

**TESIS**

**EFEK BUNUH KELAMBU CELUP PERMETRIN TERHADAP  
NYAMUK *ANOPHELES* DI SERAM BARAT, MALUKU  
(SUATU STUDI GUBUK COBA)**

**PENELITIAN EKSPERIMENTAL**



Oleh

**MARIA NINDATU**

**NIM : 099712509 M**

**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA**

**1999**

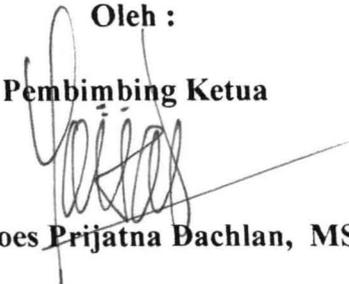
## LEMBAR PENGESAHAN

**Tesis ini telah disetujui**

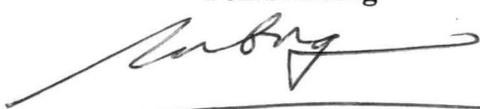
**Pada tanggal : 22 Oktober 1999**

Oleh :

**Pembimbing Ketua**

  
**Prof. Dr. Yoes Prijatna Dachlan, MSc, dr.**

**Pembimbing**

  
**Subagyo Yotopranoto, DAP&E, dr.**

MILIK  
PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITAS AIRLANGGA  
SURABAYA

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Ilmu Kedokteran Dasar  
Program Pascasarjana Universitas Airlangga**



  
**Soetjipto, Ph.D, MS, dr.**

**Telah Diuji Pada  
Tanggal 22 Oktober 1999**

**PANITIA PENGUJI TESIS**

**Ketua : Dr. Sri Subekti, DEA, drh.**

**Anggota : Prof. Dr. Yoes Prijatna Dachlan, MSc, dr.**

**Subagyo Yotopranoto, DAP&E, dr.**

**Machfudz, MS, dr.**

**Dr. Kuntoro, MPH, dr.**

## UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan rasa syukur saya panjatkan kepada **Tuhan Yang Maha Esa**, yang telah membimbing, memberkati dan memberikan petunjuk serta kekuatan sehingga penulisan tesis ini dapat diselesaikan dalam rangka memenuhi tugas akhir untuk mencapai gelar Magister pada Minat studi **Parasitologi**, Program Studi Ilmu Kedokteran Dasar, Universitas Airlangga Surabaya.

Saya menyadari bahwa tanpa adanya bantuan dan arahan dari berbagai pihak tidak mungkin saya dapat menyelesaikan penulisan tesis ini. Untuk itu perkenankanlah saya menyampaikan terima kasih dan rasa hormat saya kepada :

Bapak Prof. Dr.Yoes Priyatna Dachlan, MSc, dr; selaku Pembimbing Ketua dalam penulisan tesis ini yang walaupun dalam berbagai kesibukan telah dengan tulus ikhlas membimbing dan mengarahkan dengan penuh kesabaran sehingga tesis ini akhirnya dapat diselesaikan.

Bapak Subagyo Yotopranoto, DAP&E, dr; sebagai Pembimbing yang telah dengan tulus ikhlas membimbing dan mengarahkan baik dalam proses penulisan tesis ini maupun dalam kegiatan-kegiatan penelitian di laboratorium hingga penulisan ini dapat diselesaikan.

Bapak Dr. Kuntoro, MPH , dr; sebagai Konsultan statistik yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan arahan-arahan yang sangat bermanfaat khususnya dalam proses analisis data-data penelitian ini.

Bapak Machfudz, DTMH, MS, dr, selaku Ketua Minat Studi Parasitologi dan semua staf Pengajar serta staf Administrasi yang dengan tulus ikhlas membimbing dan membantu penulis selama perkuliahan hingga selesainya proses penulisan tesis ini.

Para anggota team penilai/ penguji tesis, Prof. Dr. Yoes Priyatna Dachlan, MSc, dr ; Dr. Sri Subekti, DEA, drh; Dr. Kuntoro, MPH, dr; Machfudz, DTMH, MS, dr ; dan Subagyo Yotopranoto, DAP&E, dr; yang telah banyak memberikan masukan dan arahan mulai dari penulisan proposal sampai pada penyempurnaan tesis ini.

Bapak Soetjipto, MS, Ph.D, dr; sebagai Ketua Program Studi IKD Program Pascasarjana Univesitas Airlangga dan seluruh staf yang telah membantu dan mengarahkan penulis hingga selesainya penulisan tesis ini.

Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada Pemerintah Republik Indonesia cq. Menteri Pendidikan Dan Kebudayaan yang telah memberikan Beasiswa (BPPS) selama mengikuti pendidikan pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga, Surabaya.

Akhirnya saya sampaikan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada Papa dan Mama (*almarhumah*), Papa As dan Mama Tien dan Mertua saya yang telah mendidik, mengasuh dan mendukung dalam Doa serta segala pengorbanan selama proses pendidikan ini. Secara khusus saya sampaikan terima kasih saya yang dalam kepada yang tercinta Suami dan Anak saya : Herry Jotlely, S.Sos dan Jesli Jotlely atas pengertian, pengorbanan, dorongan semangat dan Doa yang telah mengantarkan saya untuk menyelesaikan tesis ini.

Semoga Tuhan Pengasih dan Penyayang akan membalas budi baik berbagai pihak atas pengorbanan, segala bantuan dan kerjasamanya serta kiranya Tuhan selalu menyertai kita.

Surabaya, Oktober 1999

Penulis,

## RINGKASAN

Malaria masih merupakan masalah kesehatan yang cukup besar di dunia. Penyakit ini mudah menular dan menyebabkan angka kesakitan yang tinggi. WHO ( 1995 ) melaporkan bahwa, lebih dari 40 % ( 2 milyar) penduduk dunia mempunyai resiko menderita malaria dan tiap tahun terdapat 1 sampai 2 juta orang meninggal karena penyakit ini.

Penyakit malaria ini juga masih merupakan masalah kesehatan penting di Kabupaten Maluku Tengah, Propinsi Maluku. Berdasarkan laporan hasil survei malariometrik tahun 1996 /1997, Kecamatan Seram Barat termasuk daerah mesoendemis malaria dengan Indeks limpa pada anak- anak berumur 2 - 9 tahun sebesar 15,63 %. Di lain sisi program-program pemberantasan yang telah dilakukan hanyalah penyemprotan sarang-sarang nyamuk dengan DDT dan Malathion serta pengobatan penderita, hanya dilakukan pada desa-desa yang dapat dijangkau tenaga kesehatan karena tenaga dan biaya yang sangat terbatas.

Dalam program pemberantasan malaria sangatlah ditekankan pada pemberantasan terhadap nyamuk sebagai vektor, dan bukan hanya pada pengobatan terhadap penderita. Salah satu cara yang dianggap efektif dalam penanggulangan dan pemberantasan vektor adalah penggunaan kelambu celup permetrin. Namun sampai saat ini belum diketahui dosis kelambu celup yang tepat yang dapat menimbulkan efek bunuh yang optimum terhadap nyamuk *Anopheles* sebagai vektor.

Tujuan penelitian ini adalah menentukan efek bunuh berbagai dosis kelambu celup permetrin terhadap nyamuk *Anopheles* serta menentukan dosis dari kelambu celup permetrin yang memiliki efek bunuh optimum terhadap nyamuk *Anopheles* di Seram Barat, Maluku.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 3 perlakuan dosis kelambu celup permetrin yaitu kelambu celup dengan dosis berturut-turut 200 mg/m<sup>2</sup>, 250 mg/m<sup>2</sup> dan 300 mg/ m<sup>2</sup>. Percobaan dilakukan dalam 3 kelompok. Tiap kelompok adalah desa-desa dengan letak geografis yang berbeda : desa Piru mewakili daerah pantai, desa Mata Empat mewakili daerah rawa dan desa Niniari mewakili daerah pegunungan. Efek bunuh kelambu celup ditentukan berdasarkan persentase rata- rata nyamuk *Anopheles* yang mati pada tiap gubuk coba di lokasi penelitian.

Dari hasil uji statistik dengan menggunakan Analisis Varian diketahui bahwa kelambu celup permetrin dengan dosis 200 mg/ m<sup>2</sup>, 250 mg/m<sup>2</sup> dan 300 mg/m<sup>2</sup> memiliki efek bunuh yang berbeda secara bermakna ( p < 0,05 ) terhadap nyamuk *Anopheles spp* di Seram Barat, Maluku. Efek bunuh rata-rata kelambu celup permetrin meningkat dari dosis kelambu celup permetrin 200 mg/m<sup>2</sup> sebagai dosis terendah sebesar 88, 92 % dan dengan dosis yang lebih tinggi yaitu dosis 250 mg/ m<sup>2</sup> sebesar 92,59 % , sedangkan pada dosis kelambu celup yang tertinggi yaitu dosis 300 mg/ m<sup>2</sup> efek bunuh terhadap *Anopheles spp* kembali menurun yaitu sebesar 76,08 % .

Efek bunuh yang tinggi pada kelambu celup permetrin yang digunakan dalam penelitian ini, kemungkinan besar karena belum pernah

digunakannya permetrin dalam program penanggulangan vektor di Kecamatan Seram Barat sehingga nyamuk *Anopheles* masih sangat rentan terhadap insektisida tersebut walaupun penggunaannya pada dosis yang rendah ( 200, 250 dan 300 mg/m<sup>2</sup> ), dibandingkan dengan dosis kelambu celup yang biasanya digunakan dalam penelitian-penelitian terdahulu yaitu dosis 200 mg/m<sup>2</sup> – 500 mg/m<sup>2</sup> ( Miller *et al*, 1991; Mixing *et al*, 1994; Temahivong *et al*, 1994 ; Hii *et al*, 1995).

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kelambu celup permetrin dosis 250 mg/m<sup>2</sup> merupakan kelambu celup yang memiliki efek bunuh optimum terhadap nyamuk *Anopheles spp* di Seram Barat, Maluku.

## ABSTRACT

Malaria is a great problem in health in the world. This disease is easy to be transmission results in high illness rates. WHO (1993) reported that more than 40% (two billions) of population in the world have risk of developing malaria and every year 1-2 millions people suffer to this disease.

