel 30.	Distribusi kepadatan nyamuk <i>Anopheles spp.</i> dengan umpan orang luar rumah selama 3 malam di RT 03 Desa Kumo Kecamatan Tobelo	135
Tabel 31.	Distribusi kepadatan nyamuk <i>Anopheles spp.</i> dengan umpan orang luar rumah di RT 04 Desa Kumo Kecamatan Tobelo	136
Tabel 32.	Distribusi kepadatan nyamuk <i>Anopheles spp.</i> per orang per jam (MHD) di Desa Kumo Kecamatan Tobelo Tahun 2013	137
Tabel 33.	Distribusi kepadatan nyamuk <i>Anopheles spp.</i> per orang per malam (MBR) di Desa Kumo Kecamatan Tobelo Tahun 2013	139
Tabel 34.	Jumlah kasus malaria positif di Desa Kumo Kecamatan Tobelo tahun 2013	141
Tabel 35.	Hubungan antara keberadaan habitat perkembangbiakan larva <i>Anopheles spp.</i> dengan kejadian malaria di Desa Kumo Kecamatan Tobelo tahun 2013	144
Tabel 36.	Hubungan antara jarak habitat perkembangbiakan larva <i>Anopheles spp.</i> dengan kejadian malaria di Desa Kumo Kecamatan Tobelo tahun 2013	145
Tabel 37.	Hubungan kepadatan larva <i>Anopheles spp.</i> dengan kejadian malaria di Desa Kumo Kecamatan Tobelo tahun 2013	146
Tabel 38.	Hubungan antara Kepadatan nyamuk <i>Anopheles spp.</i> yang tertangkap per orang per malam (MBR) di dalam rumah dengan kejadian malaria di Desa Kumo Kecamatan Tobelo Kabupaten Halmahera Utara tahun 2013	147
Tabel 39.	Hubungan antara Kepadatan nyamuk <i>Anopheles spp.</i> yang tertangkap per orang per malam (MBR) di luar rumah dengan kejadian malaria di Desa Kumo Kecamatan Tobelo Kabupaten Halmahera Utara tahun 2013	148

DAFTAR GAMBAR

Nomor Halaman		
Gambar 1.	(a) Telur <i>Anopheles sp</i> (pembesaran 250 x 161) dan b telur <i>Anopheles spp</i> , 30 jam setelah pengambilan	19
Gambar 2.	(a) Larva <i>Anopheles sp</i> (pembesaran 560 x 336) dan (b) larva <i>Anopheles spp</i> dengan ciri istirahat di permukaan air	20
Gambar 3.	(a) Pupa <i>Anopheles sp</i> , dan (b) Pupa <i>Anopheles spp</i> di permukaan air	21
Gambar 4.	(a) Nyamuk <i>Anopheles sp</i> (pembesaran 490 x 250) dan (b) Nyamuk <i>Anopheles sp</i> pada saat mengigit	26
Gambar 5.	Siklus kehidupan dan karakteristik nyamuk <i>anopheles spp</i> , <i>Aedes spp</i> dan <i>Culex spp</i>	29
Gambar 6.	Siklus hidup parasit penyebab malaria, <i>Plasmodium sp</i>	30
Gambar 7.	Kerangka teori penelitian	68
Gambar 8.	Kerangka Konsep Penelitian	69
Gambar 9.	Peta administratif lokasi penelitian Desa Kumo Kecamatan Tobelo Kabupaten Halmahera Utara Provinsi Maluku Utara	88
Gambar 10.	Peta sebaran habitat perkembangbiakan potensial larva <i>Anopheles spp.</i> di Desa Kumo Kecamatan Tobelo Kabupaten Halmahera Utara	91
Gambar 11.	Peta sebaran habitat perkembangbiakan positif dan negatif larva <i>Anopheles spp.</i> di Desa Kumo Kecamatan Tobelo Kabupaten Halmahera Utara tahun 2013	93
Gambar 12.	Peta sebaran spesies larva <i>Anopheles spp.</i> di Desa Kumo Kecamatan Tobelo Kabupaten Halmahera Utara	95
Gambar 13.	Peta sebaran habitat perkembangbiakan,	

	spesies, bentuk habitat dan foto habitat larva <i>Anopheles spp.</i> di RT 01 Desa Kumo Kecamatan Tobelo	96
Gambar 14.	Peta sebaran habitat perkembangbiakan, spesies, bentuk habitat dan foto habitat larva <i>Anopheles spp.</i> di RT 02 Desa Kumo Kecamatan Tobelo	97
Gambar 15.	Peta sebaran habitat perkembangbiakan, spesies, bentuk habitat dan foto habitat larva <i>Anopheles spp.</i> di RT 03 Desa Kumo Kecamatan Tobelo	98
Gambar 16.	Peta sebaran habitat perkembangbiakan, spesies, bentuk habitat dan foto habitat larva <i>Anopheles spp.</i> di RT 04 Desa Kumo Kecamatan Tobelo	99
Gambar 17.	Peta buffer habitat perkembangbiakan larva <i>Anopheles spp.</i> dengan rumah penduduk terdekat (Data primer, tahun 2013)	102
Gambar 18.	Grafik distribusi spesies larva <i>Anopheles spp.</i> berdasarkan lokasi di Desa Kumo Kecamatan Tobelo Tahun 2013	116
Gambar 19.	Diagram distribusi larva berdasarkan tipe habitat perkembangbiakan larva <i>Anopheles spp.</i> di Desa Kumo Kecamatan Tobelo tahun 2013	118
Gambar 20.	Fluktuasi kepadatan <i>Anopheles</i> per orang per jam (MHD) di Desa Kumo Kecamatan Tobelo tahun 2013	138
Gambar 21.	Fluktuasi kepadatan <i>Anopheles</i> per orang per malam (MBR) di Desa Kumo Kecamatan Tobelo Kabupaten Halmahera Utara tahun 2013	140
Gambar 22.	Grafik kepadatan larva dan nyamuk <i>Anopheles</i> per orang per malam di Desa Kumo Kecamatan Tobelo tahun 2013	142

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Alat dan Bahan Penelitian	207
2. Hasil Identifikasi spesies nyamuk <i>Anopheles spp.</i>	209
3. Grafik Annual Malariae Incidence (AMI) dan Annual Parasite Incidence (API) di Desa Kumo Kecamatan Tobelo Kabupaten Halmahera Utara tahun 2010 – 2012	213
4. Peta endemisitas malaria Puskesmas Tobelo Kabupaten Halmahera Utara tahun 2012	215
5. Peta Buffer habitat perkembangbiakan Larva <i>Anopheles spp.</i> di RT 1 Desa Kumo Kecamatan Tobelo Sintesa hubungan antara kelembaban udara dengan kejadian malaria	216
6. Lampiran 5. Peta Buffer habitat perkembangbiakan Larva <i>Anopheles spp.</i> di RT 2 Desa Kumo Kecamatan Tobelo	217
7. Peta Buffer habitat perkembangbiakan Larva <i>Anopheles spp.</i> di RT 3 Desa Kumo Kecamatan Tobelo	218
8. Peta Buffer habitat perkembangbiakan Larva <i>Anopheles spp.</i> di RT 4 Desa Kumo Kecamatan Tobelo tahun 2013	219
9. Tipe-tipe Habitat Perkembangbiakan Larva <i>Anopheles spp.</i>	220
10. Karakteristik lingkungan fisikk, kimia dan biologi habitat perkembangbiakan larva <i>Anopheles spp.</i> di Desa Kumo Kecamatan Tobelo tahun 2013	232

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Malaria merupakan salah satu penyakit menular yang masih menjadi masalah kesehatan penting di dunia terutama di negara tropis dan subtropis. Penyakit malaria dapat menyebabkan kematian terutama pada kelompok risiko tinggi yaitu bayi, anak balita dan ibu hamil, selain itu malaria secara langsung menyebabkan anemia dan dapat menurunkan produktivitas kerja (Kemenkes RI, 2011).

Penyakit ini menyebar di wilayah Asia dan Amerika Latin, termasuk Indonesia. *World Health Organization (WHO)* pada tahun 2010 melaporkan sekitar 3.3 milyar orang atau hampir setengah dari populasi dunia beresiko terhadap malaria. Setiap tahunnya terdapat kurang lebih 216 juta kasus malaria dan diperkirakan 655.000 diantaranya mengalami kematian. Berdasarkan *The World Malaria Report*, tahun 2011 diperkirakan 270 juta penduduk dunia menderita malaria dan lebih dari 2 miliar atau 42% penduduk bumi memiliki risiko terkena malaria. Diketahui

lebih dari 422 spesies *Anopheles* di dunia dan sekitar 60 spesies berperan sebagai vektor malaria yang alami. Di Indonesia hanya ada 80 spesies dan 22 diantaranya ditetapkan sebagai vektor malaria (Arsin, 2012).

Angka kesakitan penyakit ini di Indonesia masih cukup tinggi dan telah mengakibatkan dampak yang luas terutama di daerah Indonesia bagian timur. Kondisi ini dapat terjadi karena adanya kasus, resistensi obat dan beberapa insektisida yang digunakan dalam pengendalian vektor, serta adanya vektor potensial yang dapat menularkan dan menyebarkan malaria (Jusman, 2012).

Menurut data WHO tahun 2010 terdapat 544.470 kasus malaria di Indonesia, di mana tahun 2009 terdapat 1.100.000 kasus klinis dan tahun 2010 meningkat lagi menjadi 1.800.000 kasus dan telah mendapat pengobatan. Tahun 2011, jumlah kasus malaria 256.592 orang dari 1.322.451 kasus suspek malaria yang diperiksa sediaan darahnya, dengan *Annual Parasite Incidence* (API) 1,75 per seribu penduduk. Artinya, setiap 1000 penduduk di daerah endemis terdapat 2 orang terkena malaria. Bahkan di beberapa wilayah didapatkan prevalensi ibu hamil dengan malaria sebesar 18 persen, sehingga bayi yang dilahirkan

memiliki resiko berat badan lahir rendah 2 kali lebih besar dibanding ibu hamil tanpa malaria. Transmisi malaria di Indonesia masih terus terjadi, laporan riset kesehatan dasar menunjukkan hingga tahun 2011 terdapat 374 Kabupaten endemis malaria. Selain ancaman kematian dan kesakitan, penyakit malaria juga mengakibatkan penurunan kualitas hidup banyak keluarga miskin, menghambat tumbuh kembang anak, menurunkan produktivitas serta pertumbuhan ekonomi. Oleh karena itu malaria adalah satu di antara penyakit yang menjadi target pemerintah dalam *Millenium Development Goals* (MDGs) bahwa Indonesia bebas malaria pada tahun 2030 (Kemenkes RI, 2011).

Provinsi Maluku Utara memiliki wilayah perairan yang persentasenya 76,27% dari luas 140.225,32 km². Sebagian besar penduduk bermukim di daerah pesisir daripada di pegunungan. Kebanyakan daerah pesisir yang kini menjadi pemukiman sekarang adalah bekas rawa dengan banyak genangan air yang merupakan tempat sesuai bagi nyamuk malaria untuk berkembang biak. Berdasarkan hal tersebut sampai saat ini Maluku Utara masih merupakan wilayah endemis malaria yang tergolong kategori *High Incidence Area* (HIA) dan menduduki

peringkat kelima setelah Papua Barat, Papua, NTT dan Sulawesi Tengah, dengan tingkat prevalensi malaria 7,23‰ (Kemenkes, 2008). Angka API selama tiga tahun dari 2009-2011 berturut-turut adalah 8.91‰, 6.45‰ dan 2.37‰ (Kemenkes RI, 2011).

Penyebaran malaria tergantung pada interaksi antara *agent*, *host* dan lingkungan. Penyebaran malaria terjadi apabila ketiga komponen tersebut saling mendukung, faktor lingkungan umumnya sangat dominan sebagai penentu kejadian malaria. Lingkungan yang berperan penting dalam bionomik nyamuk adalah lingkungan fisik, biologis dan kimia (Nawangsasi, 2012).

Kabupaten Halmahera Utara merupakan salah satu kabupaten di Propinsi Maluku utara yang termasuk dalam kategori daerah endemis malaria. Jumlah penderita malaria klinis atau *Annual Malaria Incidence* (AMI) dan *Annual Parasite Incidence* (API) di Kabupaten Halmahera Utara selama lima tahun terakhir cenderung berfluktuasi. Tahun 2008 AMI sebesar 27,50‰ dengan API sebesar 10,60‰. Pada tahun 2009 terjadi penurunan AMI menjadi sebesar 13,58‰ dengan API sebesar 10,22‰, namun pada tahun 2010 AMI meningkat menjadi 32,03‰ dengan API

sebesar 18,65‰. Jika dibandingkan AMI dan API tahun 2010 dengan tahun 2009, terjadi kenaikan AMI sebesar 18,45‰ dan untuk API juga terjadi kenaikan sebesar 8,43‰. Pada tahun 2011 AMI sebesar 39,24‰ dengan API sebesar 16,31‰ sedangkan tahun 2012 terjadi penurunan secara drastis AMI sebesar 7,78‰ dengan API 5‰. Meskipun angka API dan AMI menurun pada tahun 2012 namun hal ini belum memenuhi capaian sesuai dengan target MDG's tahun 2015 sebesar <1‰ (Dinkes Kab. Halmahera Utara, 2012).

Kecamatan Tobelo dari tahun 2010-2012, wilayah ini merupakan daerah risiko tinggi malaria (*High Incidence Area*). Tahun 2010 AMI Kecamatan Tobelo sebanyak 1.495 orang (35,67‰) dengan API sebanyak 621 orang (14,81‰), tahun 2011 AMI sebanyak 1.601 orang (51,40‰) dengan API sebanyak 381 orang (12,24‰) dan tahun 2012 AMI sebanyak 1.694 orang (52,76‰) dengan API sebanyak 535 orang (17,17‰). API di Kecamatan Tobelo sejak tiga tahun terakhir mengalami peningkatan karena masih memiliki 5 desa dengan kategori *High Incidence Area* salah satunya adalah desa Kumo, dimana angka klinis malaria pada tahun 2010 sebanyak 164 orang, tahun 2011 sebanyak 137

orang, tahun 2012 sebanyak 170 orang. Angka positif malaria dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2012 di desa ini sebanyak 232 orang (Puskesmas Tobelo, 2012).