Malaria still becomes a serious problem in Central Maluku Regency, Maluku Province, where based on report of malariometric survey in 1996/1997 West Seram Subdistrict experiences malaria mesoendemy with spleen index for children of 2-9 years at 15.63%. In other hand, control programs that have been done so far only include spraying to mosquito places with DDT and Malathion as well as treatment to patient. But this is performed in villages that can be reached by health worker and the costs are very limited.

The objective of this research is to determine killing effect of several doses in permethrin-impregnated mosquito net against *Anopheles mosquitoes* and determine which permethrin-impregnated mosquito nets have optimum killing effect against *Anopheles* in West Seram, Maluku.

This research employs group random design with three treatments (permethrin-impregnated mosquito net : PIMN), namely PIMN at dose 200 mg/m<sup>2</sup>, 250 mg/m<sup>2</sup> and 300 mg/m<sup>2</sup>. The experiments are done in three groups (blocks) where each group consists of villages with different geographical location. Piru village is representative of coastal village, Mata empat of swamp village and Niniari of mountain area. Furthermore, killing effect of PIMN is determined based on average percentage of died *Anopheles* in each experiment hut in research setting.

From statistical data using Variance Analysis it is discovered that PIMN at dose 200 mg/m<sup>2</sup>, 250 mg/m<sup>2</sup> and 300 mg/m<sup>2</sup> have different killing effect significantly ( $p < 0.05$ ) on *Anopheles* mosquitoes in West Seram, Maluku. Average killing effect of PIMN increases from dose 200 mg/m<sup>2</sup> as low dose (88.92%) to higher dose, 250 mg/m<sup>2</sup> (92.59%). However, at higher dose 300mg/m<sup>2</sup> their killing effects against *Anopheles* mosquito's decrease again (76.08%).

The high killing effect of PIMN employed in the research may be more likely caused by the fact that permethrin is never used in vector prevention program in West Seram Subdistrict so *Anopheles* mosquitoes are still very susceptible to insecticide although their doses are low, where in preceeding researches the doses are in range of 200-500 mg/m<sup>2</sup>.

Furthermore, this study could be concluded that permethrin-impregnated mosquito net at dose 250 mg/m<sup>2</sup> has optimal killing effect against *Anopheles* mosquitoes in West Seram, Maluku.

## DAFTAR ISI

	Halaman
Ucapan Terima Kasih.....	i
Ringkasan.....	v
Abstract.....	vii
Daftar Isi.....	viii
Daftar Tabel.....	xi
Daftar Gambar.....	xii
Daftar Lampiran.....	xiii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Masalah.....	6
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Malaria.....	7
2.1.1 Epidemiologi Malaria.....	7
2.1.2 Cara Penularan.....	10
2.1.3 Patologis dan Gejala Klinik.....	13
2.1.4 Pengobatan Malaria.....	15
2.1.5 Pemberantasan Malaria.....	17
2.2 <i>Anopheles sp</i> Sebagai Vektor.....	20
2.2.1 Diskripsi Nyamuk.....	20
2.2.2 <i>Anopheles sp</i> .....	27
2.3 Pengendalian Kimiawi Terhadap Vektor.....	30

2.3.1	Insektisida Pirethroid Sintetik .....	37
2.3.2	Permetrin .....	41
2.4	Beberapa Aspek Kelambu Celup Permetrin.....	44
2.4.1	Bentuk dan Ukuran.....	45
2.4.2	Bahan Kelambu .....	45
2.4.3	Tehnik Pencelupan Kelambu.....	46
2.4.4	Aspek Epidemiologi dan Sosio Ekonomi.....	47
<b>BAB 3</b>	<b>KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN</b>	
3.1	Kerangka Konsep.....	50
3.2	Kerangka Operasional .....	52
3.3	Hipotesis .....	53
<b>BAB 4</b>	<b>METODOLOGI PENELITIAN</b>	
4.1	Rancangan Penelitian.....	54
4.2	Tempat dan Waktu Penelitian.....	55
4.3	Populasi dan Sampel.....	56
4.4	Bahan / Alat .....	57
4.5	Prosedur Kerja .....	58
4.6	Variabel Penelitian.....	61
4.7	Definisi Operasional Variabel .....	61
4.8	Metode Analisis Data .....	62
<b>BAB 5</b>	<b>HASIL PENGAMATAN DAN ANALISIS DATA</b>	
5.1	Gambaran Umum Lokasi penelitian.....	63
5.2	Hasil Pengamatan .....	64

5.3 Analisis Data.....	72
5.3.1 Analisis Varians Untuk Jumlah <i>Anopheles</i> Yang Mati .....	73
5.3.2 Analisis Varians Untuk jumlah <i>Anopheles</i> Yang Tertangkap.....	73
5.3.3 Analisis Varians Untuk Efek Bunuh.....	74
5.3.4 Analisis Varians Dua Jalur Untuk Efek Perlakuan Dan Blok (Kelompok).....	75
 BAB 6 PEMBAHASAN	
6.1 Efek Bunuh Kelambu Celup Permetrin Terhadap Nyamuk <i>Anopheles</i> .....	76
6.2 Dosis kelambu Celup yang memiliki Efek Bunuh Optimum .....	77
6.3 Spesies <i>Anopheles</i> Yang Tertangkap di Lokasi Penelitian.....	82
 BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN	
7.1 Kesimpulan .....	87
7.2 Saran.....	88
DAFTAR PUSTAKA.....	89
DAFTAR LAMPIRAN .....	94

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 5.2.1 Persentase rata-rata efek Bunuh Kelambu Celup Permetrin.....	67
Tabel 5.3.1 Analisis Varians untuk jumlah Nyamuk <i>Anopheles</i> Yang mati.....	72
Tabel 5.3.2 Analisis varians Untuk Jumlah Nyamuk <i>Anopheles</i> yang tertangkap.....	73
Tabel 5.3.3 Analisis Varians Untuk Efek Bunuh Kelambu Celup.....	74
Tabel 5.3.4 Analisis Varians Dua Jalur.....	75

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.2.1 Bagan Perbedaan Perkembangan Anophelinae dan Culicinae.....	25
Gambar 2.2.2 Sebagian Dorsal dari Nyamuk <i>Anopheles</i> (betina) Yang menunjukkan Struktur yang Berguna Dalam identifikasi.....	28
Gambar 3.1 Bagan Kerangka Konsep Penelitian.....	51
Gambar 3.2 Bagan Kerangka Operasional Penelitian.....	52
Gambar 5.2.1 Grafik Persentase Efek bunuh Kelambu Celup Permetrin Pada Daerah penelitian.....	69

## DAFTAR LAMPIRAN

	<b>Halaman</b>	
Lampiran 1	Rekapitulasi: Laporan Hasil kegiatan Malariometrik Survei Di Kabupaten Maluku Tengah 1996/1997.....	94
Lampiran 2	Perhitungan Dosis Permetrin Untuk Pencelupan Kelambu.....	96
Lampiran 3	Gubuk Coba dan tempat Perindukan Nyamuk Di lokasi Penelitian.....	98
Lampiran 4	Pengamatan Jumlah Nyamuk Yang Mati dan tertangkap Di lokasi Penelitian.....	100
Lampiran 5	Jumlah Rata-rata Nyamuk <i>Anopheles</i> Yang Mati.....	101
lampiran 6	Jumlah rata-rata Nyamuk <i>Anopheles</i> Yang Tertangkap.....	102
Lampiran 7	Analisis Varians Jumlah <i>Anopheles</i> Yang Mati Berdasarkan Dosis Kelambu Celup dan LSD test (Uji BNT).....	103
Lampiran 8	Analisis Varians Jumlah <i>Anopheles</i> Yang tertangkap Berdasarkan Dosis Kelambu Celup dan <i>LSD test</i> (Uji BNT).....	105
lampiran 9	Analisis Varians Efek Bunuh kelambu Celup Pada Dosis Kelambu dan <i>LSD test</i> (Uji BNT).....	107
Lampiran 10	General Linier Model untuk Analisis Varians Interaksi Dosis Kelambu dan Blok Terhadap efek Bunuh Kelambu Celup.....	109
Lampiran 11	Peta Kecamatan Seram Barat dan Lokasi penelitian.....	110
Lampiran 12	Surat Ijin Penelitian .....	111

**BAB 1****PENDAHULUAN****1.1 Latar Belakang Masalah**

Malaria masih merupakan masalah kesehatan yang cukup besar di dunia dimana tersebar mulai dari daerah tropik, sub tropik sampai ke daerah beriklim dingin. Penyakit ini mudah menular dan menyebabkan angka kesakitan yang tinggi. WHO (1995) melaporkan bahwa, lebih dari 40% (2 milyar) penduduk dunia mempunyai resiko menderita malaria dan tiap tahun terdapat 1 sampai 2 juta orang meninggal karena penyakit ini.

Marwoto dkk, (1996) mengemukakan bahwa, penyakit malaria juga merupakan masalah kesehatan penting di Propinsi-Propinsi dari daerah Indonesia bagian Timur. Kasus malaria yang tinggi ini, disebabkan karena program-program pemberantasan hanya diprioritaskan pada daerah-daerah transmigrasi, daerah pengembangan ekonomi dan daerah pariwisata. Penyebab lain tingginya kasus ini di kawasan Indonesia Timur juga disebabkan karena tingkat pengetahuan masyarakat yang terbatas dan keadaan ekonomi masyarakat yang relatif rendah ( Syafrudin dkk, 1992; Marleta dkk, 1996; Marwoto dkk, 1996 ).

Dari laporan kegiatan survei malariometrik di Kabupaten Maluku Tengah, Propinsi Maluku tahun 1994/1995, Kecamatan Seram Barat termasuk salah satu daerah endemis dengan indeks limpa sebesar 12,86% dan indeks parasit sebesar 20,60%. Begitu juga dari laporan terakhir tahun



1996/ 1997, indeks limpa adalah sebesar 15,63 % dan indeks parasit menjadi 20,86 % dengan persentase infeksi *Plasmodium vivax* rata-rata sebesar 27,27 % (Lampiran 1). Dari data ini, Kecamatan Seram Barat termasuk daerah mesoendemis malaria. Program-program pemberantasan yang telah dilakukan adalah penyemprotan sarang-sarang nyamuk dengan DDT dan Malathion serta pengobatan penderita, tetapi hanya dilakukan terutama di desa-desa yang dapat dijangkau tenaga kesehatan. Hal ini disebabkan tenaga dan biaya pemberantasan yang terbatas ( Dinas Kesehatan Maluku Tengah, 1997 ).

Malaria sebagai penyakit yang mudah menular sangat berkaitan erat dengan faktor-faktor utama yaitu manusia ( penderita) sebagai sumber penular, *Plasmodium* sebagai penyebab penyakit dan nyamuk *Anopheles* sebagai vektor yang menularkan penyakit. Dengan adanya infeksi malaria, jelaslah bahwa *Anopheles* sebagai vektor ada di daerah tersebut, sehingga perlu upaya pengendalian terhadap vektor untuk menurunkan penularan malaria. Wepster dan Swellengrebel, (1953) mengemukakan bahwa, nyamuk *Anopheles* yang dapat berpotensi sebagai vektor di Seram antara lain : *An. subpictus*, *An. orientalis*, *An. parangensis*, *An. tesselatus* dan *An. punctulatus*.

Menurut Farid, (1998) dikemukakan bahwa, program pengendalian dan pemberantasan vektor malaria merupakan strategi utama dibandingkan dengan program pengobatan terhadap penderita. Chwatt, dalam Marwoto dkk, (1996) mengemukakan juga bahwa, upaya pemberantasan malaria

secara komprehensif bertujuan untuk menurunkan kapasitas vektorial, dengan pengendalian dan pemberantasan nyamuk sebagai vektor.

Sejak tahun 1973, WHO telah merekomendasikan penggunaan insektisida Piretroid sintetis sebagai salah satu insektisida yang dapat digunakan untuk pengendalian vektor. Insektisida ini bersifat stabil, toksisitasnya rendah terhadap mamalia dan cepat mengalami degradasi. Berdasarkan sifat-sifat tersebut maka Piretroid sintetis digunakan juga sebagai bahan pencelup kelambu (WHO, 1990).

Sebagaimana diketahui, penggunaan kelambu bertujuan untuk mengurangi kontak antara manusia dengan nyamuk sebagai vektor. Penelitian Genton dkk, (1994) menjelaskan bahwa, orang yang tidur dengan menggunakan kelambu, dapat terhindar dari infeksi malaria dibandingkan dengan orang yang tidur tanpa kelambu.

Berdasarkan evaluasi penggunaan kelambu celup insektisida yang dilakukan di laboratorium maupun penelitian-penelitian di lapangan telah dibuktikan bahwa efektivitas kelambu celup permetrin lebih baik dibandingkan dengan penyemprotan menggunakan DDT dalam pengendalian nyamuk (Long, 1985; WHO, 1989 dalam Sutjahjono dan Sutanto, 1996). Selanjutnya, penelitian-penelitian tentang efek toksik kelambu celup permetrin terhadap nyamuk *Anopheles* telah banyak dilakukan dengan dosis 200 mg/m<sup>2</sup> sampai dengan dosis 500 mg/m<sup>2</sup> yang dapat membunuh sekitar 70 - 80 % nyamuk. Dosis kelambu celup permetrin inilah yang biasanya digunakan sebagai bahan pencelup kelambu (Mixing *et al*, 1994; Temahivong *et al*, 1994; Hii *et al*, 1995). Selanjutnya Miller *et al*, (1991)

melaporkan juga bahwa, jika dosis insektisida tersebut ditingkatkan diatas  $500 \text{ mg/m}^2$  sebagai bahan pencelup kelambu, maka efek bunuhnya terhadap *Anopheles* akan menurun. Hal ini disebabkan karena aroma dari insektisida tersebut sehingga nyamuk akan menghindari dan tidak masuk ke dalam suatu ruangan, padahal penggunaan kelambu celup insektisida ini bertujuan selain untuk proteksi individu juga untuk mengurangi populasi nyamuk bila digunakan pada dosis yang tepat.

Dalam hubungan dengan program pemberantasan vektor malaria, kelambu celup permetrin belum pernah digunakan dalam pemberantasan vektor di Kecamatan Seram Barat . Di lain sisi sesuai hasil survei malariometrik tahun 1996/1997 indeks limpa dan indeks parasit pada anak-anak adalah tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa tempat-tempat perindukan nyamuk *Anopheles* berdekatan dengan pemukiman penduduk sehingga memungkinkan terjadinya transmisi malaria. Selanjutnya berdasarkan hasil-hasil penelitian yang selama ini dilakukan tentang dosis kelambu celup permetrin yaitu dosis  $200 \text{ mg/m}^2$  sampai dosis  $500 \text{ mg/m}^2$ , belum diketahui dosis kelambu celup yang tepat dengan efek bunuh optimum terhadap vektor malaria di Kecamatan Seram Barat.

Bertitiktolak dari hal-hal diatas maka perlu dilakukan penelitian untuk mengevaluasi pemakaian berbagai dosis permetrin sebagai bahan pencelup kelambu dan efek bunuhnya terhadap nyamuk *Anopheles* di Kecamatan Seram Barat. Hal ini sesuai juga dengan yang dikemukakan WHO, (1996) tentang pemakaian insektisida yang tepat yaitu , pemakaian insektisida

dengan dosis yang tepat diharapkan dapat mengurangi efek toksis terhadap pemakainya, aman bagi hewan-hewan non-target dan bagi lingkungan.

Salah satu metode yang biasanya digunakan dalam mengevaluasi efek bunuh insektisida terhadap nyamuk adalah dengan studi suatu gubuk coba (*experiment hut*) dengan keseragaman bentuk serta penempatan gubuk pada tempat perindukan nyamuk yang sesuai merupakan prinsip untuk mengevaluasi reaksi nyamuk terhadap insektisida (WHO, 1975).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah dikemukakan, maka permasalahan penelitian dirumuskan sebagai berikut :

1. Apakah terdapat perbedaan efek bunuh beberapa dosis kelambu celup permetrin terhadap nyamuk *Anopheles* di Seram Barat, Maluku ?
2. Pada dosis berapakah kelambu celup permetrin dapat menimbulkan efek bunuh yang optimum terhadap nyamuk *Anopheles* di Seram Barat, Maluku ?

## 1.3 Tujuan Penelitian

### 1.3.1 Tujuan Umum

Menentukan dosis kelambu celup permetrin yang optimum yang dapat membunuh nyamuk *Anopheles* di daerah endemis malaria.

### 1.3.2 Tujuan Khusus

1. Menentukan perbedaan efek bunuh beberapa dosis kelambu celup permetrin terhadap nyamuk *Anopheles* di Seram Barat, Maluku.

2. Menentukan dosis dari kelambu celup permetrin yang memiliki efek bunuh optimum terhadap nyamuk *Anopheles* di Seram Barat, Maluku.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan bermanfaat sebagai :

1. Sumber informasi tentang penggunaan dosis permetrin yang efektif sebagai bahan pencelup kelambu dalam pengendalian vektor malaria.
2. Bahan masukan bagi pemerintah daerah khususnya dinas kesehatan di daerah endemis malaria yang belum menggunakan kelambu celup permetrin untuk menggunakannya dalam program pengendalian nyamuk *Anopheles* sebagai vektor malaria.

## TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Malaria

#### 2.1.1 Epidemiologi Malaria

Pada era globalisasi dewasa ini penyakit malaria telah merupakan *Emerging Infection Diseases* yaitu penyakit menular lama yang cenderung meningkat lagi karena terjadinya perubahan lingkungan. Globalisasi di bidang transportasi dan industrialisasi menimbulkan dampak yang besar pada meningkatnya penyakit ini. Epidemio malaria dalam konteks ini terjadi karena berpindahnya penduduk dalam jumlah besar memasuki daerah malaria ataupun sebaliknya. Berpindahnya penduduk tersebut karena bencana alam (gempa bumi, topan) atau pekerjaan untuk pembukaan hutan (*deforestasi*), tambang emas, pembangunan sumber mata air atau irigasi. Aktivitas ini tidak hanya meningkatkan tempat perindukan vektor, namun akan meningkatkan kontak vektor dengan manusia ( Dachlan, 1999 ).

Dachlan, (1999) selanjutnya menjelaskan bahwa, meningkatnya pembangunan juga akan membawa akibat sampingan yang tidak aman terhadap penularan penyakit malaria. Faktor perubahan lingkungan karena pembangunan yang memungkinkan terjadinya hal tersebut antara lain : irigasi besar, industri pertanian, pembabatan hutan serta meningkatnya suhu bumi secara global yang dapat memperluas area populasi nyamuk dan jumlah kasus malaria yang terjadi. Jumlah kasus malaria impor yang masuk ke Eropa berkisar antara 7000-10.000 setiap tahun, sedangkan di Amerika dan Kanada menunjukkan angka kasus impor 500-1500 per tahun.

Transmisi malaria terjadi pada lebih dari 100 negara di dunia yang meliputi Afrika, Asia, Oceania, Amerika Latin terutama kepulauan Karibia dan Turki dimana lebih dari 1,6 milyar orang yang mendiami daerah-daerah tersebut beresiko terinfeksi malaria. Secara global diperkirakan bahwa insiden malaria dapat mencapai 200 juta kasus, dimana di Sahara, Afrika lebih dari 100 juta kasus terjadi setiap tahun dan diperkirakan 1 juta orang meninggal terutama pada bayi dan anak-anak (Strickland, 1991).

Strickland, (1991) mengemukakan juga bahwa, dalam mempelajari epidemiologi malaria, maka harus diketahui ada tidaknya kasus-kasus malaria di suatu daerah. Angka-angka tentang kesakitan malaria dan kematian akibat malaria perlu untuk dipelajari. Untuk mengetahui tingkat endemisitas malaria di suatu daerah maka perlu dilakukan pemeriksaan indeks limpa. Demikian juga angka infeksi dari nyamuk *Anopheles* dan kepadatan nyamuk harus pula diketahui. Pengukuran indeks limpa yaitu besarnya limpa untuk menentukan tingkat endemisitas malaria terutama dilakukan pada anak-anak berumur 2 sampai 9 tahun. Penentuan besarnya limpa dilakukan dengan menekan dinding perut dimana penderita dalam keadaan tidur atau berdiri. Penekanan limpa harus dilakukan dengan hati-hati, oleh karena limpa yang membesar pada awal serangan malaria mudah pecah apabila ditekan dengan keras.