Nyamuk *Anopheles spp*, sangat beragam berdasarkan daerah sebaran maupun bioekologinya. Penyebarannya mengikuti pola sebaran zoogeografi. Dale *et al* (2010), dalam penelitiannya melaporkan bahwa di Timor Barat dan Jawa terdapat empat vektor malaria yang memiliki pola penyebaran yang berbeda berdasarkan lokasi dan topografi, dimana Timor Barat, spesis *An. subpictus* dan *An. barbirostris* hanya ditemukan pada daerah pesisir. Di Jawa, *An. aconitus* lebih banyak ditemukan pada daerah perbukitan, *An. subpictus* (meskipun dengan jumlah yang lebih sedikit); *An. barbirostris* ditemukan di daerah dataran tinggi.

Menurut Bonne-Webster (1953) di wilayah Maluku Utara yang dibatasi oleh garis Lydekker di bagian timur merupakan daerah sebaran nyamuk spesis Australasian diantaranya *An. farauti*, *An. punctulatus*, *An. koliensis*, *An. longirostris* dan *An. bancrofti*. Beberapa spesis nyamuk oriental juga ditemukan di daerah ini diantaranya, *An. subpictus*, *An. vagus*, *An. kochi*, *An. aconitus*, *An. tessellatus*, *An. maculatus*.

Syafruddin *et al* (2010) yang melakukan penelitian terhadap kdr mutasi 1014F pada 4 vektor utama malaria di Indonesia, melaporkan ada lima jenis vektor malaria yang dominan di kepulauan Halmahera yaitu: *An. vagus*, *An. kochi*, *An. punctulatus*, *An. barbumrosus*, dan *An. farauti*.

Faktor-faktor lingkungan yang menentukan penyebaran nyamuk *Anopheles spp*, diantaranya adalah lingkungan fisik yang terdiri atas ketinggian tempat, pemanfaatan lahan, kondisi cuaca dan lingkungan mikro berupa genangan air sebagai habitat perkembangbiakan. Habitat tersebut dibutuhkan oleh nyamuk untuk peletakkan telur, kemudian akan menetas menjadi larva, berkembang menjadi pupa sampai menjadi nyamuk dewasa.

Setiap jenis nyamuk *Anopheles spp* memiliki karakteristik habitat perkembangbiakan yang berbeda-beda pada setiap zona geografi. Perbedaan tersebut berhubungan dengan kemampuan adaptasi nyamuk terhadap kondisi fisika-kimia perairan dan terutama ketersediaan makanan bagi larva nyamuk. selain itu faktor cuaca khususnya hujan berpengaruh terhadap timbulnya genangan air sebagai media bagi tahapan akuatik dari daur hidup nyamuk (Sukowati, 2008).

Penelitian yang telah dilakukan oleh Sukowati dkk (2010), menunjukkan bahwa adanya hubungan bermakna antara curah hujan dengan kepadatan *Anopheles* per orang per malam (56,9%). Hasil ini serupa dengan penelitian Mardiana dan Munif (2009) bahwa kepadatan nyamuk *Anopheles* di Sukabumi mempunyai hubungan positif dengan curah hujan.

Habitat perkembangbiakan nyamuk *Anopheles* adalah genangan-genangan air, baik air tawar maupun air payau, tergantung jenis nyamuknya. Penelitian Amirullah (2012) tentang karakteristik lingkungan habitat perkembangbiakan nyamuk malaria, diperoleh hasil bahwa ada 6 tipe habitat perkembangbiakan *Anopheles spp* yaitu: rawa, lagun, *ground pool*, sungai, selokan, dan sumur. Habitat perkembangbiakan vektor di air payau terdapat di muara-muara sungai yang tertutup hubungannya ke laut dan rawa-rawa sesuai untuk perkembangbiakan *An. sundaicus* dan *An. subpictus*. Habitat perkembangbiakan vektor *Anopheles* di air tawar berupa sawah, mata air, genangan di tepi sungai, bekas jejak kaki, roda kendaraan dan bekas lubang galian, sesuai untuk tempat berkembangbiak *An. aconitus*, *An. maculatus* dan *An. balabacensis* (Depkes, 2003).

Adanya genangan air di sekitar rumah dapat diperkirakan sebagai salah satu sumber perkembangbiakan nyamuk vektor malaria. Penelitian Rubianti *et al* (2009) melaporkan bahwa berdasarkan hasil analisis tabulasi silang diketahui bahwa orang yang memiliki rumah dekat dengan tempat perkembangbiakan nyamuk dan tempat peristirahatan nyamuk akan meningkatkan risiko terkena malaria sebesar 5,41 kali lebih besar dibandingkan dengan orang yang memiliki rumah jauh dengan tempat perkembangbiakan nyamuk ($p=0,01$). Hadi (2001) dalam penelitiannya melaporkan bahwa orang yang di sekitar rumahnya terdapat genangan air mempunyai risiko untuk menderita malaria 3,3 kali lebih tinggi dibandingkan orang yang disekitar rumahnya tidak terdapat genangan air (OR=3,3, 95% CI=2.0;5.5). Hasil uji regresi linier ganda orang yang disekitar rumahnya terdapat tempat peristirahatan nyamuk mempunyai risiko untuk menderita malaria 4,8 kali lebih tinggi dibandingkan dengan orang yang disekitar rumahnya tidak terdapat tempat peristirahatan nyamuk (OR=4,8, 95% CI=2.6;8.6).

Penelitian Awolola, *et al* (2009) dalam *African Journal of Environmental Science* tentang karakteristik fisika-kimia dari tempat

perkembangbiakan *Anopheles* menunjukkan bahwa *An. Gambiae* lebih banyak ditemukan pada air sungai dan air laut/sulingan sebagai tempat berkembang biak karena permukaan air mengandung kalsium, magnesium sulfat, nitrat, fosfat dan larutan padat dalam proporsi yang tinggi sebagai komposisi gizi. Faktor-faktor lain seperti suhu, pH dan pelarut oksigen menyediakan lingkungan yang kondusif untuk kelangsungan hidup dan aktivitas perkembangbiakan spesies *Anopheles*.

Habitat perkembangbiakan nyamuk *Anopheles*, suhu tertinggi 33,5°C dan salinitas 0 ‰. Mulyadi (2010) dalam penelitiannya melaporkan bahwa suhu optimal untuk perkembangbiakan nyamuk *Anopheles* adalah 25°C-30°C *An. vagus* dan *An. Punctulatus* 25°C -28°C, *An. kochi* pada suhu 26°C-28°C dan *An. minimus* antara suhu 25°C-26°C dengan salinitas 0‰. Di Halmahera Barat Soekirno *et al* (1997) mendapatkan *An. tesselatus*, *An. subpictus*, *An. vagus* dan *An. farauti* hidup pada kisaran suhu 25°C-28°C dengan salinitas 0 ‰.

Keberadaan tumbuh-tumbuhan sangat mempengaruhi kelangsungan hidup nyamuk, sebagai tempat untuk meletakkan telur, tempat untuk berlindung, mencari makan, dan beristirahat. Jenis

tumbuhan yang biasanya ditemukan pada habitat perkembangbiakan nyamuk adalah bandotan (*Ageratum conicoides*), bakau (*Avicinnia sp*), kelapa (*Cocos musifera*) dan pisang (*Musa paradisiaca*) (Depkes, 2010). Elly dan Minanlarat (2010) melaporkan bahwa di Kabupaten Buru Selatan, rumah penduduk yang berdekatan dengan habitat perkembangbiakan larva *Anopheles spp.* dari 25 responden terdapat penderita malaria sebanyak 16 responden (16%), diikuti dengan pisang dan tanaman umbi-umbian masing-masing 9 responden atau 9% yang positif sebagai penderita malaria.

Derajat keasaman (pH) berpengaruh terhadap pertumbuhan organisme yang berkembangbiak di akuatik. Derajat keasaman air tergantung pada suhu air, oksigen terlarut, dan adanya berbagai anion dan kation serta jenis stadium organisme. *An. sondaicus* dan *An. peditaniiatus* dapat hidup pada air dengan pH 6,7 di daerah Pangkalbalam, Kota Pangkalpinang (Sulistiyani, 2009). Hasil penelitian Mulyadi (2010) di Desa Doro, Halmahera Selatan menunjukkan semua jenis *Anopheles* hidup pada kisaran pH 6,8-7,1.

Desa Kumo adalah wilayah kepulauan yang terletak pada ketinggian 8 – 16m dari atas permukaan laut. Terdapat rawa-rawa, lagun, kubangan, selain itu juga kondisi rumah di desa ini kebanyakan semi permanen. Hal ini diduga menjadi penyebab penularan malaria di desa Kumo.

Pemerintah Daerah Kabupaten Halmahera Utara dalam hal ini Dinas Kesehatan telah melakukan beberapa upaya untuk pemberantasan malaria namun hanya terfokus pada upaya seperti penemuan kasus malaria dan pengobatan baik di Rumah Sakit, Puskesmas maupun dalam kegiatan MBS (*Mass Blood Survey*), pembagian kelambu, penyemprotan dan penyuluhan bukan pada pengendalian vektornya. Bahkan sampai saat ini belum pernah ada laporan tentang habitat perkembangbiakan, spesis, kepadatan larva dan kepadatan nyamuk *Anopheles spp* di daerah tersebut. Padahal penguasaan bionomik vektor sangat penting diperlukan dalam perencanaan pengendalian vektor malaria.

Berdasarkan hal tersebut diatas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian bionomik vektor dengan kajian khusus tentang habitat perkembangbiakan larva *Anopheles spp*. dan korelasinya dengan

penyebaran kepadatan larva dan nyamuk *Anopheles spp* penyebab penyakit malaria di desa Kumo Kecamatan Tobelo Kabupaten Halmahera Utara Provinsi Maluku Utara.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pola spasial sebaran habitat perkembangbiakan larva *Anopheles spp.* di desa Kumo Kecamatan Tobelo kabupaten Halmahera Utara?
2. Apakah ada hubungan antara jarak habitat perkembangbiakan larva *Anopheles spp.* dari pemukiman dengan kejadian malaria?
3. Apakah ada hubungan antara keberadaan habitat perkembangbiakan larva *Anopheles spp* dengan kejadian malaria?
4. Bagaimana karakteristik lingkungan fisik, kimia dan biologi habitat perkembangbiakan larva *Anopheles spp.* di desa Kumo Kecamatan Tobelo Kabupaten Halmahera Utara?
5. Apakah ada hubungan antara kepadatan larva *Anopheles spp* dengan kejadian malaria?
6. Apakah ada hubungan antara kepadatan *Anopheles spp* terhadap kejadian malaria?

7. Spesies *Anopheles* apakah yang berpotensi sebagai vektor malaria di Desa Kumo Kecamatan Tobelo?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Untuk menganalisis hubungan kepadatan larva dan nyamuk *Anopheles spp* terhadap kejadian malaria di desa Kumo Kecamatan Tobelo Kabupaten Halmahera Utara.

2. Tujuan Khusus

- a. Untuk mengetahui pola sebaran habitat perkembangbiakan larva *Anopheles spp.* di desa Kumo Kecamatan Tobelo kabupaten Halmahera Utara.
- b. Untuk menganalisis hubungan antara jarak habitat perkembangbiakan larva *Anopheles spp.* dari pemukiman dengan kejadian malaria di desa Kumo Kecamatan Tobelo
- c. Untuk menganalisis hubungan antara keberadaan habitat perkembangbiakan larva *Anopheles spp* dengan kejadian malaria di Desa Kumo Kecamatan Tobelo

- d. Untuk mengetahui karakteristik lingkungan fisik, kimia dan biologi habitat perkembangbiakan larva *Anopheles spp.*
- e. Untuk menganalisis hubungan antara kepadatan larva *Anopheles spp.* dengan kejadian malaria di Desa Kumo
- f. Untuk menganalisis hubungan antara kepadatan nyamuk dewasa *Anopheles spp* dengan kejadian malaria di Desa Kumo Kecamatan Tobelo
- g. Untuk mengetahui nyamuk *Anopheles* yang berpotensi sebagai vektor di Desa Kumo Kecamatan Tobelo

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Ilmiah

Informasi yang dihasilkan dari penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan pengetahuan tentang vektor malaria dan dapat dijadikan sebagai bahan dan kajian lebih lanjut dalam pengembangan keilmuan mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi penularan dan penyebaran malaria serta bagaimana cara pencegahan dan pemberantasan vektor malaria pada stadium aquatik.

2. Manfaat Praktis

Diharapkan hasil penelitian ini menjadi referensi dalam perencanaan pengendalian vektor malaria khususnya lingkungan yang mendukung perkembangbiakan larva dan cara menghindari gigitan nyamuk *Anopheles spp.*

3. Manfaat Institusi

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi data dasar dan pengetahuan tentang bionomik nyamuk *Anopheles spp.* bagi Pemerintah Propinsi Maluku Utara, Pemerintah Kabupaten Halmahera Utara, Dinas Kesehatan Kabupaten Halmahera Utara dan Puskesmas Tobelo untuk pelaksanaan program pengendalian vektor malaria.

4. Manfaat bagi Masyarakat

Masyarakat diharapkan dapat memperoleh informasi tentang karakteristik habitat potensial larva *Anopheles spp.* dan pola penyebaran nyamuk sehingga dapat melakukan cara penanggulangan vektor malaria yaitu dengan membersihkan/menutup tempat-tempat perkembangbiakan nyamuk.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Tentang Malaria

1. Pengertian Malaria

Penyakit malaria adalah penyakit yang disebabkan oleh parasit malaria yang termasuk genus *plasmodium* yang dibawa oleh nyamuk *Anopheles*. Ada empat spesies *plasmodium* penyebab malaria pada manusia yaitu *P. vivax*, *P. falciparum*, *P. malariae* dan *P. ovale*. Masing-masing spesies *plasmodium* menyebabkan infeksi malaria yang berbeda. *P. vivax* menyebabkan malaria *vivax/tertiana*, *P. falciparum* menyebabkan malaria *falciparum/tropika*, *P. malariae* menyebabkan malaria *malariae/quartana*, dan *P. ovale* menyebabkan *malaria ovale* (Sucipto, 2011).