Derajat endemisitas malaria berdasarkan indeks limpa dapat diklasifikasikan dalam beberapa tingkatan berdasarkan Woodruff and Wright, (1984) dan Strickland, (1991) yaitu :

- a. Daerah malaria **hipoendemik** yaitu daerah endemik dimana indeks limpa pada anak berumur antara 2 sampai 9 tahun berkisar antara 0 % sampai 10 %.
- b. Daerah malaria **mesoendemik** adalah daerah malaria dimana indeks limpa anak yang berumur 2 sampai 9 tahun antara 11 % sampai 50 % .
- c. Daerah malaria **hiperendemik** adalah daerah endemik dengan indeks limpa anak yang berumur 2 sampai 9 tahun selalu berada di atas 75 %, disertai dengan tingginya indeks limpa pada orang dewasa.
- d. Daerah malaria **holoendemik** adalah daerah endemik dimana indeks limpa anak yang berumur 2 sampai 9 tahun berada di atas 75 %, tetapi indeks limpa pada orang dewasa memiliki toleransi yang kuat terhadap malaria.

Strikland, (1991) menjelaskan selanjutnya bahwa, pengukuran indeks limpa ini sangat penting dilakukan pada anak-anak berumur 2 sampai 9 tahun untuk menentukan tingkat endemisitas malaria di suatu daerah. Selain itu perlu juga diketahui tentang indeks parasit untuk menentukan ada tidaknya *Plasmodium* melalui pemeriksaan tetes tebal darah dan angka infeksi yang diakibatkan oleh *Anopheles* sebagai vektor.

Indeks parasit yaitu persentase dari anak-anak berumur 2 sampai 9 tahun yang dengan pemeriksaan tetes tebal darahnya, menunjukkan adanya *Plasmodium*. Di daerah endemik, indeks parasit pada anak-anak selalu lebih tinggi daripada indeks parasit pada orang dewasa. Selanjutnya dengan mengadakan pembedahan lambung nyamuk *Anopheles* untuk menemukan Ookista dan dengan mengadakan pemeriksaan kelenjar ludah nyamuk untuk menentukan adanya sporozoit dapat diketahui angka infeksi nyamuk ( Strickland, 1991).

### 2.1.2 Cara Penularan

Penularan malaria terjadi melalui gigitan nyamuk *Anopheles* betina yang mengandung sporozoit yang infeksi. Di daerah endemik, penderita terutama anak-anak merupakan sumber infeksi yang utama. Selain melalui sporozoit, penularan dapat juga terjadi dengan masuknya bentuk aseksual ( trofozoit) sehingga disebut *trophozoit-induced malaria*. Penularan trofozoit tersebut terjadi melalui transfusi darah, melalui placenta atau juga melalui jarum suntik ( Cowan and Heap, 1993 ).

Cowan and Heap, (1993) selanjutnya menjelaskan bahwa, terdapat 4 species *Plasmodium* yang dapat menimbulkan penyakit pada manusia yaitu *P. vivax*, *P. falciparum*, *P. malariae* dan *P. ovale*. Siklus hidup parasit malaria ini berlangsung pada tubuh manusia dan di dalam tubuh nyamuk. Di dalam tubuh manusia terjadi siklus aseksual ( skizogoni ) dengan membentuk stadium gametosit. Bentuk ini dapat ditemukan di dalam sel-sel hati dan di

dalam sel- sel darah merah. Siklus skizogoni dimulai dengan masuknya sporozoit yang infeksi dari kelenjar ludah nyamuk *Anopheles* ke dalam aliran darah hospes vertebrata ( manusia ) melalui tusukan nyamuk. Dalam waktu kira-kira 30 menit sporozoit memasuki sel- sel parenkim hati, memulai stadium Ekso- Eritrositik karena belum memasuki sel- sel darah merah. Di dalam sel hati, parasit yang tumbuh menjadi schizont kriptozoik akhirnya akan menghasilkan 15.000 sampai 40.000 merozoit di dalam sel hati, dalam waktu 6 – 9 hari tergantung species parasit malaria.

Pada tahap schizogoni eritrositik yang berlangsung dalam butir- butir eritrosit untuk penularan dengan *P. vivax* bentuk- bentuk tersebut dapat dijumpai di dalam darah tepi 12 hari sesudah penularan. Multiplikasi parasit selama tahap ini menimbulkan gejala- gejala demam yang khas pada klinik malaria.

Brown, ( 1983 ) menjelaskan bahwa, siklus eritrositik parasit dimulai pada waktu merozoit memasuki sel darah merah. Parasit mulai nampak sebagai kromatin kecil dikelilingi oleh sedikit sitoplasma seperti bentuk cincin yaitu trofozoit. Pada trofozoit yang sedang tumbuh, sitoplasma akan membesar, bentuknya tidak teratur dan mulai membentuk pigmen. Trofozoit tumbuh menjadi schizont muda, kemudian menjadi matang dan membelah menjadi banyak merozoit. Dengan selesainya pembelahan tersebut sel darah merah memecah dan merozoit pigmen serta sisa sel keluar dan masuk ke dalam plasma darah. Parasit yang dapat menghindari fagositosis memasuki eritrosit tidak membentuk schizont, tetapi membentuk gametosit yang

berlangsung di dalam eritrosit yang terdapat dalam kapiler-kapiler limpa dan sumsum tulang.

Sporogoni (siklus seksual) terjadi di dalam tubuh nyamuk. Gametosit yang ditelan bersama darah tidak dicerna bersama sel-sel darah lain. Pada mikrogametosit (yang jantan) titik kromatin membagi diri menjadi 6 sampai 8 inti yang bergerak di pinggir parasit, kemudian filamen-filamen yang bentuknya seperti cambuk dan mempunyai gerakan aktif yaitu mikrogamet berinti tunggal didesak keluar dan akhirnya lepas dari sel induk. Proses ini disebut Eksflagelasi. Sementara itu makrogametosit (yang betina) menjadi matang sebagai makrogamet. Makrogamet terdiri dari sebuah badan sitoplasma yang berbentuk bulat dengan sekelompok kromatin di tengah-tengahnya. Fertilisasi terjadi karena masuknya mikrogamet ke dalam makrogamet dan membentuk zigot (Cowan and Heap, 1993).

Strickland, (1991) mengemukakan bahwa, siklus seksual ini berlangsung dalam tubuh nyamuk *Anopheles* sehingga nyamuk *Anopheles* bertindak sebagai hospes perantara, sedangkan manusia merupakan hospes definitif oleh karena menjadi tempat berlangsungnya siklus aseksual.

Selanjutnya Strickland, (1991) menjelaskan juga bahwa, dalam waktu 12 sampai 24 jam setelah nyamuk menghisap darah, zigot akan berubah menjadi seperti cacing yang disebut ookinet. Ookinet akan menembus dinding usus nyamuk dan kemudian tumbuh menjadi ookista yang berbentuk bulat diantara lapisan epitel dan membran basal dinding usus. Di dalam ookista akan terbentuk



ribuan sporozoit. Pecahnya ookista menyebabkan sporozoit dilepas ke dalam rongga badan dan bergerak ke seluruh jaringan nyamuk. Beberapa sporozoit menembus kelenjar liurnya menjadi sporozoit yang infeksi. Bila nyamuk sedang menusuk manusia, sporozoit masuk ke dalam darah dan jaringan serta memulai siklus pra – eritrositik dan siklus eritrositik. Siklus sporogoni di dalam nyamuk berlangsung antara 8 sampai 12 hari ( Strickland, 1991).

Cowan and Heap, (1993) mengemukakan bahwa, jumlah ookista pada usus nyamuk *Anopheles* bervariasi jumlahnya dan dapat mencapai sampai beberapa ratus ookista. Ookista berukuran 40 sampai 80 mm berbentuk bulat semi transparan, terdiri dari pigmen yang menyebar dengan ukuran dan warna tertentu yang merupakan ciri khas untuk species *Plasmodium*.

### 2.1.3 Patologi dan Gejala Klinik

Perubahan patologis pada penyakit malaria yang terjadi, terutama perubahan vaskular yaitu penghancuran eritrosit dan penyempitan kapiler di organ- organ dalam. Perubahan – perubahan lain yang terjadi karena penyakit ini yaitu kelainan yang disebabkan anoksemi jaringan hati dan organ- organ lain. Penghancuran pada sel-sel darah merah yang mengandung merozoit dan berlangsung terus menerus akan merangsang reaksi dari sistim imun humoral dan seluler. Hal ini menyebabkan fagositosis terhadap parasit, sel yang diinfeksi dan sisa sel- sel oleh histiosit yang beredar dan makrofag dalam sistim retikulo endotel sel, khususnya dari limpa sehingga limpa membesar. Penimbunan pigmen yang dibentuk oleh parasit malaria selama pertumbuhan

di eritrosit memberi warna kelabu atau hitam kepada cortex cerebri, limpa, hati, ginjal dan organ - organ lain (Strickland, 1991).

Selanjutnya Strickland, ( 1991 ) menjelaskan bahwa, penimbunan sel-sel ini di dalam berbagai organ mempertinggi reaksi radang yang menahun. Haemoglobin bebas yang tidak diubah menjadi hematin dengan cepat diubah menjadi bilirubin, diabsorpsi oleh hati dan dikeluarkan ke dalam empedu. Zat besi dari haemoglobin tidak segera dipakai untuk membentuk haemoglobin baru tetapi ditimbun sebagai hemosiderin di dalam sel parenkim hati dan organ- organ lain. Pada malaria karena *P. vivax* , jumlah sel darah merah dapat menunjukkan penurunan sebanyak 10 sampai 20 %. Tetapi pada malaria karena *P. falciparum* penghancuran sel darah merah yang lebih banyak dapat terjadi.

Menurut Cowan and Heap, (1993 ) dijelaskan bahwa, anemia progresif terjadi karena hemolisis yang dilakukan parasit pada sel- sel darah merah yang normal dan kerusakan hipersplenik sel- sel darah merah serta ischaemia pada sumsum tulang. Gejala- gejala klinik yang khas pada malaria adalah demam yang intermiten, anemia dan terjadi pembesaran limpa.

Diagnosis pasti dari malaria dilakukan di laboratorium dengan pemeriksaan mikroskopis untuk menentukan adanya parasit dalam darah tepi penderita. Darah penderita malaria dapat diambil setiap waktu pada infeksi yang disebabkan oleh *P. vivax*, *P. malariae* dan *P. ovale* oleh karena berbagai stadium parasit terdapat dalam darah tepi penderita selama

berlangsungnya siklus. Pada infeksi *P. falciparum* lebih baik jika pengambilan darah dilakukan setelah puncak demam (Brown, 1983). Menurut Stricland, (1991) pemeriksaan mikroskopik pada darah tepi penderita merupakan pemeriksaan yang mudah dilakukan, meskipun kadang-kadang *Plasmodium* sukar ditemukan. Kesukaran-kesukaran menemukan parasit dalam darah dapat terjadi bila penderita telah atau sedang mendapatkan pengobatan dengan obat-obat anti malaria dengan tujuan untuk pencegahan dan pengobatan. Pengambilan darah penderita di luar masa demam (masa apireksia) sukar untuk menemukan parasit di dalam tepi. Pengambilan darah pada hari kedua dan ketiga pada infeksi primer umumnya juga tidak memberikan hasil yang memuaskan.

Pemeriksaan darah tepi penderita dapat dilakukan melalui cara tetes tebal atau dengan melakukan hapusan darah. Pemeriksaan tetes tebal dilakukan untuk mendiagnosis pasti dengan cepat bahwa seseorang menderita malaria, sedangkan penentuan spesies *Plasmodium* penyebabnya dilakukan dengan pemeriksaan hapusan darah.

#### 2.1.4. Pengobatan Malaria

Menurut Brown, (1993) dikemukakan bahwa, pengobatan malaria meliputi cara-cara umum dan suportif serta pengobatan kimiawi. Selama serangan akut, penderita harus beristirahat. Kompres dingin diberikan untuk menurunkan demam, aspirin atau sedativum diberikan untuk sakit kepala dan rasa kurang enak. Penderita menahun yang sudah lemah dan non

reaktif dengan anemi berat dapat diberikan transfusi, ekstrak hati, zat besi dan diet yang mengandung banyak vitamin dan protein.

Obat-obat kimiawi dikelompokkan dalam :

- a) Obat pencegahan penyebab penyakit (*causal prophylactic*) untuk menghancurkan parasit preeritrositik.
- b) Obat penekan (*supresif*), untuk mencegah timbulnya gejala klinik.
- c) Obat penyembuhan (*terapeutik*) untuk mengobati serangan akut dengan menghancurkan parasit aseksual eritrositik.
- d) Pengobatan radikal untuk memusnahkan bentuk ekso-eritrositik yang lanjut.
- e) Gametositik dan gametostatik.

Dijelaskan selanjutnya bahwa, obat-obat anti malaria secara umum dikelompokkan atas 2 golongan yaitu obat-obat alkaloid alami dan obat-obat anti malaria sintetik. Kina yang berasal dari kulit pohon kina termasuk alkaloid alami, sedangkan 9 - aminoakridin (mepakrin) misalnya atebtrin, kuinakrin ; 4 - aminokuinolin (klorkina, amodiakina) 8 - aminokuinolin (pamakina, primakina), dan pyrimidin (pirimetamina), termasuk dalam kelompok obat-obat anti malaria sintetik. Obat anti malaria dalam bentuk kombinasi antara pirimetamina dan sulfadoksina juga dapat digunakan, misalnya Fansidar. Pemberian obat-obat anti malaria diberikan untuk pengobatan penderita, pencegahan dan juga untuk mencegah kekambuhan. Pemberian obat malaria baik jenis maupun takaran pemberiannya haruslah tepat.

### 2.1.5 Pemberantasan Malaria

Dalam hubungannya dengan tingginya angka kematian karena penyakit malaria, Dye, Lines and Curtis, (1996) mengemukakan bahwa, sangat tingginya transmisi *P. falciparum* di Afrika dimana terdapat angka infeksi yang tinggi pada anak-anak yang mendiami daerah holoendemik menyebabkan adanya keprihatinan bahwa malaria tidak mungkin dapat diberantas di Afrika. Justru itu, perlu adanya upaya-upaya pemberantasan yang benar-benar intensif terhadap penyakit malaria itu.

Distribusi penyakit malaria yang sangat luas di dunia dan tingginya angka kematian bayi dan anak menyebabkan perlunya program-program pemberantasan dan pencegahan secara global (Woodruff and Wright, 1984).

Program-program pemberantasan diartikan sebagai suatu upaya untuk memutuskan transmisi dan membunuh parasit yang menyebabkan infeksi Pada manusia. Program-program pemberantasan dan pencegahan secara global selama ini disponsori oleh WHO, sejak tahun 1975. Metode dasar dalam program pemberantasan nyamuk yang efektif adalah penyemprotan dengan insektisida residual dan pengobatan kemoterapi pada manusia yang terinfeksi. Program-program ini kemudian dikembangkan lebih luas, dimana terdapat kombinasi penggunaan insektisida residual baik untuk larva dan nyamuk *Anopheles* dewasa maupun pengobatan terhadap penderita. Program-program ini memerlukan teknik-teknik yang tepat untuk

mencegah resistensi vektor terhadap insektisida maupun resistensi parasit terhadap obat-obat anti malaria yang diberikan kepada penderita ( Woodruff and Wright, 1984; WHO, 1993).

Dalam kaitan dengan program pemberantasan penyakit malaria, WHO (1995) menjelaskan bahwa, pada negara-negara dengan tingkat endemisitas malaria yang tinggi, strategi utama untuk mengurangi angka kematian penderita yaitu perlu diagnosis penyakit sejak dini dan pengobatan penderita dengan cepat, juga kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan pemberantasan vektor merupakan program yang efektif.

Farid, (1998) mengemukakan bahwa, untuk pemberantasan malaria memerlukan suatu pengorganisasian terutama dalam program pemberantasan terhadap vektor dan tidak hanya ditujukan pada pengobatan terhadap penyakitnya saja.

Berbagai program dan strategi telah dilakukan, juga penelitian-penelitian tentang efektivitas program-program tersebut. Salah satu cara yang sangat bermanfaat dalam program pemberantasan malaria yang dapat menurunkan kapasitas vektorial yaitu program pemberantasan nyamuk dengan menggunakan kelambu berinsektisida. Salah satu penelitian dengan menggunakan kelambu celup permetrin telah dilakukan pada desa-desa di Muheza, Tanzania. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa, kapasitas vektorial dari nyamuk *An. gambiae* menurun setelah pemakaian kelambu celup permetrin. Pengukuran prevalensi infeksi malaria dan kepadatan parasit diukur berturut-turut selama setahun sebelum pemakaian kelambu celup dan dua tahun berikutnya selama

penggunaan kelambu. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kapasitas vektorial menurun dari 58,3 menjadi 2,30 ( 96,1 % ) yang merupakan persentase reduksi yang tinggi ( Gupta and Snow , 1996; Dye, Lines and Curtis, 1996 ).

Cowan and Heap, (1993) mengemukakan bahwa, cara-cara yang dapat digunakan untuk pemberantasan dan pengendalian vektor dalam skala luas, dapat dikelompokkan dalam 5 kelompok yaitu :

- a. Mencegah gigitan nyamuk pada manusia
- b. Mengurangi hidup dan berkembang biaknya nyamuk dengan mengoleksi atau mengubah tempat hidupnya
- c. Membunuh larva nyamuk
- d. Mengurangi nyamuk dewasa, misalnya dengan insektisida
- e. Membunuh parasit malaria pada manusia sebagai hospes.

Strategi baru juga sedang dikembangkan untuk pengendalian penyakit malaria yaitu pengembangan vaksin sebagai proteksi terhadap jenis *Plasmodium* yang ditransmisikan nyamuk *Anopheles*. Hal ini memerlukan pemahaman yang mendalam tentang stadium-stadium perkembangan *Plasmodium* pada usus nyamuk, proses pematangan gamet dan fertilisasi, transformasi zigot menjadi ookinet dan interaksinya pada epitalium usus nyamuk ( Shahabuddin, Cocianciah and Zieler, 1998 ).

## 2.1 *Anopheles sp* Sebagai vektor Malaria

### 2.2.1 Diskripsi Nyamuk

Menurut Brown, (1983) nyamuk sebagai binatang kecil dan langsing yang termasuk phylum Arthropoda mempunyai ciri-ciri morfologi yaitu :

- a. Kepala yang agak membulat, hampir seluruhnya diliputi oleh sepasang mata majemuk yang hampir bersentuhan.
- b. Bagian mulut yang panjang pada betina dan disesuaikan dengan fungsinya untuk menusuk dan menghisap darah disebut “proboscis”.
- c. Di sebelah sisi kiri dan kanan proboscis terdapat bentukan panjang disebut “ palpus” . Palpus pada yang jantan maupun pada yang betina hampir sama panjang dengan proboscis, tetapi pada yang jantan terdapat suatu benjolan yang disebut “ club”.
- d. Antenna terdiri dari 15 ruas, mempunyai tipe “plumose” pada yang jantan dan “ pilose” pada yang betina.
- e. Thorax yang kaku ditutupi scutum pada bagian dorsal, mempunyai 3 pasang kaki yang panjang dan langsing. Warna dan pola daripada sisik dan rambut berguna dalam membedakan genus dan spesies.
- f. Pada sayap khususnya nyamuk *Anopheles* , adanya gambaran pita putih (*white band*) yang berselang-seling dengan pita hitam dan terletak diantara venasi sayap costa dan subcosta.

Selain ciri-ciri utama diatas, ciri lainnya yaitu terdapatnya kelenjar air liur pada nyamuk.

Kelenjar air liur terletak pada prothorax. Nyamuk jantan dengan bagian mulut yang lemah tidak mampu menembus kulit manusia dan oleh karena itu digolongkan dalam pemakan cairan tanaman. Dari golongan ini nyamuk betina yang lebih berbahaya daripada yang jantan.

Sepasang sayap yang kuat terdapat pada mesothorax dan sepasang sayap rudimenter pada metathorax disebut **halter**. Venasi, khususnya sel anterior dan sel posterior yang bercabang serta bentuk, ukuran, distribusi sisik yang pipih berbulu dimana panjangnya dipakai untuk membedakan antara genus dan spesies nyamuk (Brown, 1983).

Menurut Strickland, (1991) dikemukakan bahwa, beberapa spesies dalam hal menghisap darah termasuk *antropophilik* yaitu senang menghisap darah manusia dan yang lain adalah khusus *zoophilik* (menghisap darah hewan). Kecenderungan terhadap manusia menentukan pentingnya suatu spesies *Anopheles* sebagai vektor malaria. Nyamuk betina tidak dapat bertelur tanpa menghisap darah yang diperlukan untuk membuat hormon gonadotropik yang diperlukan untuk ovulasi. Hormon ini berasal dari corpora allata yaitu "pituitary" pada otak insekta yang dapat dirangsang oleh serotonin dan adrenalin yang berasal dari darah yang dihisapnya.