2. Siklus Hidup Nyamuk *Anopheles spp*

Anophelini bermetamorfosis sempurna yaitu mulai dari telur berubah menjadi larva/jentik lalu menjadi pupa yang kemudian berubah menjadi nyamuk dewasa jantan dan betina. Waktu yang dibutuhkan mulai dari telur sampai menjadi dewasa 2-5 minggu yang dapat bervariasi

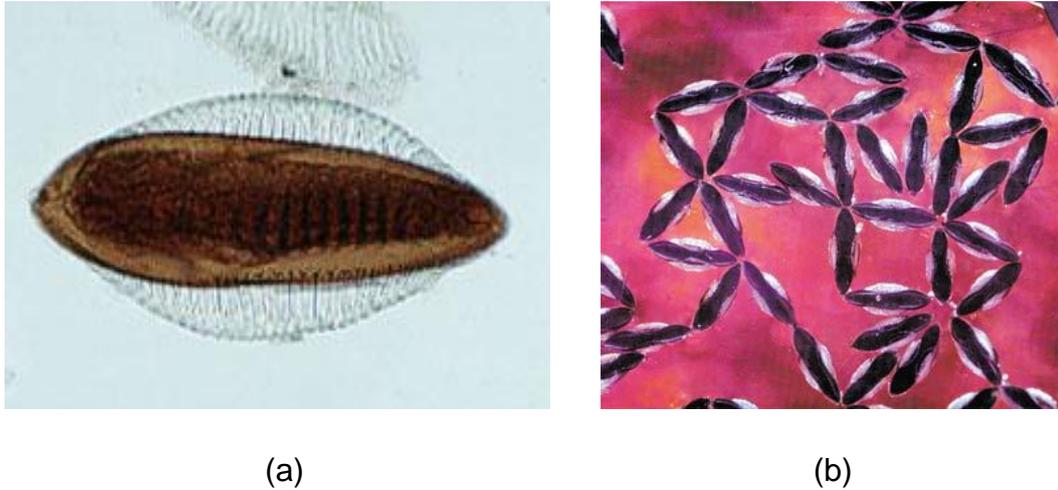
tergantung kepada spesis, makanan yang tersedia, dan suhu tempat perindukannya (Safar, 2009). Siklus hidup nyamuk *Anopheles* adalah sebagai berikut:

a. Stadium Telur

Pada siklus kehidupannya, nyamuk *Anopheles spp* membutuhkan permukaan air yang tergenang untuk meletakkan telurnya. Nyamuk betina dapat menghasilkan telur sebanyak 50 – 200 butir sekali bertelur (Arsin, 2012). Nyamuk *Anopheles* akan meletakkan telurnya dipermukaan air satu persatu atau bergerombol tetapi saling lepas dan mengapung pada permukaan air.

Peletakan telur dipengaruhi oleh kualitas perairan, bahan organik dan kandungan mineral sesuai tempat yang dipilih oleh nyamuk dewasa. Telur nyamuk *Anopheles* memiliki panjang sekitar 0,44 mm dengan sepasang pengapung yang melekat kira-kira 0,8 mm. Selama kurun waktu 1-2 hari atau seminggu bahkan lebih (tergantung pada suhu) telur berkembang menjadi larva (Clements, 1992).

Pada suhu 30°C telur akan menetas 1-2 hari, namun pada suhu 16°C membutuhkan waktu satu minggu untuk menetas telur (Hadi, 2006).



Gambar 1. (a) Telur *Anopheles sp* (pembesaran 250 x 161) dan b telur *Anopheles spp*, 30 jam setelah pengambilan (CDC, 2010)

b. Stadium Larva

Larva nyamuk memiliki kepala dan mulut yang digunakan untuk mencari makan, memiliki toraks dan abdomen. Larva terbagi dalam 4 instar , dan salah satu ciri khas yang membedakan dengan larva nyamuk yang lain adalah posisi larva saat istirahat adalah sejajar di dengan permukaan air, karena tidak memiliki siphon (alat bantu pernafasan). Lama hidup kurang lebih tujuh hari, dan hidup dengan memakan algae,bakteri dan mikroorganisme lainnya yang terdapat di permukaan air (Arsin, 2012).



(a)

(b)

Gambar 2. (a) Larva *Anopheles sp* (pembesaran 560 x 336) dan (b) larva *Anopheles spp* dengan ciri istirahat di permukaan air (Davenport, 2012)

c. Pupa

Kepompong (pupa) merupakan stadium terakhir di lingkungan *aquatic* dan tidak memerlukan makanan. Pada stadium ini terjadi proses pembentukan alat-alat tubuh nyamuk seperti alat kelamin, sayap dan kaki. Lama stadium pupa pada nyamuk jantan antara 1 sampai 2 jam lebih pendek dari pupa nyamuk betina, karenanya nyamuk jantan akan muncul kira-kira satu hari lebih awal dari pada nyamuk betina yang berasal dari satu kelompok telur. Suhu yang dibutuhkan untuk pertumbuhan ini berkisar 25⁰C - 27⁰C. Pada stadium pupa ini memakan waktu lebih kurang 2 sampai dengan 4 hari (O'Connor & Soepanto 1979 dan Fradin, 2002).



(a)



(b)

Gambar 3. (a) Pupa *Anopheles sp*, dan (b) Pupa *Anopheles spp* di permukaan air (Davenport, 2012)

d. Nyamuk Dewasa

Secara anatomis, nyamuk *Anopheles* dewasa terbagi atas 3 bagian, yaitu kepala, torak dan abdomen.

1) Kepala

Pada kepala terdapat mata, antena, proboscis dan palpus. Mata disebut juga hensen. Antena pada *Anopheles* berfungsi sebagai pendeteksi bau pada hospes yaitu pada manusia ataupun pada binatang.

Proboscis berfungsi untuk menghisap darah atau makanan lainnya (misalnya, nektar atau cairan lainnya sebagai sumber gula).

2) Toraks

Toraks memiliki tiga pasang kaki dan dua pasang sayap. Antara torak dan abdomen terdapat alat keseimbangan yang disebut halter, yang berfungsi sebagai alat keseimbangan pada saat terbang.

3) Abdomen

Abdomen memiliki organ yang berperan untuk pencernaan, pernafasan dan reproduksi. Pada waktu menghisap darah, bagian abdomen ini akan mengembang. Darah yang telah dihisap, disimpan dalam abdomen untuk dicerna sebagai sumber protein pada produksi telurnya (Arsin, 2012; Clements 1999).

Nyamuk yang telah melepaskan diri dari kulit pupa akan mencari pasangan untuk mengadakan perkawinan, selanjutnya nyamuk *Anopheles* betina akan segera mencari darah untuk perkembangan telurnya. Perkawinan akan terjadi antara 1-2 hari setelah keluar dari pupa. Nyamuk jantan dewasa umumnya dapat bertahan hidup selama 6-7 hari sedangkan nyamuk betina bisa mencapai sebulan (Soviana dan Hadi, 2000). Lama hidup *Anopheles* dewasa bergantung suhu, kelembaban, dan keberadaan musuh alami (predator). Suhu udara rata-rata yang

optimum untuk perkembangan nyamuk adalah 25°C-27°C dan kelembaban udara pada kisaran 73% -100% (Sunjaya, 1970, Andrewartha dan Birch 1974 dalam Marpaung, 2006).

Nyamuk *Anopheles spp* dapat dibedakan dari nyamuk lainnya cirri-ciri nyamuk *Anopheles spp*: pulpinya berwarna coklat kehitaman dengan 3 gelang pucat; pada bagian sayap: costa dan urat sayap kesatu terdapat 4 atau lebih noda-noda pucat; pada bagian kaki belakang: femur, tibia dan tarus terdapat bintik-bintik pucat, pada sambungan tibia-tarsus kaki belakang ada/tidak ada gelang pucat yang lebar (Bonne-Wepster dan Swellengrebel 1953).

Nyamuk *Anopheles spp* dapat juga dibedakan dari posisi istirahatnya yang khas; baik jantan maupun betina akan nungging pada saat istirahat. Setelah beberapa hari muncul dari pupa menjadi dewasa, *Anopheles* dewasa akan melakukan perkawinan. Proses perkawinan biasanya terjadi di sore hari dengan cara jantan yang mendatangi sekawanan betina. Antara nyamuk jantan dan betina dapat dibedakan dari antenanya. Antena jantan bersifat plumose sedangkan yang betina bersifat pilose (Arsin, 2012).

Beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan untuk melihat siklus hidup nyamuk mulai dari telur sampai menjadi nyamuk dewasa.

Penelitian-penelitian tersebut disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Sintesa hasil peneliitian tentang siklus hidup nyamuk *Anopheles spp.*

No	Peneliti	Lokasi Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1	Barodji, dkk (2000)	Laboratorium stasiun Penelitian Vektor Penyakit Boru Kec. Wulanggitan Flores Timur	Survey Eksploratif	Hasil penelitian menunjukkan bahwa nyamuk <i>An. subpictus</i> yang tempat perkembangbiakanya di air payau dapat bertelur di air tawar dan larvanya dapat berkembangbiak menjadi pupa. Telur menetas setelah 2 – 3 hari, periode waktu larva menjadi pupa berlangsung 10 – 17 hari, pupa menjadi nyamuk dewasa setelah berumur 2 hari
2	Upik Kesumawati, dkk (2009)	Laboratorium Insektarium Entomologi Fakultas Kedokteran Hewan IPB	Deskriptif/ Survey Eksploratif	Berdasarkan hasil rearing jumlah telur <i>An. aconitus</i> yang dihasilkan 38 butir, menetas paling cepat dalam waktu 1 hari dan paling lama 5 hari, total waktu yang diperlukan dari telur hingga dewasa adalah 18 hari. Pada suhu 18°C telur menjadi nyamuk dewasa selama 20 hari, sedangkan pada suhu

33°C hanya 10 hari

Lanjutan Tabel 1

No	Peneliti	Lokasi Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
3	Dimas Tri Nugroho (2009)	Laboratorium Insektarium Entomologi Fakultas Kedokteran Hewan IPB	Deskriptif	<i>Anopheles</i> betina setelah menghisap darah, bertelur pertama kali pada hari kedua dan hari keempat. Nyamuk betina mampu menghasilkan rata-rata 38 butir telur, menetas paling cepat pada hari pertama dan paling lama pada hari kelima. Rata-rata total waktu yang diperlukan dari telur hingga dewasa adalah 17,97 hari.
4	Upik Kesumawati, dkk (2009)	Laboratorium Insektarium Entomologi Fakultas Kedokteran Hewan IPB	Deskriptif Eksploratif	Hasil penelitian menunjukkan bahwa periode waktu antara Larva instar 1 (L1) rata-rata selama 3,4 hari larva instar 2 = 3 hari, instar 3 = 3 hari, dan instar 4 = 3,9 hari. Perkembangan larva semakin singkat pada suhu antara 30 - 33°C
5	Ernamaiyanti, (2010)	Desa Muara Kelantan Kecamatan Sungai Mandau, Kabupaten Siak	Deskriptif dengan pendekatan survei	Kedalaman, kecepatan arus, dasar perairan, warna air, salinitas, pH, Oksigen terlarut (DO), suhu air dan kelembaban udara merupakan faktor yang mendukung kehidupan

Lanjutan Tabel 1

No	Peneliti	Lokasi Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
6	Mulyadi (2010)	Desa Doro Kabupaten Halmahera Selatan Provinsi Maluku Utara	Survey Eksploratif	Perilaku <i>An. farauti</i> dan <i>An. punctulatus</i> menghisap darah diluar rumah (eksofagik) mulai pukul 19.00 – 04.00 dengan puncak menggigit 19.00 – 21.00
7	Rusdiyah, (2010)	Desa Wainyapu Kabupaten Sumba Barat Daya	Survey Eksploratif	<i>An. sundaicus</i> , <i>An. subpictus</i> dan <i>An. vagus</i> ditemukan cenderung menggigit tertinggi pada pukul 22.00 – 23.00 sebanyak 20 ekor/jam/orang dan terendah pada pukul 18.00 – 19.00 sebanyak 3 ekor /jam/orang.