Nyamuk tertarik oleh cahaya terang, pakaian berwarna gelap dan adanya manusia dan hewan. Daya tarik yang merangsang datangnya nyamuk, disebabkan oleh perangsangan bau dari zat-zat yang dikeluarkan hewan atau

manusia teristimewa CO<sub>2</sub> dan beberapa asam amino, lokasi yang dekat dengan tempat hidup nyamuk, suhu hangat dan kelembaban.

Masing-masing spesies mempunyai jarak terbang yang paling efektif antara tempat perindukan dan sumber makanan (darah) dimana jarak terbang maksimum 1 - 3 mil untuk *Anopheles*.

Kopulasi pada nyamuk didahului oleh pengeriapan nyamuk jantan yang terbang bergerombol mengerumuni nyamuk betina. Perkawinan antar spesies jarang berhasil. Nyamuk *Anopheles* dan *Culex* meletakkan telurnya dalam air, tetapi banyak spesies *Aedes* memilih tanah teduh yang secara periodik digenangi air. Jumlah telur yang diletakkan sekali bertelur 100 - 400 butir telur. Nyamuk *Anopheles* meletakkan telur lebih dari 1000 butir telur selama hidupnya. Umur rata-rata nyamuk betina dewasa kira-kira 30 hari dan jarang mencapai 8 minggu (Strickland, 1991).

Manson-Bahr and Bell, (1989) mengemukakan bahwa, pertumbuhan larva berbagai jenis berlangsung dalam keadaan lingkungan yang sangat berlainan dimana kelembaban udara merupakan faktor yang utama. Banyak jenis menggunakan air tawar untuk stadium larvanya, tetapi yang lainnya dapat berkembang di air payau. Nyamuk rumah seperti *Culex quinquefasciatus* dan *Aedes aegypti*, hidup dalam genangan air di sekitar tempat hidup manusia.

Telur dengan panjang kira-kira 0,7 mm dibungkus dalam kulit berlapis tiga yang memiliki saluran berupa corong tempat masuknya spermatozoa. Telur

*Anopheles* menyerupai perahu dengan pelampung dari chorion yang berlekuk-lekuk di sebelah lateral; telur *Culex* meruncing dengan puncak berupa mangkok, melekat satu sama lain menyerupai rakit dan telur *Aedes* berupa elips mempunyai permukaan poligonal. Telur yang diletakkan di air menetas dalam waktu 1 sampai 3 hari pada suhu  $30^{\circ}\text{C}$ , tetapi membutuhkan 7 hari pada suhu yang lebih rendah. Telur *Aedes* tidak menetas sebelum tanah digenangi air. Telur genus yang berlainan berbeda resistensinya terhadap pengeringan dan terhadap suhu di atas  $40^{\circ}\text{C}$  dan di bawah  $0^{\circ}\text{C}$  dan tidak berkembang di bawah suhu  $12^{\circ}\text{C}$ .

Larva yang panjang tanpa kaki (*gambar 2.2.1*), dengan jumlah rambut sederhana atau cabang lateral yang tersusun simetrik sepanjang tubuhnya, melewati empat stadium perkembangan larva dan mencapai panjang kira-kira 10 mm. Kepala mempunyai mata majemuk, antena berbulu, bagian mulut digunakan untuk menggigit. Ruas abdomen ke delapan mempunyai dua *spirakel* (lubang udara) yang fungsinya untuk bernapas. Lubang anus dikelilingi empat tonjolan peraba yaitu insang anal (*anal gills*) yang fungsinya mungkin hanya menyerap air dan bukan untuk bernapas. Larva nyamuk berenang dengan gerakan terhenti-henti, kemudian timbul ke permukaan air untuk bernapas.

Larva stadium keempat menjadi pupa yang bengkok dimana kepala dan thorak menjadi satu dengan abdomen. Bentuk pupa seperti bentuk tanda tanya (*gambar 2.2.1*). Pupa mempunyai 2 buah terompet, fungsinya untuk bernapas dan terletak pada cephalothorak yang merupakan suatu kantong udara dan terletak diantara bakal sayap pada bentuk dewasa, dan sepasang pengayuh yang saling menutupi dengan rambut-rambut ujung pada ruas abdomen terakhir. Pengayuh ini

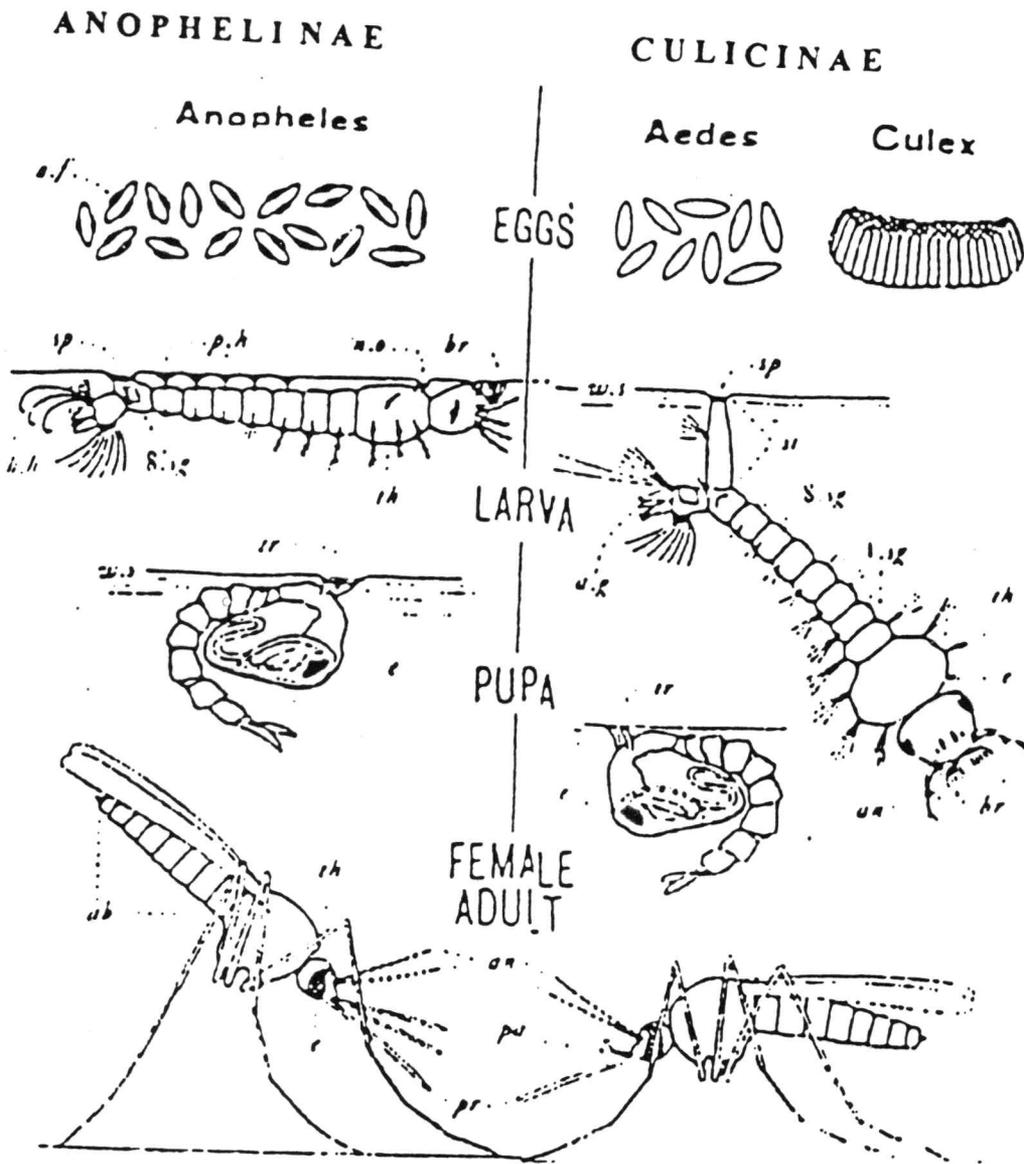


memungkinkan pupa untuk menyelam cepat, dengan gerakan-gerakan seperti berjungkir sebagai reaksi terhadap rangsangan. Pupa akan mati apabila dibekukan atau dikeringkan. Stadium pupa tanpa makan ini akan berlangsung 2 sampai 5 hari, tetapi dapat diperpanjang sampai 10 hari pada suhu rendah. Selanjutnya pada saat menetas kulit pupa tersobek oleh gelembung udara dan nyamuk dewasa akan melepaskan diri (Manson-Bahr, 1989; Cowan and Heap, 1993).

Dalam klasifikasinya, famili Culicidae dibagi dalam 3 subfamili yaitu subfamili Anophelinae, Culicinae dan Megarhininae (Toxorhynchitinae). Subfamili Anophelinae terdiri dari genus *Anopheles*, subfamili Culicinae dengan genus-genus yang biasanya ditemukan yaitu *Culex*, *Aedes*, *Mansonia*, *Armigeres*, *Culiceta* dan *Haemogogus* sedangkan subfamili Megarhininae (Toxorhynchitinae) terdiri dari genus *Toxorhynchites*.

Spesies-spesies dari subfamili Anophelinae dan Culicinae merupakan vektor penyakit pada manusia dimana genus-genus utama yang dapat menularkan penyakit adalah *Anopheles*, *Culex*, *Aedes* dan *Mansonia* sedangkan yang kurang penting adalah *Haemogogus* dan *Psopophora* (Brown, 1983).

Brown, (1983) mengemukakan juga bahwa, spesies-spesies *Anopheles* dapat ditemukan di daerah terbuka, daerah pepohonan, daerah kota atau luar kota dan pada berbagai ketinggian. Selanjutnya Chwatt dalam WHO, (1993) menjelaskan bahwa, genus *Anopheles* meliputi lebih dari 400 spesies, tetapi hanya sekitar 70 spesies yang telah diketahui sebagai vektor malaria.



Gambar 2.2.1 : Bagan perbedaan perkembangan Anophelinae dan Culicinae; a.f. air floats ; ag. anal gills ; ab. abdomen ; an. antenna ; br. mouth brushes ; e. eye hh. hooked hairs; no. notched organ; pa. palp; ph. palmate hairs. pr. proboscis; 1 sg. first abdominal segmen; 8 sg. eighth abdominal segmen; si. Siphon; sp. Spiracles, th. Thorax; tr. respirator trumpets.

(Sumber : Manson-Bahr and Bell, 1989).

Menurut WHO, (1993) dikemukakan bahwa, aspek-aspek biologis dan bionomik dari *Anopheles* sebagai vektor malaria ini sangat beragam dan kompleks. Hal ini memerlukan pengetahuan yang mendalam mengenai aspek-aspek biologis dan bionomik nyamuk vektor tersebut, dalam kaitannya dengan upaya pengendalian nyamuk *Anopheles* sebagai vektor malaria dimana dari 70 species yang dianggap sebagai vektor, diketahui hanya 40 species merupakan vektor utama malaria di 12 zona Epidemiologi malaria di permukaan bumi.

Selanjutnya mengenai genus *Aedes* Cowan and Heap, (1991) menjelaskan bahwa, species nyamuk ini mempunyai distribusi kosmopolit. Nyamuk *Aedes* senang berkembang biak di lubang- lubang pohon dan dalam genangan air yang bersifat sementara dimana dapat berupa air tawar atau air pasang surut. Beberapa dari species ini dapat bertindak sebagai vektor *Yellow fever*, demam berdarah dan filariasis.

Sejumlah besar species dari genus *Culex* yang mempunyai banyak subgenus tersebar luas di seluruh dunia, terutama di daerah beriklim panas. Nyamuk ini sebagian besar berkembang biak di dalam air yang tergenang dan tersebar baik di daerah perkotaan maupun di pedesaan. Beberapa species dapat menularkan filariasis dan virus Encephalitis (Cowan and Heap, 1991).

Dalam kaitannya dengan genus *Mansonia*, Brown, (1983) mengemukakan bahwa, bentuk dewasa dari genus *Mansonia* mempunyai kaki yang berbelang- belang putih dan biasanya terdapat campuran sisik hitam dan putih pada sayapnya. Penyebarannya kosmopolit dan dapat berkembang biak dengan baik pada daerah beriklim tropik. Telur- telur *Mansonia*

diletakkan dalam kelompok, pada tumbuhan air *Pistia* dan lain-lain, tempat larva memperoleh zat asam dan makanan. Beberapa species tertentu adalah vektor *Filariasis malayi*.

Ketika nyamuk menggigit, alat penusuk di bawah kulit hingga darah dapat dihisap. Makanan dapat diambil dari pembuluh darah atau dari darah di luar pembuluh. Air liur yang dimasukkan berulang-ulang dapat mengandung bahan yang merangsang dilatasi kapiler atau memperlambat proses pembekuan. Gigitan nyamuk dapat menyebabkan iritasi yang biasanya diikuti dengan eritem, pembengkakan dan rasa gatal. Garukan karena gatal dapat menimbulkan infeksi sekunder.

Nyamuk adalah vektor mekanis atau vektor siklik dari penyakit manusia dan hewan yang disebabkan cacing, protozoa dan virus (James and Harwood, 1969; Brown, 1983).

### 2.2.2 *Anopheles* sp .

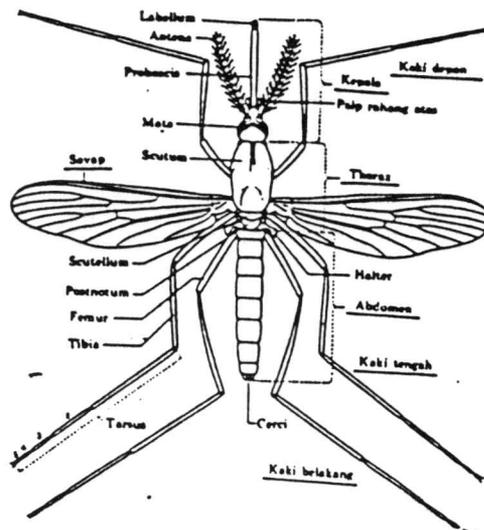
Kedudukan *Anopheles* dalam klasifikasinya adalah sebagai berikut :

Ordo	: Diptera
Sub ordo	: Nematocera
Famili	: Culicidae
Sub famili	: Anophelinae
Genus	: <i>Anopheles</i> (Strickland, 1991)

Menurut James and Harwood, (1969) dikemukakan bahwa, dari 400 species *Anopheles*, 100 species diantara telah dilaporkan sebagai species yang

dapat mentransmisikan penyakit malaria. Warna tubuh bervariasi dari kuning, kuning kecoklatan sampai coklat keabu-abuan dan hitam. Sayap yang khas pada *Anopheles sp.*, yaitu adanya pita putih (*white band*), antara venasi costa dan sub costa.

Palpus yang terletak di samping proboscis dan diantara proboscis dan antena, pada jantan dan betina sama panjang atau hampir sama panjang dengan proboscisnya. Pada yang jantan (dengan antena yang berbulu) palpusnya memiliki tonjolan pada ujung palpus (*club*). Scutellum rata dan membulat atau seperti simpul tali. Kakinya sangat panjang dan ramping dengan tidak jelasnya tibial yang berbulu dan tidak memiliki pulvilli (*gbr. 2.2.2*).



*Gambar 2.2.2* : sebagian dorsal dari nyamuk *Anopheles* (betina), yang menunjukkan struktur yang berguna dalam identifikasi. (Sumber : Manson - Bahr and Bell, 1989)

Pada keadaan sedang beristirahat atau menghisap darah, posisi kepala, proboscis, thorax, dan abdomen berada pada suatu garis lurus, dan membentuk sudut kira-kira  $45^{\circ}$ . Namun terdapat perkecualian misalnya pada beberapa hal

yang khusus misalnya pada *An. culcifacies* posisi istirahatnya menyerupai nyamuk *Culex*. Telur yang dikeluarkan pada permukaan air jumlahnya bervariasi antara 40–100 telur. Pada *An. punctipennis* jumlah yang dikeluarkan pada sekali bertelur dengan 203 butir, sedangkan sekali mengeluarkan telur pada *An. pseudopunctipennis* sebanyak 151 butir telur. Dari telur setiap species *Anopheles* selama hidupnya dilaporkan lebih dari 1000 butir (Burgess and Cowan, 1993).

Pada Anophelinae ciri yang digunakan untuk membedakan telur setiap species yaitu dengan mengamati posisi, dan panjang dari bentuk pelampung pada telur yang tersusun seperti perahu serta bentuk atau pola 'pelampung' tersebut. Panjang telur pada Anophelinae adalah 1 mm dan dalam keadaan baru dikeluarkan telur berwarna putih dan akan berubah menjadi kecoklatan sampai kehitaman dalam beberapa jam. Telur diletakkan pada permukaan air yang tenang dan akan menetas dalam 2 atau 3 hari (Manson-Bahr and Bell, 1989 ; Burgess and Cowan, 1993).

Menurut Cowan and Heap (1993) bahwa bentuk larva Anophelinae yang sedang beristirahat bergantung horisontal pada permukaan air. Hal ini berbeda dengan larva Culicinae yang membuat sudut pada permukaan air. Larva Anophelinae memperoleh makanan dari permukaan air dengan menyapu-nyapu benda dengan sikat mulutnya atau dengan menggigit-gigit bahan busuk dari dasar tempat hidupnya. Larva biasanya memakan algae, bakteri dan bahan-bahan kecil dengan ukuran 20 sampai 100 mikron.

Pupa yang bengkok dengan kepala yang besar seperti bentuk tanda tanya, terbentuk dari larva stadium keempat dan akan menjadi nyamuk dewasa sesudah beberapa hari.

Species *Anopheles* yang besar jumlahnya, dapat ditemukan di daerah terbuka, daerah pepohonan, di kota dan di desa serta pada berbagai ketinggian. Tempat perindukannya bermacam-macam mulai dari tempat teduh sampai tempat yang disinari matahari, dari air tawar sampai air payau, dari kubangan air sampai air mengalir. Nyamuk *Anopheles* adalah vektor malaria manusia dan beberapa species dapat menularkan filariasis bancrofti dan filariasis malayi (Brown, 1983 ; Manson-Bahr and Bell, 1989).

Menurut Wepster and Swellengrebel, (1953) dikemukakan bahwa beberapa species *Anopheles* yang dapat ditemukan di Maluku termasuk di Seram antara lain : *An. aitkeni*, *An. travestita*, *An. insulaeflorum*, *An. separatus*, *An. tesselatus*, *An. punctulatus*, *An. tesselatus var orientalis*, *An. farauti*, *An. peditaenitus*, *An. ludlowi*, *An. vanus*, *An. vagus*, *An. subpictus*, *An. parangensis* dan *An. kochi*.

### 2.3 Pengendalian Kimiawi Terhadap Vektor

Pengendalian secara kimiawi (*Chemical control*) yaitu penggunaan bahan kimia untuk memberantas arthropoda dengan menggunakan insektisida yang mempunyai daya bunuh setelah kontak dengan tubuh hewan sasaran, ataupun untuk memutuskan siklus hidup arthropoda sehingga tidak efektif mentransmisikan penyakit (Strickland, 1991).

Strickland, (1991) selanjutnya menjelaskan bahwa penggunaan bahan kimiawi sebagai pengendali vektor dapat dilakukan dengan berbagai tehnik yaitu : penyemprotan di dalam ruangan (*residual indoor house sparying*), penyemprotan di luar ruangan (*ultra low volume outdoor sparying*) dan penggunaan kelambu celup berinsektisida (*insecticide impregnated bed nets*).

Menurut Loomis, (1994) bahwa apabila suatu zat kimia mampu menimbulkan efek yang dapat diamati misalnya kematian organisme atau suatu efek dimana sel atau hewan sepenuhnya sembuh dalam periode waktu tertentu, maka dosis atau kadar zat kimia itu dapat dipilih agar dapat menimbulkan efek tersebut. Apabila efek tersebut dapat dikuantitatifkan dalam percobaan dapat ditunjukkan bahwa seluruh anggota hewan coba memberi respons terhadap dosis atau kadar zat kimia yang sama. Beberapa hewan akan menunjukkan respons yang hebat, sedangkan lainnya tidak.

Faktor lain yang paling penting yang menentukan potensi bahaya atau amannya suatu senyawa adalah hubungan antara kadar zat kimia itu dan efek bunuh yang ditimbulkan atas mekanisme tersebut. Berbahaya atau amannya senyawa kimia itu bergantung pada dosis yang diberikan. Suatu dosis letal bagi 50% hewan uji, yang biasanya dikenal dengan LD<sub>50</sub>, adalah dosis suatu senyawa yang akan menimbulkan kematian 50% hewan uji. Hal ini merupakan suatu harga perhitungan yang menggambarkan estimasi pada 50 % hewan uji, karena itu selalu disertai dengan nilai rata-rata dari harga kesalahannya.