Sumber : Berbagai Hasil penelitian



(a)



(b)

Gambar 4. (a) Nyamuk *Anopheles sp* (pembesaran 490 x 250) dan (b) Nyamuk *Anopheles sp* pada saat mengigit (CDC, 2010)

3. Klasifikasi Nyamuk

Nyamuk termasuk dalam ordo Diptera, family Culicidae, dengan 3 subfamili yaitu Anophelinae (*Anopheles*), Culicinae (*Aedes*, *Culex*, *Mansonia*, *Armigeres*) dan Toxorhynchitinae (*Toxorhynchites*). Secara rinci perbedaan genus dari nyamuk dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Karakteristik nyamuk *Aedes*, *Anopheles*, *Culex* dan *Mansonia*

<i>Aedes</i>	<i>Anopheles</i>	<i>Culex</i>	<i>Mansonia</i>
Dewasa Palpi:			
♀ palpi lebih pendek dari probosis pada ♂, palpi lebih panjang dari probosis dan ujungnya tidak membulat	Palpi hampir sama dengan probosis dan ujungnya membulat	Palpi lebih pendek dari probosis pada ♂, palpi lebih panjang dari probosis	Palpi lebih pendek probosis, pada ♂ palpi lebih panjang dari probosis
Skutellum:			
Bentuk trilobed	Skutellum bulat	Skutellum trilobed	Skutellum trilobed
Sayap:			
Sayap berwarna gelap (hitam)	Pinggir sayap depan ada bercak hitam	Sayap tidak ada bercak hitam (khas)	Sisik sayap lebar, asimetris selang/seling bercak gelap atau terang
Kaki:			
Ada bercak putih	-	Kaki ada pulvilli di ujung	-
Badan:			
Ada bercak putih	-	-	-
Telur:			
Panjang dan	Panjang dan	Oval dan panjang	Panjang dan

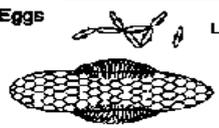
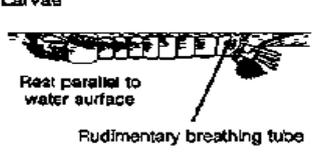
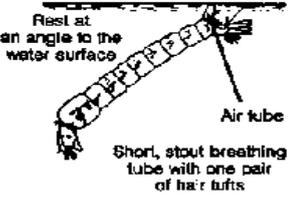
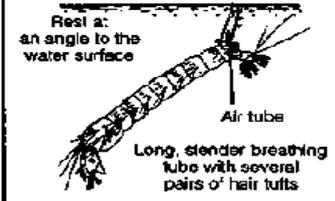
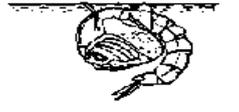
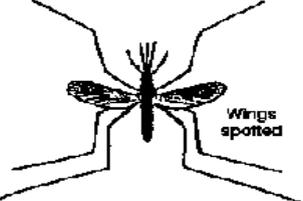
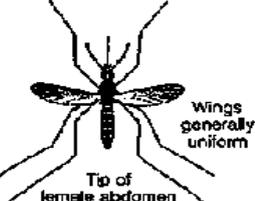
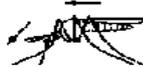
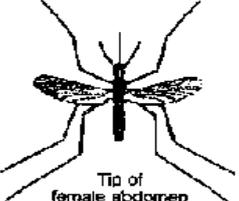
oval tanpa pelampung dan	oval kedua sisi ada	pada kedua ujung tumpul dan tanpa	oval dan salah satu ujung
--------------------------	---------------------	-----------------------------------	---------------------------

Lanjutan Tabel 2

<i>Aedes</i>	<i>Anopheles</i>	<i>Culex</i>	<i>Mansonia</i>
pada dinding tampak garis seperti anyaman pada air diletakkan pada wadah	pelampung dan kedua ujung runcing diletakkan satu-satu pada permukaan air	pelampung dan pada air berkelompok seperti rakit	runcing seperti taji dan diletakkan berkelompok di bawah daun yang terendam air seperti kipas di bawah air
Larva: Ada sifon agak pendek dari <i>Culex</i> , 1 kelompok bulu.	Tanpa sifon dan pada setiap segmen terdapat <i>tergal plate</i> . Spirakel berbentuk cincin pada ruas ke-8 abdomen yang berfungsi sebagai saluran udara.	Ada sifon lebih panjang dari <i>Aedes</i> dan bulu lebih dari satu.	Ada sifon tapi ujung runcing agak gelap dan bergerigi.
Pada permukaan air berbentuk sudut	Sejajar dengan permukaan air. Pada tiap ruas abdomen terdapat rambut palmat, larva dapat memutar kepalanya 180 ⁰ untuk mengambil makanan.	Berbentuk sudut terhadap permukaan air.	Ujung sifon tertanam tumbuhan air.
Pupa Trompet panjang dan ramping.	Trompet pendek dan ujungnya terbuka.	Trompet panjang dan ramping (silindris)	Ujung trompet runcing menusuk akar

tumbuhan
(silindris)

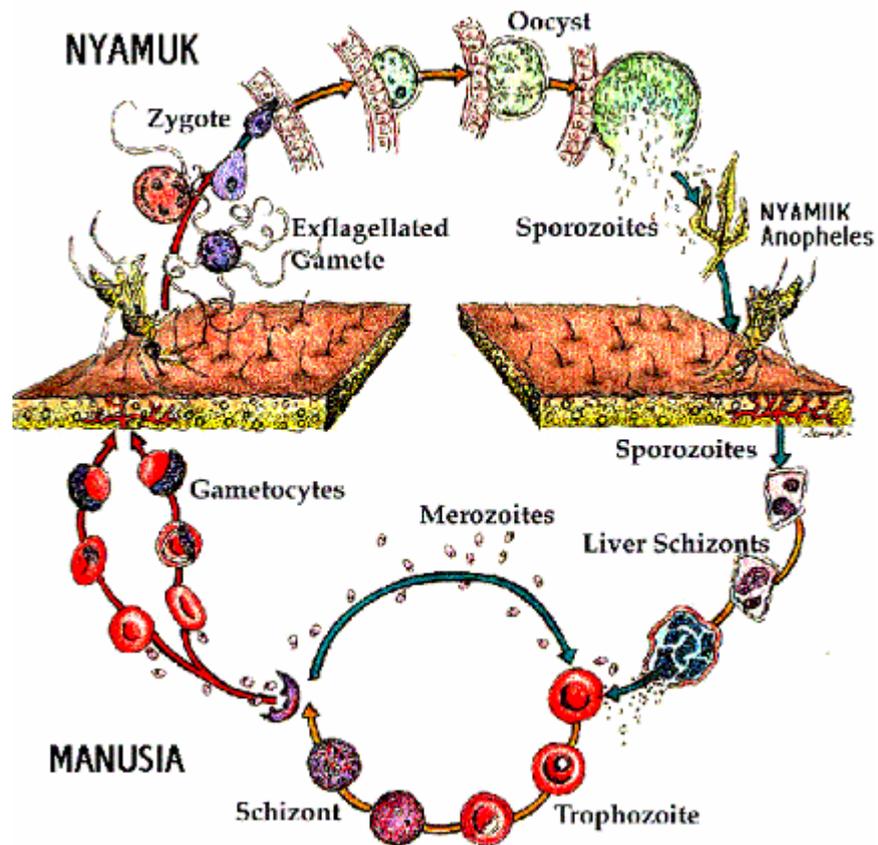
Sumber: Entomologi kesehatan (Susanna, 2011)

<i>Anopheles</i>	<i>Aedes</i>	<i>Culex</i>
Eggs  Laid singly Has floats	Eggs  Laid singly No floats	Eggs  Laid in rafts No floats
Larvae  Rest parallel to water surface Rudimentary breathing tube	Larvae  Rest at an angle to the water surface Air tube Short, stout breathing tube with one pair of hair tufts	Larvae  Rest at an angle to the water surface Air tube Long, slender breathing tube with several pairs of hair tufts
Pupae (differ only slightly) 		
Adult Proboscis and body in same straight line  Maxillary palps Maxillary palps as long as proboscis  Wings spotted	Proboscis and body at an angle to one another  Maxillary palps Maxillary palps shorter than proboscis  Wings generally uniform Tip of female abdomen usually pointed	Proboscis and body at an angle to one another  Maxillary palps Maxillary palps shorter than proboscis  Tip of female abdomen usually blunt

Gambar 5. Siklus kehidupan dan karakteristik nyamuk *anopheles spp*, *Aedes spp* dan *Culex spp* (MMCA, 2002)

4. Siklus Hidup Parasit Malaria

Siklus hidup Plasmodium malaria mempunyai 2 hospes, yaitu vertebrata dan nyamuk. Siklus aseksual di dalam hospes vertebrata di kenal sebagai skizogoni, sedangkan siklus seksual yang membentuk sporozoit di dalam nyamuk di kenal dengan sporogoni.



Gambar 6. Siklus hidup parasit penyebab malaria, *Plasmodium sp* (MMCA, 2002)

a) Siklus Aseksual

Sporozoit infeksius dari kelenjar ludah nyamuk *Anopheles* betina masuk ke dalam darah manusia melalui gigitan nyamuk. Dalam waktu tiga

puluh menit sporozoit masuk kedalam sel – sel parenkim hati dan dimulai stadium eksoeritrositik. Di dalam sel hati parasit akan tumbuh menjadi skizon dan berkembang menjadi merozoit. Sel hati yang mengandung parasit akan pecah dan merozoit keluar dengan bebas, sebagian akan difagositosis. Karena prosesnya terjadi sebelum memasuki eritrosit maka disebut stadium pre – eritrositik atau eksoerikrositik.

Siklus eritrositik dimulai saat merozoit memasuki sel–sel darah merah. Parasit tampak sebagai kromatin kecil, di kelilingi oleh sitoplasma yang membesar, bentuk tidak teratur dan mulai membentuk trophozoit, trophozoit berkembang menjadi skizon muda, berkembang menjadi skizon matang dan membelah banyak menjadi merozoit. Sel darah merah yang pecah mengeluarkan merozoit, pigmen serta sisa sel keluar dan memasuki plasma darah. Parasit memasuki sel darah merah lainnya untuk mengulang siklus skizogoni. Beberapa merozoit memasuki eritrosit dan membentuk skizon serta lainnya membentuk gametosit yaitu bentuk seksual (Rusfadir, 2011).

b) Siklus Seksual

Siklus seksual terjadi dalam tubuh nyamuk. Gametosit yang bersama darah tidak di cerna oleh sel – sel lain. Pada makrogamet

(jantan) kromatin membagi menjadi 6 – 8 inti yang bergerak ke pinggir parasit. Pada tempat tersebut beberapa filamen terbentuk seperti cambuk dan bergerak aktif disebut mikrogamet. Pembuahan terjadi karena masuknya mikrogamet ke dalam makrogamet untuk membentuk zigot. Zigot berubah bentuk menjadi ookinet yang dapat menembus lapisan epitel dan membran basal dinding lambung, ookinet berubah menjadi ookista. Di dalam ookista dibentuk sporozoit, menembus kelenjar nyamuk dan bila nyamuk menggigit manusia maka sporozoit masuk ke dalam darah dan mulailah siklus pre – eritrositik (Rusfadir, 2011).

B. Epidemiologi Malaria

Epidemiologi malaria merupakan pengetahuan yang menyangkut studi tentang kejadian (insidensi, prevalensi, kematian) karena malaria, penyebaran atau penularannya pada penduduk yang tinggal di suatu wilayah pada periode waktu tertentu, beserta faktor-faktor yang mempengaruhinya (Harijanto, 2000).

Epidemiologi malaria secara garis besar mencakup 3 hal utama yang saling berkaitan yaitu inang (*host*): manusia sebagai *host* perantara dan nyamuk vektor sebagai *host* definitif parasit malaria, penyebab

penyakit (*agent*): plasmodium, dan lingkungan (*environment*) (Arsin, 2012). Penyebaran malaria disebabkan oleh berbagai faktor antara lain:

- a. Perubahan lingkungan yang tidak terkendali dapat menimbulkan tempat perkembangbiakan nyamuk malaria
- b. Banyaknya nyamuk *Anopheles sp* yang telah dikonfirmasi sebagai vektor malaria (17 spesies) dari berbagai macam habitat
- c. Mobilitas penduduk yang relatif tinggi dari dan ke daerah endemik malaria
- d. Perilaku masyarakat yang memungkinkan terjadinya penularan
- e. Semakin meluasnya penyebaran parasit malaria yang telah resisten terhadap obat antimalaria
- f. Terbatasnya akses pelayanan kesehatan untuk menjangkau seluruh desa yang bermasalah malaria, karena hambatan geografis, ekonomi, dan sumber daya (Soedarto, 2011).

Secara epidemiologi terjadinya penyakit malaria sangat dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu :

1. Faktor Parasit

Agar dapat hidup terus sebagai spesies, parasit malaria harus ada dalam tubuh manusia untuk waktu yang cukup lama dan menghasilkan gametosit jantan dan betina pada saat yang sesuai untuk penularan. Parasit juga harus menyesuaikan diri dengan sifat-sifat nyamuk *Anopheles* yang antropofilik agar sporogoni dimungkinkan dan menghasilkan sporozoit yang infeksius.

Sifat-sifat spesifik parasit berbeda untuk setiap spesies malaria dan hal ini mempengaruhi terjadinya manifestasi klinis dan penularan. *P. falcifarum* mempunyai masa infeksi yang paling pendek, namun menghasilkan parasitemia paling tinggi, gejala yang paling berat dengan masa inkubasi yang paling pendek. *P. Vivax* dan *P. Ovale* pada umumnya menghasilkan parasitemia yang rendah, gejala yang lebih ringan dan mempunyai masa inkubasi yang lebih lama. Sporozoit *P. Vivax* dan *P. Ovale* dalam hati berkembang menjadi sizon jaringan primer dan hipnozoit ini menjadi sumber untuk terjadinya relaps (Harijanto, 2000).

2. Faktor Manusia

Secara umum dapat dikatakan bahwa pada dasarnya setiap orang dapat terkena malaria. Perbedaan prevalensi menurut umur dan jenis kelamin sebenarnya berkaitan dengan perbedaan derajat kekebalan

karena variasi keterpaparan pada nyamuk. Bayi di daerah endemik malaria mendapat perlindungan antibodi maternal yang diperoleh secara transplasental.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa bahwa perempuan mempunyai respon imun yang lebih kuat dibandingkan dengan laki-laki, namun kehamilan menambah resiko malaria. Malaria pada wanita hamil mempunyai dampak yang buruk terhadap kesehatan ibu dan anak, berat badan lahir rendah, partus prematur, dan kematian janin *intrauterine* (Gregor,1984).

Malaria congenital sebenarnya sangat jarang dan kasus ini berhubungan dengan kekebalan yang rendah pada ibu. Secara proporsional insiden malaria congenital lebih tinggi di daerah prevalensi malaria yang lebih rendah. Faktor-faktor genetik pada manusia dapat mempengaruhi terjadinya malaria dengan pencegahan invasi parasit kedalam sel, mengubah respon imunologik atau mengurangi keterpaparan terhadap vektor. Keadaan gizi juga mempengaruhi penyembuhan dari penyakit malaria, ini dibuktikan bahwa anak yang bergizi baik lebih cepat dapat mengatasi malaria berat dibandingkan anak yang bergizi buruk (Harijanto, 2000).

3. Faktor Nyamuk

Efektifitas nyamuk untuk menularkan malaria ditentukan hal-hal seperti, kepadatan nyamuk dekat pemukiman manusia, kesukaan menghisap darah manusia atau *antropofilia*, frekuensi menghisap darah manusia (tergantung dari suhu), lamanya sporogoni (berkembangnya parasit dalam nyamuk sehingga menjadi infeksi), lamanya hidup nyamuk harus cukup untuk sporogoni dan kemudian menginfeksi jumlah yang berbeda-beda menurut spesies.

C. Tinjauan tentang Faktor Lingkungan

1. Faktor Lingkungan

Lingkungan adalah segala sesuatu yang ada di sekitar manusia, baik berupa benda hidup, benda mati, benda nyata ataupun abstrak, termasuk manusia lainnya, termasuk suasana yang terbentuk yang menyebabkan interaksi di antara elemen-elemen di alam tersebut. Faktor lingkungan berperan penting dalam menentukan status kesehatan masyarakat. Kondisi lingkungan dapat dimodifikasi dan dapat diperkirakan dampak atau ekspekturnya sehingga dapat dicari solusi ataupun kondisi yang paling optimal bagi kesehatan manusia (Arsin, 2012).

Kesehatan manusia sangat tergantung pada interaksi antara manusia dan interaksinya dengan lingkungan fisik, kimia, biologi, serta sosial budaya. Infeksi malaria dan faktor-faktor yang mempengaruhinya di masyarakat merupakan interaksi dinamis antara faktor *host* (manusia dan nyamuk), *agent* (parasit/plasmodium), dan *environment* (lingkungan).

a. Lingkungan Fisik

Lingkungan fisik adalah lingkungan dimana manusia dan nyamuk berada. Dalam penelitian ini, lingkungan fisik yang diteliti adalah keberadaan tempat perkembangbiakan nyamuk *Anopheles*, kedalaman, kejernihan, ketinggian, arus air, warna air, dasar air, pencahayaan, tipe dan luas habitat, kondisi cuaca.

Variasi iklim lingkungan memberikan efek bagi kehidupan vektor dan perkembangan parasit malaria (Bruce-Chwat, 1985). Perkembangan parasit malaria didukung dengan adanya curah hujan. Demikian juga dengan arus air, angin, ketinggian dan sinar matahari, semuanya ini mendorong perkembangbiakan nyamuk dengan cepat (Harijanto, 2000).

1) Keberadaan Habitat Perkembangbiakan (*Breeding site*)

Nyamuk berkembangbiak dengan baik bila lingkungannya sesuai dengan keadaan yang dibutuhkan oleh nyamuk untuk berkembangbiak. Kondisi lingkungan yang mendukung perkembangan nyamuk tidak sama tiap jenis/spesies nyamuk. Lingkungan fisik berhubungan dengan kehidupan nyamuk sebagai vektor malaria maupun pada kehidupan parasit di dalam tubuh nyamuk itu sendiri (Arsin, 2012).

Habitat yang dimanfaatkan untuk perkembangbiakan *Anopheles* berbeda-beda. Beberapa jenis larva dapat hidup di kolam kecil, kolam besar dan genangan air, yang bersifat sementara atau permanen. Walaupun sebagian besar *Anopheles* hidup di habitat perairan tawar, tetapi ada beberapa spesies *Anopheles* berkembang biak di air payau. *Anopheles* tidak akan dijumpai pada air yang tercemar bahan organik seperti kotoran manusia dan hewan atau tumbuh-tumbuhan yang membusuk (Snow dan Gilles, 2002).

Kebanyakan spesies *Anopheles* hanya ditemukan pada habitat habitat tertentu, seperti beberapa spesies *Anopheles* hidup pada tempat yang tidak terlindungi sinar matahari, sementara spesies lain pada tempat yang teduh. Pengaruh sinar matahari terhadap pertumbuhan jentik

nyamuk berbeda beda. *An. sudaicus* lebih suka tempat yang teduh (*Shaded*), sebaliknya *An. hyrcanus* group lebih menyukai tempat yang terbuka. *An. barbitoris* dapat hidup baik di tempat yang teduh maupun di tempat yang tidak terlindungi sinar matahari (Harijanto, 2000). *An. gambie* di Afrika menyukai kolam air tawar atau genangan air yang kurang vegetasinya. *An. stephensi* di India menyukai kolam besar atau rawa rawa yang ada tumbuhan air (Snow dan Gilles, 2002).

Aktivitas manusia banyak menyediakan terjadinya tempat perkembangbiakan yang cocok untuk pertumbuhan vektor malaria, seperti genangan air, selokan, cekungan-cekungan yang terisi air hujan, sawah dengan aliran air irigasi. Jenis perindukan ini merupakan tempat koloni vektor malaria seperti *An. gambie*, *An. arabiensis* di Africa, *An. culicifacies* dan *An. subpictus* di India, *An. sinensis* di Cina, serta *An. aconitus* di banyak negara Asia Tenggara (Snow dan Gilles, 2002).

Menurut Taken *et al* (2008), tempat perindukan vektor dibagi menjadi 2 tipe yaitu, tipe permanen (rawa-rawa, sawah dengan aliran air gunung, mata air, kolam) dan tipe temporer (muara sungai tertutup pasir di

pantai, genangan air payau di pantai, genangan air di dasar sungai waktu musim kemarau genangan air hujan dan sawah tadah hujan).

Keberadaan habitat perkembangbiakan di lingkungan penderita menjadi faktor yang dapat memicu kejadian malaria. Hal ini telah dibuktikan oleh beberapa penelitian terdahulu yang telah dilakukan untuk menguji kaitan antara keberadaan perkembangbiakan dengan kejadian malaria. Penelitian-penelitian tersebut disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Sintesa hubungan antara keberadaan tempat perkembangbiakan nyamuk *Anopheles spp.* dengan kejadian malaria

Peneliti	Lokasi	Metode	Hasil Temuan
Ahmadi (2008)	Desa Lubuk Nipis Kecamatan Tanjung Agung Kabupaten Muara Enim	<i>Study Retrospektif/ Case control</i>	Orang yang tinggal di rumah yang memiliki genangan air di sekitarnya mempunyai risiko terkena malaria 2,756 kali lebih besar dibandingkan dengan orang yang tinggal di rumah yang jauh dari genangan air
Syam Dedi Mahyudin (2010)	Kecamatan Kakukku Kabupaten Mamuju Provinsi Sulawesi Barat	<i>Observasional/ Cross Sectional Study</i>	Berdasarkan hasil uji statistik, terdapat hubungan keberadaan habitat perkembangbiakan larva dan nyamuk <i>Anopheles</i> (dewasa) dengan kejadian malaria ($p = 0,002$)

Alemu <i>et al</i> / 2011	Sout-west Ethiopia	Survei	Mereka yang tinggal < 1 km dari genangan air berisiko terkena malaria dibandingkan mereka yang tinggal jauh (<i>p-value</i> = 0,001)
---------------------------	--------------------	--------	---

Lanjutan Tabel 3

Peneliti/Tahun	Lokasi	Metode	Hasil Temuan
Ernawati <i>et al</i> / 2011	Punduh Pedada Kabupaten Pesawaran Propinsi Lampung	<i>Cross sectional</i>	Rumah tangga yang disekitarnya ada tempat perkembangbiakan nyamuk memiliki proporsi kejadian malaria sebesar 54,5% dibandingkan dengan rumah tangga yang di sekitarnya tidak ada tempat perkembangbiakan nyamuk dengan <i>prevalence rate</i> 1,10
Mohamad Yusuf Hidayat (2012)	Kabupaten Kepulauan Selayar	<i>Observasional / Case Control Study</i>	Orang yang memiliki rumah dekat dengan tempat istirahat nyamuk (keberadaan semak-semak) berisiko terkena malaria, <i>p-value</i> = 0,002: OR = 3,667: CI 95%

2) Suhu

Pada dasarnya semua spesies *Anopheles*, memerlukan suhu antara 21°C - 32°C, tetapi suhu yang optimum adalah 28°C untuk perkembangannya. Pada jenis *P. falciparum* transmisi terjadi pada suhu

20°C atau dalam kisaran 25°C – 30°C, itu sebabnya *P. falciparum* lebih banyak dijumpai hidup di daerah tropik.

Perubahan suhu mempunyai efek terhadap periode perkembangan nyamuk, meliputi siklus hidup nyamuk, frekuensi mengisap darah, umur nyamuk (*longevity*), dan siklus *gonotropik* (suatu periode waktu pematangan telur, sejak nyamuk mengisap darah sampai dengan telur matang dan siap untuk dikeluarkan) (Arsin, 2012).

Pada suhu yang meningkat, aktivitas pencarian darah nyamuk juga meningkat, pada gilirannya akan mempercepat perkembangan ovarium, telur, dan mempersingkat siklus gonotropik, serta frekuensi menggigit pada manusia meningkat pula sehingga kemungkinan meningkatkan transmisi atau penyebarab penyakit (Arsin, 2012).

Beberapa penelitian sebelumnya yang membuktikan hubungan antara suhu dengan kejadian malaria disajikan pada tabel berikut :

Tabel 4. Sintesa hubungan antara suhu udara dengan kejadian malaria

Peneliti/Tahun	Lokasi	Metode	Hasil Temuan
Farida Dwi Handayani (2006)	Kecamatan Kokap Kabupaten Kulon Progo	Deskriptif dengan metode <i>Survey Eksploratif</i>	Suhu yang memungkinkan perkembangbiakan nyamuk 24°C - 27°C

Friaraiyantini / 2006	Barito Selatan	<i>Cross sectional</i>	Suhu berpengaruh terhadap kejadian malaria dengan nilai p = 0,02
Endah Setyaningrum (2007)	Desa Way Muli Kecamatan Rajabasa Lampung Selatan	Survey Entomologi	Habitat perkembangbiakan nyamuk yang mempengaruhi kepadatan larva dengan kejadian malaria adalah 33,5°C
Sardjito Eko Windarso (2008)	Kecamatan Kalibawang Kulon Progo	Metode Survey	Suhu yang memungkinkan perkembangbiakan nyamuk 30°C - 32°C
Harmendo / 2008	Kepulauan Bangka Belitung	<i>Case control</i>	Suhu dalam rumah sebesar 26 – 34°C (mean = 30,27°C) memungkinkan untuk berkembangnya vektor penyakit malaria
Lukman Hakim (2009)	Kabupaten Ciamis	<i>Observasional / Survey Eksploratif</i>	Suhu yang disenangi nyamuk <i>anopheles spp.</i> berkisar 30,5°C – 31,5°C
Amirullah (2012)	Kabupaten Kepulauan Selayar	Observasional dengan pendekatan Studi Korelasi	Suhu yang memungkinkan transmisi penyakit malaria adalah suhu berkisar 25,6 – 39,5°C.

3) Kelembaban Udara

Kelembaban mempengaruhi kecepatan berkembang biak, kebiasaan menggigit dan istirahat nyamuk (Harijanto, 2000). Pada

kelembaban yang lebih tinggi nyamuk menjadi lebih aktif dan lebih sering menggigit, sehingga meningkatkan penularan penyakit malaria. Kelembaban yang optimum yang diperlukan untuk perkembangbiakan nyamuk di atas 60%. (Chwatt-Bruce, 1985).

Bagi serangga, kelembaban udara yang optimum untuk perkembangan adalah 73% - 100% (Arsin, 2012). Kelembaban udara dapat mempengaruhi umur (*longevity*) nyamuk. Sistem pernapasan nyamuk menggunakan pipa-pipa udara yang disebut *trachea* dengan lubang-lubang dinding yang disebut *spiracle*. Pada waktu kelembaban rendah, *spiracle* terbuka lebar tanpa ada mekanisme pengaturannya sehingga menyebabkan penguapan air dari dalam tubuh nyamuk (Arsin, 2012).

Beberapa penelitian yang telah meneliti hubungan antara pemasangan kelembaban udara dengan kejadian malaria disajikan pada tabel berikut.

Tabel 5. Sintesa hubungan antara kelembaban udara dengan kejadian malaria

Peneliti/Tahun	Lokasi	Metode	Hasil Temuan
----------------	--------	--------	--------------

Farida Dwi Handayani (2006)	Kecamatan Kokap Kabupaten Kulon Progo	Deskriptif dengan metode <i>Survey Eksploratif</i>	Kelembaban yang memungkinkan perkembangbiakan nyamuk 90 – 92%
-----------------------------	---------------------------------------	--	---

Lanjutan tabel 5

Peneliti/Tahun	Lokasi	Metode	Hasil Temuan
Friaraiyantini / 2006	Barito Selatan	<i>Cross sectional</i>	Kelembaban berpengaruh terhadap kejadian malaria dengan nilai $p < 0,05$
Sardjito Eko Windarso (2008)	Kecamatan Kalibawang Kulon Progo	Metode <i>Survey</i>	Kelembaban yang memungkinkan perkembangbiakan nyamuk 87 – 100%
Harmendo / 2008	Kepulauan Bangka Belitung	<i>Case control</i>	Ada hubungan antara Kelembaban udara dengan kejadian malaria, Kelembaban 57 – 86% (mean = 64,78%) memungkinkan untuk berkembangnya vektor penyakit malaria
Lukman Hakim (2009)	Kabupaten Ciamis	<i>Observasional / Survey Eksploratif</i>	Kelembaban berpengaruh terhadap kejadian malaria adalah 95%
Suwito (2010)	Lampung Selatan	Prospektif	Kelembaban udara berpengaruh 40,5% terhadap kepadatan nyamuk <i>Anopheles</i> dimana kelembapan rata-rata tertinggi pada Desember (84,30%) dan terendah pada Agustus (76%)

Junita (2010)	Simeulue Provinsi Aceh	<i>Cross sectional</i>	Ada hubungan yang signifikan antara kelembaban udara dengan kejadian malaria
---------------	------------------------------	----------------------------	--

4) Curah hujan

Data curah hujan diperlukan karena berkaitan dengan banyaknya habitat perkembangbiakan nyamuk, fluktuasi kepadatan vektor dan angka kesakitan malaria serta merupakan faktor penentu penyebaran malaria (Bates, 1970). Ketika hujan, terdapat banyak genangan air dan ini memberikan keadaan yang menguntungkan bagi nyamuk dengan memberinya tempat untuk berkembangbiak. Tinggi rendahnya curah hujan akan mempengaruhi keberadaan habitat vektor malaria (Snow dan Gilles, 2002). Hujan, suhu dan kelembaban mendorong kelimpahan populasi vektor. Perubahan suhu, kelembaban dan curah hujan mengakibatkan nyamuk lebih sering bertelur sehingga populasi vektor meningkat. Oleh karena itu curah hujan bisa dijadikan indikator dalam penularan malaria sehingga bisa dijadikan sebagai salah satu pertimbangan dalam

perencanaan pengendalian malaria maupun kegiatan antisipasi kejadian luar biasa (KLB) malaria (Depkes, 2003).

Pada tabel berikut disajikan beberapa penelitian yang telah dilakukan terkait dengan hubungan antara curah hujan dengan kejadian penyakit malaria.

Tabel 6. Sintesa hubungan antara curah hujan dengan kejadian malaria

Peneliti/Tahun	Lokasi	Metode	Hasil Temuan
Upik Kesumawati Hadi (2010)	Lampung Selatan dan Pesawaran	Study Korelasi	Kepadatan nyamuk <i>Anopheles</i> 56,9% disebabkan oleh curah hujan, koefisien determinasi menunjukkan nilai 0,569.
Mulyadi (2010)	Desa Doro Kabupaten Halmahera Selatan	Study Eksplorasi	Berdasarkan analisis hubungan variabel (<i>person correlation</i>) dengan nilai $\alpha = 0,05$ didapatkan curah hujan tidak berhubungan dengan fluktuasi <i>Man Biting Rate</i> (MBR)
Saputro (2010)	Desa Dulanpokpok Kabupaten Fakfak Papua Barat	Survey Entomologi	Hasil uji korelasi menunjukkan bahwa ada hubungan yang kuat ke arah negatif sebesar $- 0,795$ antara indeks curah hujan dengan kepadatan <i>An.</i>

punctulatus, hal ini berarti semakin rendah Indeks curah hujan maka kepadatan *An. punctulatus* mengalami peningkatan, tetapi hubungan tersebut tidak signifikan pada tingkat kesalahan 5%.

5) Ketinggian

Ketinggian dan suhu sangat berkorelasi dengan kejadian malaria. Setiap kenaikan ketinggian 100m akan menyebabkan suhu turun sebesar 0,5°C. Parasit sangat peka terhadap penurunan suhu karena sporogoni tidak dapat hidup. Misalnya spesies *An. gambiae* yang tidak ditemukan ketika suhu turun menjadi 5°C. Sehingga ketinggian dapat digunakan sebagai penanda (marker) endemisitas atau kompleksitas risiko penyakit (Snow dan Gilles, 2002).

6) Angin

Angin akan mempengaruhi jarak terbang nyamuk. Jarak terbang nyamuk (*flight range*) dapat diperpendek atau diperpanjang tergantung arah angin. Nyamuk *Anopheles* betina dewasa tidak ditemukan lebih dari

2-3 km dari lokasi tempat perkembangbiakan vektor (TPV) karena tidak memiliki kemampuan untuk terbang jauh, namun angin dapat membawa *Anopheles* terbang sejauh 30 km atau lebih (Snow dan Gilles, 2002).

Kecepatan angin mempunyai peran positif maupun negatif dalam siklus nyamuk vektor malaria. Kecepatan angin yang tinggi mampu membawa nyamuk terbang lebih jauh (lebih dari 30 km), padahal jarak terbang nyamuk secara normal adalah 3 km. Kecepatan angin optimum yang dibutuhkan oleh nyamuk untuk mencapai manusia (host) adalah 1,0 – 1,2 m/det (Dale *et al*, 2005). Bila kecepatan angin 11 – 14 meter per detik atau 25-31 mil per jam maka akan menghambat penerbangan nyamuk.

Beberapa penelitian yang telah meneliti hubungan antara kecepatan angin dengan kejadian malaria disajikan pada tabel berikut.

Tabel 7. Sintesa hubungan antara kecepatan angin dengan kejadian malaria

Peneliti/Tahun	Lokasi	Metode	Hasil Temuan
Nurhaedah (2008)	Manokwari Barat	Deskripsi dengan teknik observasi lapangan dan pemeriksaan	Angin berpengaruh terhadap penerbangan nyamuk dengan kecepatan angin

		laboratorium	rata-rata di Kabupaten Manokwari berkisar antara 7,4–8,6 meter per detik
Sulistiyani <i>et al</i> (2009)	Pangkalbalam Pangkalpinang	Study Eksplorasi	Kecepatan angin yang memungkinkan transmisi malaria pada penelitian ini adalah 3,0 m/det (kisaran 2,9-10,8 m/det)

b. Lingkungan Kimia

Lingkungan kimia yang paling mendukung terhadap perkembangbiakan vektor malaria adalah pH, oksigen terlarut (DO), kebutuhan oksigen biologi (BOD), CO₂, dan kedalaman air. pH berpengaruh terhadap pertumbuhan organisme yang berkembang biak di akuatik. pH air tergantung kepada suhu air, oksigen terlarut dan adanya berbagai anion dan kation serta jenis stadium organisme (Takken dan Knols 2008).

Kebutuhan oksigen biologi (BOD) merupakan parameter kualitas air yang penting. BOD adalah banyaknya oksigen yang digunakan bila bahan organik dalam suatu volume air tertentu yang di rombak secara biologis. Air dengan BOD tinggi dan tidak mempunyai kemampuan

menambah oksigennya, jelas tidak dapat mendukung kehidupan organisme yang membutuhkan oksigen (Sucipto, 2011).

Kandungan oksigen terlarut erat kaitannya dengan CO₂, sehingga apabila kandungan oksigen yang terlarut sangat rendah akan mengurangi jumlah jenis invertebrata yang berukuran besar, sedangkan cacing dan larva nyamuk di dapatkan dalam jumlah yang banyak (Nacher, 2001).

Salinitas menggambarkan garam alkali tanah. *An. sondaicus* tumbuh pada air payau yang kadar garamnya berkisar antara 12‰ – 18‰ dan tidak dapat berkembang biak pada garam lebih dari 40 ‰ (Kazwaini, 2006). Pada Tabel 7. disajikan beberapa penelitian terkait hubungan antara faktor lingkungan kimia dengan kejadian malaria.

Tabel 8. Sintesa hubungan antara faktor lingkungan kimia dengan kejadian malaria

Peneliti/Tahun	Lokasi	Metode	Hasil Temuan
Mulyadi (2010)	Desa Doro Kabupaten Halmahera Selatan	Study Eksplorasi	Faktor lingkungan fisik memiliki pengaruh terhadap kepadatan larva <i>Anopheles spp.</i> dengan suhu air berkisar 25 - 30°C, pH berkisar 6,9 – 7,1 dan salinitas 0 - 7‰.

Amirulah (2012)	Kabupaten Kepulauan Selayar	Observasional dengan pendekatan studi korelasi	Hasil uji <i>Spearman correlation</i> didapatkan bahwa suhu air dan pH berhubungan dengan kepadatan larva <i>Anopheles spp.</i> masing-masing pada nilai $p = 0,04 < 0,05$ dan $p = 0,03 < 0,05$ sedangkan salinitas tidak memiliki hubungan dengan kepadatan larva ($p = 0,38 > 0,05$)
--------------------	-----------------------------------	---	---

c. Lingkungan Biologi (Flora dan Fauna)

Berbagai jenis tumbuh-tumbuhan dapat mempengaruhi kehidupan larva nyamuk karena dapat menghalangi sinar matahari yang masuk atau melindungi dari serangan mahluk hidup lain. Beberapa jenis tanaman air merupakan indikator bagi jenis nyamuk tertentu. Tanaman air seperti lumut perut ayam (*Heteromorpha, sp*) dan lumut sutera (*Enteromorpha, sp*) dapat menunjukkan bahwa lagun tersebut terdapat larva *An. sundaicus*. Beberapa jenis ikan pemakan larva seperti ikan kepala timah (*Gambusia affinis*), ikan Guppi (*Pocillie reticulate*), Nila (*Oreochomis niloticus*) dan lain lain akan mempengaruhi populasi nyamuk di suatu daerah (Peter dan Gilles , 2002).

D. Spesis Nyamuk *Anopheles*

Peran suatu spesis sebagai vektor malaria dapat diperkirakan dengan melihat beberapa aspek bionomik nyamuk dewasa (Arsin, 2012).

1. Kepadatan Vektor

Kepadatan vektor merupakan hal yang penting dalam epidemiologi malaria, karena menentukan derajat kontak antara manusia dan vektor serta menunjukkan kekuatan penularan malaria. Kepadatan secara teoritis didefinisikan sebagai jumlah vektor dalam suatu unit area pada waktu tertentu. Dalam entomologi malaria biasa dipergunakan tolak ukur kepadatan relatif. Menurut Depkes (2003), kepadatan relatif dapat diukur dengan:

- a. Rata-rata jumlah vektor yang tertangkap di rumah, kandang binatang atau bangunan lain diluar rumah dengan *Human Landing Collection* (HLC) yang dikerjakan dengan metode standar oleh penangkap nyamuk kurun waktu tertentu (tolak ukur: *Man Hour Density* (MHD satuan orang per jam)).

- b. Rata-rata jumlah vektor yang terkumpul di rumah dengan penangkapan yang menggunakan metode HLC atau dengan penyemprotan insektisida *knock-down*.
- c. Rata-rata jumlah vektor yang tertangkap pada saat menggigit orang atau binatang pada malam hari, baik sepanjang malam penuh (tolak ukur: *Man Biting Rate* (MBR), satuan orang per malam) maupun kurun waktu tertentu pada malam hari. MBR adalah tolak ukur yang dapat menggambarkan besarnya kontak manusia dan vektor.
- d. Rata-rata jumlah vektor yang terkumpul pada penangkapan dengan menggunakan
 - a) Perangkap, kelambu atau alat tertentu dengan umpan menggunakan orang atau binatang
 - b) Perangkap yang menggunakan cahaya sebagai daya tarik.
 - c) Tempat berlindung buatan diluar rumah dan sebagainya.

Beberapa penelitian yang telah meneliti hubungan antara kepadatan nyamuk *Anopheles spp.* dengan kejadian malaria disajikan pada tabel berikut.

Tabel 9. Sintesa hubungan kepadatan nyamuk *Anopheles spp.* dengan kejadian malaria

Peneliti/Tahun	Lokasi	Metode	Hasil Temuan
Tri Agus Subagio (2004)	Desa Sukaresik Kecamatan Sidamulih Kabupaten Ciamis	<i>Explanatory research</i> menggunakan desain studi <i>Cross sectional.</i>	Berdasarkan hasil uji statistik diketahui ada perbedaan kepadatan nyamuk <i>An.sundaicus</i> antara jenis dinding tembok dan bambu melalui metode umpan orang (p = 0,022)

Lanjutan tabel 8

Peneliti/Tahun	Lokasi	Metode	Hasil Temuan
			pada jenis dinding tembok di dapat MBR rata-rata 0,13 ekor/orang/jam, sedangkan pada jenis dinding bambu MBR rata-ratanya 0,24 ekor/orang/jam.
Saputro (2010)	Desa Dulanpokpok Kabupaten Fakfak Papua barat	Kecamatan Rajabasa dan Kecamatan Padangcermin Lampung Selatan	<i>An. punctulatus</i> memiliki rata-rata kepadatan bulanan di dalam dan diluar rumah (MBR) berkisar 0,59 – 3,17 ekor/orang /malam. Hasil uji korelasi antara kepadatan nyamuk dengan kejadian malaria adanya hubungan yang lemah positif sebesar 0,250. Hubungan tersebut tidak signifikan pada

tingkat kesalahan 5%

Upik Kesumawati Hadi (2010)	Lampung Selatan dan Pesawaran	Survey Eksplorasi	Kepadatan <i>Anopheles</i> mempunyai hubungan dengan jumlah kasus malaria, hubungan positif kuat ($p=0,681$), semakin tinggi kepadatan <i>Anopheles</i> per orang per malam maka semakin besar kasus malaria pada bulan berikutnya
-----------------------------	-------------------------------	-------------------	--

2. Umur Nyamuk (*Longevity*)

Umur nyamuk merupakan parameter yang penting. Jika umur hidupnya lebih pendek dari waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan siklus sporogoni parasit, maka tidak terjadi transmisi malaria karena belum terbentuk sporozoid, misalnya waktu yang diperlukan untuk *P. vivax* 9 hari dan *P. falciparum* 10-11 hari pada suhu 26°C. Nyamuk yang umurnya lebih panjang berpeluang untuk terinfeksi lebih besar (lebih sering kontak dengan manusia).

Umur nyamuk di alam bebas dapat diperkirakan dengan berbagai cara, yang paling sering diterapkan adalah dengan memperkirakan umur

nyamuk secara tidak langsung dengan cara menghitung *Parous Rate* (PR). Nyamuk yang belum pernah bertelur disebut *Nulliparous* dan yang sudah pernah bertelur disebut *Parous*. Seekor nyamuk betina sudah pernah atau belum bertelur didapat diketahui dengan cara membedah perut dan diperiksa indung telurnya. Proporsi parous adalah jumlah nyamuk parous dari nyamuk yang diperiksa indung telurnya dari spesies yang sama. Sedangkan bentuk persennya (%) disebut *Parous Rate*.

Umur nyamuk betina dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut (Depkes, 2003):

$$\text{Proporsi Parous} = \frac{\sum \text{Jumlah Nyamuk Yang Parous}}{\sum \text{Jumlah Nyamuk Parous dan Nulliparous yang Diperiksa Ovariumnya}}$$

Spesimen nyamuk yang dibedah untuk pemeriksaan parous adalah spesies nyamuk vektor atau tersangka vektor malaria berasal dari hasil penangkapan dengan umpan orang (Depkes, 1993).

3. Perilaku Mencari Darah

Nyamuk *Anopheles spp* pada umumnya aktif mencari darah pada waktu malam hari. Perilaku ini bila diteliti lebih lanjut ada yang menggigit mulai senja hingga tengah malam, dan ada pula yang mulai tengah malam

hingga menjelang pagi. Nyamuk *Anopheles spp* ada yang menggigit diluar rumah (*eksofagik*) dan ada yang menggigit didalam rumah (*endofagik*).

Kebiasaan menggigit dari nyamuk ada yang sifatnya antropofilik (mencari darah manusia) dan ada pula yang sifatnya zoofilik (mencari darah hewan). Nyamuk betina biasanya hanya satu kali kawin selama hidupnya. Untuk mempertahankan dan memperbanyak keturunannya, nyamuk betina selanjutnya hanya memerlukan darah untuk proses pematangan telurnya. Frekuensi membutuhkan darah tergantung spesiesnya dan dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban, yang disebut siklus gonotrofik. Untuk iklim tropis biasanya siklus ini berlangsung sekitar 48-96 jam (Depkes, 2003).

4. Perilaku Istirahat

Nyamuk mempunyai dua cara beristirahat yaitu (1) istirahat yang sebenarnya, yaitu selama waktu menunggu proses perkembangan telur, (2) istirahat sementara, yaitu pada waktu sebelum dan sesudah mencari darah. Pada umumnya nyamuk beristirahat pada tempat yang teduh, lembab dan aman. Tetapi apabila diamati lebih lanjut ternyata nyamuk mempunyai perilaku istirahat yang berbeda-beda. *An. aconitus* hanya

beristirahat/hinggap di tempat dekat tanah, sedangkan *An. sondaicus* di tempat-tempat yang lebih tinggi.

Pada waktu malam masuk ke dalam rumah hanya untuk menghisap darah lalu keluar, ada pula sebelum maupun sesudah menghisap darah hinggap di dinding untuk beristirahat terlebih dahulu (Depkes, 2003).

5. Penyebaran

Beberapa faktor penting yang berhubungan dengan penyebaran nyamuk menurut Depkes (1993):

- a. Angin akan menentukan penyebaran
- b. *Host Barriers*: sekelompok *host* (binatang) dapat mencegah penyebaran nyamuk dari tempat perkembangbiakan ke tempat lain yang lebih jauh, sehingga dapat melindungi manusia dari gigitan nyamuk.
- c. Produktivitas tempat perkembangbiakan: semakin banyak nyamuk stadium dewasa yang menetas, semakin tinggi kepadatannya (Sucipto, 2011).

Jenis-jenis nyamuk *Anopheles* yang tersebar di Indonesia antara lain:

1) *Anopheles farauti*

Nyamuk *An. farauti* hampir bisa ditemukan disemua genangan air.

Hal ini disebabkan oleh karena perilaku berkembang biak nyamuk tersebut, dimana *An.farauti* dapat berkembang biak di air tawar, air payau maupun air limbah, baik pada genangan air di tanah maupun genangan air di dalam perahu. Pada genangan air di tanah *An.farauti* lebih menyukai tempat yang kena sinar matahari, air jernih, dangkal dan ada tumbuh-tumbuhan airnya, misalnya rumput dan kangkung. Genangan air ini bisa genangan air sementara seperti bekas roda, bekas tapak kaki dan genangan air di tanah yang rendah ataupun genangan air tetap seperti rawa-rawa, kolam ikan, pinggiran sungai, parit dan got yang tidak mengalir. Pada genangan air di dalam perahu biasanya tanpa tumbuh-tumbuhan agak terlindung. Dengan demikian *An.farauti* dapat menjadi vektor yang potensial di daerah pantai, daerah pedalaman dan pegunungan.

b. *Anopheles punctulatus*

Nyamuk *Anopheles punctulatus* memiliki perilaku berkembang biak yang lain dari *An.farauti*. *An.punctulatus* tidak dapat berkembang biak di air payau maupun air limbah. Genangan air yang disukai adalah genangan air sementara seperti bekas galian, parit-parit yang baru, jejak roda kendaraan dan jejak kaki, tanpa tumbuh-tumbuhan air, kena sinar mata hari dan berlumpur. Sehingga *An.punctulatus* dapat menjadi vektor yang potensial di lokasi yang sedang dibuka atau daerah-daerah yang berlumpur.

c. *Anopheles sundaicus*

Vektor *An. sundaicus* biasanya berkembang biak di air payau, yaitu campuran antara air tawar dan air asin, dengan kadar garam optimum antara 12% -18%. Penyebaran larva di habitat perkembangbiakan tidak merata dipermukaan air, tetapi terkumpul di tempat-tempat tertutup seperti diantara tanaman air yang mengapung, sampah dan rumput - rumput di pinggir sungai atau pun parit. Genangan air payau yang digunakan sebagai tempat berkembang biak, adalah yang terbuka yang mendapat sinar matahari langsung. Seperti pada muara

sungai, tambak ikan, galian -galian yang terisi air di sepanjang pantai dan lain –lain (Hadi dan Sigit, 2006).

E. Endemisitas Malaria

Ada beberapa macam ukuran yang dapat digunakan untuk menggambarkan besarnya masalah malaria (endemisitas) pada suatu daerah, yang sering digunakan di Indonesia adalah : *Annual Malaria Incidence (AMI)* dan *Annual Parasite Incidence (API)*. Sebelum tahun 2007, AMI sebagai ukuran tingkat kesakitan malaria masih banyak dipakai di luar Pulau Jawa dan Bali pada daerah-daerah yang tidak memiliki fasilitas pemeriksaan laboratorium di tingkat Puskesmas, sehingga masih mengandalkan gejala klinis dalam mendiagnosis penyakit malaria. Pada masa kini, yang dipakai adalah ukuran API karena pada umumnya Puskesmas sudah memiliki fasilitas pemeriksaan laboratorium malaria (Wijaya, 2012).

a. *Annual Malaria Incidence (AMI)*

AMI adalah angka kesakitan malaria (malaria berdasarkan gejala klinis) per 1000 penduduk dalam 1 tahun yang dinyatakan dalam

permil (‰). Kegunaan AMI adalah untuk mengetahui insiden malaria klinis pada satu daerah tertentu selama 1 tahun.

$$\text{Rumus} = \frac{\text{Jumlah penderita malaria klinis}}{\text{Jumlah penduduk}} \times 1000 \text{ ‰}$$

b. *Annual Parasite Incidence (API)*

API adalah angka kesakitan malaria (berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium) per 1000 penduduk dalam 1 tahun, dinyatakan dalam permil (‰).

$$\text{Rumus} = \frac{\text{Jumlah penderita positif malaria}}{\text{Jumlah penduduk}} \times 1000 \text{ ‰}$$

c. *Annual Blood Examination Rate (ABER)*

ABER adalah jumlah rata-rata pemeriksaan sediaan darah malaria dibandingkan dengan jumlah penduduk dalam 1 tahun yang dinyatakan dalam persen (%). Kegunaan ABER adalah untuk mengukur efisiensi operasional dan menilai API. Penurunan API semakin bermakna bila disertai dengan peningkatan ABER. WHO merekomendasikan jumlah sediaan darah yang diperiksa perbulan minimal 1% dari jumlah penduduk wilayah tersebut.

$$\text{Rumus} = \frac{\text{Jumlah sediaan darah malaria yang diperiksa}}{\text{Jumlah penduduk}} \times 100 \text{ %}$$

d. *Slide Positivity Rate (SPR)*

SPR adalah persentase sediaan darah (slide) malaria yang dikonfirmasi positif dibandingkan dengan jumlah seluruh slide yang diperiksa di suatu daerah yang dinyatakan dalam persen (%). Kegunaan SPR adalah untuk menilai API, melihat besarnya tingkat infeksi pada kelompok populasi tertentu. Peningkatan SPR biasanya diikuti peningkatan API. Angka SPR lebih bermakna bila ABER tinggi.

$$\text{Rumus} = \frac{\text{Jumlah slide malaria positif}}{\text{Jumlah slide malaria yang diperiksa}} \times 100 \%$$

e. *Parasite Formula (PF)*

PF adalah proporsi setiap parasit malaria di suatu daerah. Spesies malaria yang mempunyai PF tertinggi di suatu wilayah disebut spesies dominan untuk wilayah tersebut.

Besarnya masalah dan tingkat transmisi malaria di berbagai daerah sangat bervariasi. Untuk membedakannya, dibuat pembagian berdasarkan besarnya API atau AMI daerah tersebut, yakni :

- a. Daerah endemis rendah : API < 1‰ atau AMI < 25‰
- b. Daerah endemis sedang : API 1 - 5‰ atau AMI 25 - 50‰

- c. Daerah endemis tinggi : API > 5‰ atau AMI > 50‰

Endemisitas malaria berdasarkan tingkat pembesaran limpa (*spleen rate*) adalah :

- a. Holoendemis

Tingkat endemisitas suatu daerah malaria yang penularan malaria terjadi sepanjang tahun, sehingga penularan malaria tergolong stabil. Pemeriksaan limpa pada anak berumur di bawah 5 tahun menunjukkan *spleen rate* lebih dari 75%, dengan parasitemia berkisar antara 60 – 70%. Angka kematian tertinggi terjadi pada anak berumur 1 – 2 tahun karena anemia yang terjadi sangat berat.

- b. Hiperendemis

Tingkatan endemisitas dimana penularan malaria berlangsung hampir sepanjang tahun (stabil), kecuali pada waktu populasi *Anopheles* sangat menurun, misalnya pada waktu musim kemarau dimana tempat perkembangbiakan nyamuk berkurang karena mengering. Pemeriksaan limpa pada anak balita menunjukkan *spleen rate* berkisar antara 50 – 70% dengan pararitemia antara 50% dan 70%.

c. Mesoendemis

Penularan malaria hanya terjadi pada musim penghujan, karena itu termasuk daerah malaria tidak stabil. Pemeriksaan limpa pada anak balita menunjukkan *spleen rate* berkisar antara 20 – 50% dengan parasitemia kurang dari 20%.

d. Hipoendemis

Penularan malaria masih terjadi, tetapi sangat rendah frekwensinya, hanya terjadi saat turun hujan sehingga baru terbentuk tempat perkembangbiakan nyamuk. Kejadian malaria di daerah ini termasuk tidak stabil. Pemeriksaan limpa pada anak balita menunjukkan *spleen rate* berkisar antara 0 – 10%, sedangkan parasitemia golongan ini kurang dari 10% (Soedarto, 2011).

F. Pencegahan dan Pengendalian

Pencegahan yang paling mudah dilakukan adalah dengan pengendalian vektor malaria berupa :

a. Pengendalian secara kimiawi

1) *Larvaciding* (pemakaian insektisida terhadap larva *Anopheles*)

2) *Adultciding* (penyemprotan insektisida pada nyamuk dewasa)

b. Pengelolaan lingkungan

1) Manipulasi lingkungan

Bertujuan mengubah kondisi habitat vektor secara sementara menjadi kondisi yang tidak menguntungkan bagi perkembangbiakan vektor seperti mengubah kadar garam, pembersihan tanaman, pengeringan dan reboisasi.

2) Mengurangi kontak dengan vektor

a) Pemakaian kelambu

b) Penggunaan *repellent* (obat anti nyamuk)

c) Membelokkan sasaran gigitan dengan memelihara ternak

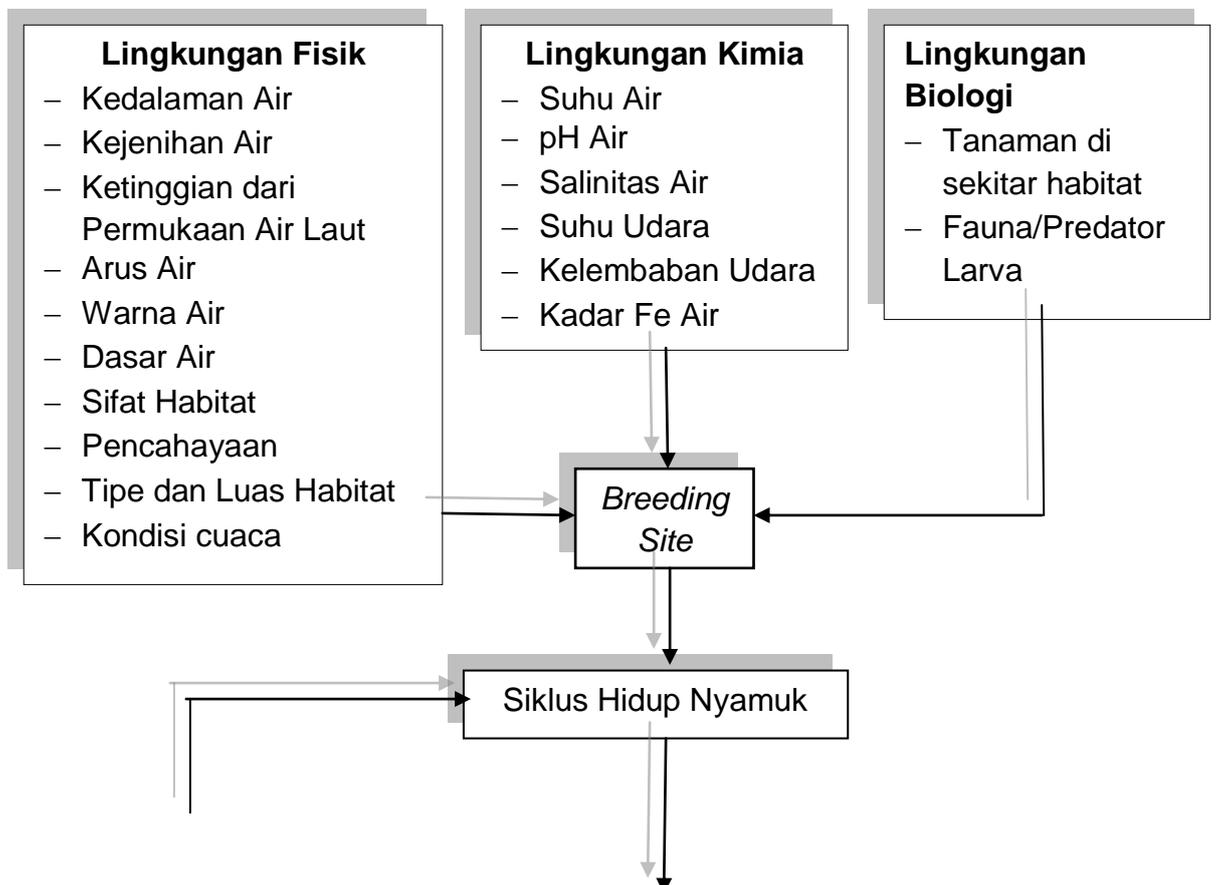
3) Modifikasi lingkungan

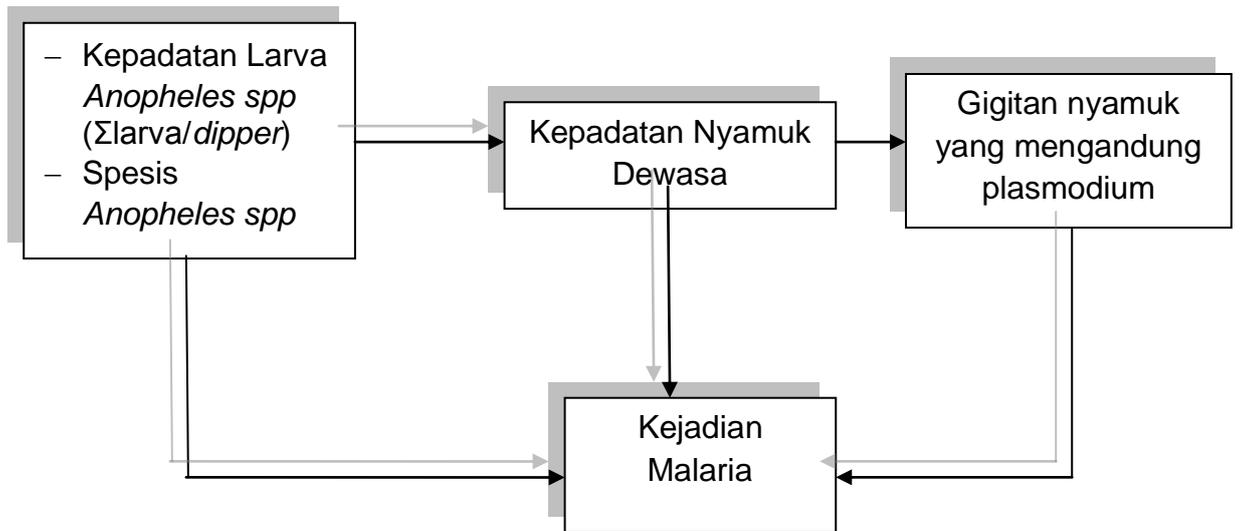
Bertujuan untuk mencegah, menghilangkan atau mengurangi habitat vektor tanpa menyebabkan terganggunya kualitas lingkungan seperti : pembuatan drainase, penimbunan genangan tempat perkembangbiakan vektor, atau menghilangkan tempat perkembangbiakan vektor.

c. Pengendalian secara hayati

- 1) Penggunaan hewan predator untuk memangsa larva
- 2) Penggunaan bakteri dan cendawan pathogen untuk membunuh larva
- 3) Penyebaran jantan steril dan manipulasi genetik (Munif dan Imron, 2010)

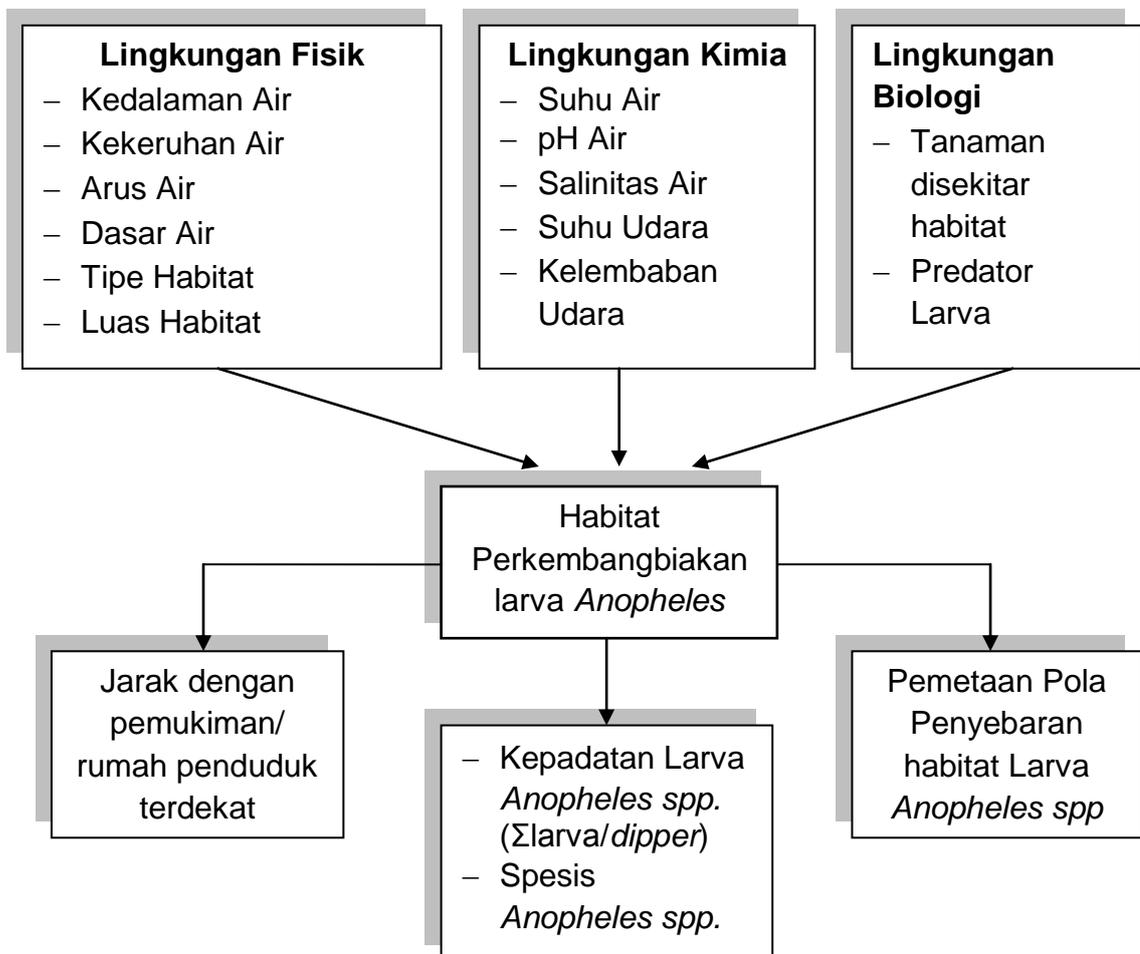
G. Kerangka Teori

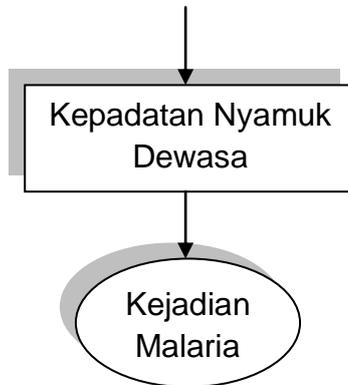




Gambar 7. Kerangka teori penelitian (WHO, 1999; Depkes, 2003)

H. Kerangka Konsep Penelitian





Gambar 8. Kerangka Konsep Penelitian

Keterangan:  = Variabel Independen

 = Variabel Dependen

I. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

1. Kejadian malaria

Kejadian malaria adalah banyaknya kasus infeksi parasit sporozoid di desa Kumo selama kurun waktu tiga tahun yang didasarkan pada hasil pemeriksaan sediaan darah, positif mengandung *plasmodium*.

2. Pemetaan Pola Distribusi Kasus, Habitat Perkembangbiakan Larva dan Nyamuk *Anopheles Spp*

Pemetaan sebaran lokasi habitat dengan alat bantu GPS (*Global Positioning Sistem*). Data spasial dianalisis secara sebaran menggunakan perangkat lunak *Quantum GIS*.

3. Jarak habitat perkembangbiakan

Jarak habitat perkembangbiakan dalam penelitian ini adalah angka yang menunjukkan seberapa jauh habitat perkembangbiakan larva *Anopheles spp.* dengan rumah penduduk terdekat yang diukur dengan *Global Positioning System (GPS)* melalui pengambilan titik koordinat, dinyatakan dalam satuan meter (m).

4. Habitat Perkembangbiakan (*Breeding Site*) yaitu tempat yang terdapat genangan air sementara atau tetap, yang memungkinkan sebagai tempat nyamuk *Anopheles spp* bertelur dan menetas menjadi larva.

Positif Larva : Jika pada saat survei, ditemukan satu atau lebih larva

Anopheles spp.

Negatif Larva : Jika pada saat survei, tidak ditemukan larva *Anopheles*

spp.

5. Lingkungan Fisik

Lingkungan fisik adalah karakteristik lingkungan fisik air dalam habitat perkembangbiakan yang diduga mempengaruhi keberadaan larva *Anopheles spp.* Karakteristik yang dimaksud adalah :

a. Kedalaman Air

Kedalaman air yang dimaksud disini adalah kedalaman yang diukur dengan cara mencelupkan kayu kering ke dalam habitat perkembangbiakan yang menjadi sampel penelitian kemudian dihitung kedalamannya dengan memakai rol meter pada bagian kayu yang basah.

b. Tipe Habitat Perkembangbiakan

Adalah tempat alamiah yang terdapat genangan air yang diduga sebagai tempat potensial perkembangbiakan larva *Anopheles spp.*

c. Luas Habitat Perkembangbiakan

Adalah ukuran habitat perkembangbiakan larva yang diukur menggunakan software *Quantum GIS 1.8.0* dan *roll* meter. Software *Quantum GIS* digunakan untuk mengukur luas habitat yang berbentuk simetris (beraturan) maupun asimetris (tidak beraturan). Sedangkan *roll* meter digunakan untuk mengukur luas habitat yang berbentuk simetris (beraturan) misalnya diameter sumur.

d. Kekeruhan air adalah warna air habitat perkembangbiakan Larva *Anopheles spp* yang diamati secara langsung.

Jernih : jika air habitat perkembangbiakan tidak berwarna
(tembus pandang)

Keruh : jika air habitat perkembangbiakan sedikit/sangat
berwarna (sedikit/tidak tembus pandang)

e. Arus Air

Adalah kecepatan aliran air habitat perkembangbiakan Larva
Anopheles spp yang diamati secara langsung.

Dinamis : jika air mengalir keras/deras

Statis : jika air mengalir lambat

Stagnan : jika air tidak mengalir/tenang

f. Dasar Air

Adalah dasar air habitat perkembangbiakan larva *Anopheles spp*.

6. Lingkungan Kimia

a. Suhu Air adalah derajat panas air habitat perkembangbiakan yang
diukur dengan thermometer yang dinyatakan dalam satuan derajat
celcius ($^{\circ}\text{C}$) Depkes RI (2001).

b. Derajat keasaman (pH) air adalah derajat keasaman air habitat
perkembangbiakan yang diukur dengan pH meter.

- c. Salinitas (kadar garam) air adalah kadar garam terlarut dalam air habitat perkembangbiakan yang diukur dengan Digital Saltmeter model S-27 yang dinyatakan dalam satuan per mil ($^{\circ}/_{00}$) yaitu jumlah berat total (gr) material padat seperti NaCl yang terkandung dalam 1000 gram air laut (Wibisono, 2004).
- d. Suhu udara adalah derajat panas udara di sekitar habitat perkembangbiakan yang diukur dengan Thermometer dan dinyatakan dalam satuan derajat celcius ($^{\circ}\text{C}$) Depkes RI (2001).
- e. Kelembaban udara adalah kandungan uap air relatif dalam udara yang diukur dengan menggunakan Hygrometer dan dinyatakan dengan persen *relative humidity* (rH) dalam satuan persen (%).

7. Lingkungan biologi

Adalah jenis tanaman air (flora dan fauna (predator) yang ada di sekitar habitat perkembangbiakan Larva *Anopheles spp*

8. Kepadatan Larva *Anopheles spp*

Kepadatan larva *Anopheles spp* per ciduk adalah jumlah larva yang tertangkap dibagi dengan jumlah cidukan yang dilakukan (Depkes RI, 1999). Larva *Anopheles spp* diambil dari genangan air dengan menggunakan gayung, kemudian dituangkan kedalam kantong

plastik untuk dihitung kepadatannya. Larva nyamuk yang diperoleh dari tiap titik dihitung dengan menggunakan rumus yang dipergunakan Depkes RI (1999) :

$$\text{Kepadatan Larva} = \frac{\text{Jumlah Larva Yang Didapat}}{\text{Jumlah Cidukan}}$$

(Volume 1 cidukan = 300 ml).

6. Kepadatan Nyamuk *Anopheles spp.* adalah jumlah nyamuk *Anopheles spp* yang tertangkap per satuan waktu.

Kepadatan populasi Nyamuk *Anopheles spp* dihitung berdasarkan angka:

- a. MBR (*Man Biting Rate*), yaitu rata-rata nyamuk spesis *Anopheles* tertangkap dengan umpan orang per malam.

$$\text{MBR} = \frac{\text{Jumlah } Anopheles \text{ Tertangkap dengan Umpan Orang}}{\text{Jumlah malam x Jumlah Umpan Orang}}$$

- b. MHD (*Man Hour Density*) yaitu rata-rata nyamuk spesis *Anopheles* tertangkap dengan umpan orang per jam penangkapan (Depkes RI, 2003).

$$\text{MHD} = \frac{\text{Jumlah } Anopheles \text{ Per Spesis}}{\text{Jumlah Jam Penangkapan x Jumlah Penangkap}}$$

J. Hipotesis Penelitian

1. Ada hubungan antara keberadaan habitat larva *Anopheles spp.* dengan kejadian malaria di Desa Kumo Kecamatan Tobelo
2. Tidak Ada hubungan antara jarak habitat perkembangbiakan larva *Anopheles spp* dengan kejadian malaria di Desa Kumo
3. Tidak ada hubungan antara kepadatan larva *Anopheles spp.* terhadap kejadian malaria di Desa Kumo Kecamatan Tobelo.
4. Tidak ada hubungan kepadatan nyamuk *Anopheles spp* per orang per malam (MBR) dengan kejadian malaria di Desa Kumo