Insektisida dalam pengendalian kimiawi adalah bahan yang mengandung senyawa kimia beracun yang bisa mematikan semua jenis serangga (Wudianto, 1997).

Secara garis besar insektisida digolongkan berdasarkan Natawigena, (1989) dan Wudianto, (1997) yaitu a. Formulasi b. Cara kerja, c. Susunan kimiawi.

#### **a. Penggolongan berdasarkan formulasi**

Formulasi insektisida yang dipasarkan terdiri atas bahan pokok yang disebut bahan aktif (*active ingredient*) sebagai bahan utama pembunuh organisme dan bahan ramuan (*inert ingredient*). Bahan aktif dapat terdiri dari kelompok organik sintetik, organik alamiah dan inorganik. Sedangkan bahan ramuan biasanya berperan sebagai pelarut (untuk mengencerkan insektisida), Surfaktan (emulsi, pembasah, pendispersi, foam dan penyebar). Stabiliser (agar formulasi tetap aktif dan mantap), sinergis (meningkatkan daya kerja bahan aktif), minyak-minyak (untuk meningkatkan aktifitas biologis), defoamer (agar hasil semprotan tidak berbusa), agensia pematat (agar hasil semprotan tidak mudah dihembus angin), dan agensia pewarna (untuk mengurangi kemungkinan kecelakaan).

Dengan formulasi ini keamanan, penyimpanan, penanganan dan keefektifan aplikasi bisa meningkat. Formulasi biasanya dicantumkan berupa kode dibelakang nama dagangnya dan angka yang mengikuti menunjukkan presentase bahan aktif (dalam gram) atau jumlah volume bahan aktif (dalam mililiter) per liter formulasi.

Beberapa formulasi insektisida yang beredar di Indonesia antara lain :

- Tepung hembus, debu (*dust* = D)

Bentuknya tepung kering yang hanya terdiri dari bahan aktif, misalnya belerang atau dicampur dengan pelarut aktif yang bertindak sebagai karier atau dicampur bahan-bahan organik seperti tepung tempurung tanaman, mineral profit, bentonit atau talk. Kandungan bahan aktifnya rendah, sekitar 2-10%.

Dalam penggunaannya harus dihembuskan menggunakan zat khusus yang disebut duster. Untuk pemberantasan dibutuhkan cukup banyak agar terkena pada organisme sasaran. Kelemahan lain formulasi ini yaitu sering mudah terbawa angin sehingga dapat mencemari lingkungan, dan serbuk mudah tercuci air hujan. Oleh sebab itu formulasi ini sekarang hanya digunakan untuk pengendalian hama gudang, seperti insektisida silosan 2 D untuk mengendalikan hama gudang yang menyerang benih jagung dan perigen 0,5 D untuk pengendalian hama gudang dan gabah.

- Butiran (*granula* = G)

Insektisida ini berbentuk butiran padat yang merupakan campuran bahan aktif berbentuk cair dengan butirannya mudah menyerap bahan aktif. Butiran ini akan larut dalam air secara perlahan-lahan. Insektisida ini cocok untuk hama yang mengisap dan menggerak tanaman, seperti : insektisida Furadan 3G.

- Tepung yang dapat disuspensikan dalam air (*Wettable powder* = WP)

Berbentuk tepung kering agak pekat dan harus dibasahi air sebelum digunakan untuk memberantas hewan sasaran. Insektisida ini tidak larut

dalam air tetapi hanya tercampur saja, dalam bentuk suspensi. Oleh sebab itu dalam penggunaannya saat penyemprotan misalnya harus sering diaduk atau tangki penyemprot digoyang-goyang.

Insektisida jenis ini sering ditambahkan bahan pembasah untuk meningkatkan kemampuan tepung didispersikan dalam air agar tidak mengambang pada permukaan. Kandungan bahan aktifnya 50-85%. Contohnya : confidor 5 WP, Garvox 20 WP dan Dimilin 25 WP.

- Tepung yang larut dalam air (*water – soluble powder = SP*)

Jenis ini mirip dengan WP. Perbedaannya terletak pada kelarutannya. Bila WP tidak dapat larut dalam air, SP dapat larut dalam air

Larutan ini sukar mengendap, sehingga dalam penggunaannya dengan penyemprotan, pengadukan hanya dilakukan sekali saja waktu pencampuran. Kadang-kadang bahan ini ditambah bahan perata dan perekat. Kandungan bahan aktifnya biasanya tinggi. Contohnya insektisida Dicarzol 25 SP.

- Cairan (*Emulsifiable Concentrate = EC*)

Bentuk insektisida ini adalah cairan pekat yang terdiri dari cairan bahan aktif dengan perata emulsi (emulsifier). Pelarutnya berupa air. Hasil pengencerannya berbentuk emulsi. Bentuk ini yang paling sering dijumpai di pasaran, seperti insektisida Agrimec 18 EC, permetrin 100 EC, dan Desic 2,5 EC.

- *Ultra Low Volume (ULV)*

Bentuk ini merupakan jenis khusus formulasi solution (S). Bentuk murninya merupakan cairan. Cairan ini mengandung insektisida konsentrasi tinggi dan diaplikasi langsung tanpa penambahan air. Biasanya digunakan pada areal yang sulit memperoleh air. Sebagai contoh insektisida sumialpha 10 ULV.

- *Aerosol (A)*

Formulasi ini terdiri dari campuran bahan aktif berkadar rendah dengan zat pelarut yang mudah menguap (minyak), kemudian dimasukkan ke dalam kaleng yang diberi tekanan gas propelan. Formulasi ini banyak digunakan di rumah tangga ataupun rumah kaca . Contohnya insektisida Baygon dan Raid.

**b. Penggolongan berdasarkan cara kerja**

Penggolongan berdasarkan cara kerja masuknya insektisida ke dalam tubuh serangga terbagi atas :

- Golongan Insektisida Kontak (*contact poisons*) yang masuk ke dalam tubuh serangga melalui kutikulanya. Biasanya insektisida ini digunakan untuk serangga yang lincah. Insektisida ini akan menyebabkan dehidrasi yaitu keluarnya cairan tubuh dari dalam tubuh serangga, atau dapat juga meracuni protoplasma dan mengendapkan protein dalam tubuh serangga. Contohnya : Folidol, Diazinon, Permetrin.
- Golongan insektisida lambung (*stomach poison*).

Insektisida ini akan menyebabkan gangguan alat pencernaan serangga. Insektisida ini sangat efektif untuk mengendalikan serangga yang mulutnya bertipe penggigit dan pengunyah, dan tidak begitu lincah gerakannya. Contohnya insektisida ini antara lain : Parathion, Permetrin.

- Golongan Insektisida Fumigan

Insektisida ini merupakan insektida peracun pernapasan, yang dapat menghambat aktivitas enzim pernapasan, contohnya : ethylene dibromide.

Menurut Lu, (1995) efek toksik sangat bervariasi dalam sifat organ maupun mekanisme kerjanya. Beberapa bahan kimia dapat menyebabkan cedera pada tempat bahan itu bersentuhan dengan tubuh. Efek-efek tersebut dapat merupakan efek lokal misalnya pada saluran pencernaan, iritasi gas atau uap pada saluran pernapasan.

Efek tersebut terjadi hanya setelah toksikan diserap dan disebar ke bagian tubuh lain. Umumnya toksikan hanya mempengaruhi satu atau beberapa organ sasaran saja.

**c. Penggolongan Berdasarkan Susunan Kimia**

Berdasarkan susunan kimia, insektisida terdiri atas :

- Senyawa anorganik

Contohnya : Pb Arsenat, arsenat

- Senyawa organik terbagi atas : senyawa organik alami dan organik sintetik.

Senyawa organik alami yang berasal dari tanaman seperti Nikotin dari tanaman *Nicotiana tabacum*; Pyrethrum dari tanaman *Chrysanthemum cinerariifolium*; Rotenon dari tanaman *Derris elliptica*. Senyawa organik alami yang berasal dari mikroba, contohnya Difelel (*Thuricide*) yang mengandung spora dari *Bacillus thuringiensis*. Senyawa organik sintetis terdiri dari senyawa organoklorin, organofosfor, karmabat dan senyawa komarin.

### 2.3.1 Insektisida Pirethroid Sintetis

Insektisida pirethroid sintetis adalah golongan senyawa organik sintetis, merupakan insektisida yang mempunyai toksisitas rendah terhadap mamalia sehingga aman penggunaannya baik oleh pencelup kelambu maupun orang yang memakai kelambu. Insektisida dari kelompok ini diketahui mempunyai dua efek terhadap insektisida yaitu yang dapat membunuh serangga dengan cepat dan dapat mengganggu sistem pencernaan serangga dan menyebabkan kelumpuhan atau kematian. Pirethroid sintetis merupakan senyawa yang relatif stabil dan efek residualnya dapat bertahan 3 sampai 4 bulan atau lebih (WHO, 1985; Barnejo and Veeken, 1992).

Sampai saat ini ada beberapa jenis insektisida pirethroid sintetis yang sering digunakan sebagai bahan kelambu celup, yaitu permetrin, lamdasihalotrin, deltametrin, primipos metil dan alpametrin (Dapeng dkk, 1994).

Dalam penggunaannya sebagai insektisida diketahui bahwa golongan pirethroid sintetis merupakan bahan kimia yang relatif aman digunakan sebagai racun serangga baik adultisida maupun larvasida (WHO, 1985).

Selanjutnya dikemukakan WHO, (1985) bahwa beberapa jenis insektisida pirethroid sintetis secara komersial telah banyak digunakan untuk pengendalian insekta di dalam rumah maupun pengendalian di bidang pertanian karena aktivitas kerjanya yang luas sebagai insektisida dan mudah untuk berdegradasi dengan lingkungan.

Penelitian-penelitian tentang efektivitas pirethroid sintetis dibandingkan dengan insektisida lainnya juga telah dilakukan dan menunjukkan hasil yang memuaskan untuk memberantas vektor. Perbandingan efek kelambu celup permetrin  $0,5 \text{ mg/m}^2$  dan penyemprotan DDT pada desa-desa di pulau Solomon, memperlihatkan bahwa permetrin memiliki efek bunuh yang lebih baik dibandingkan DDT terhadap *An. farauti* (Hii, et al, 1995).

Penggunaan deltametrin sebagai salah satu jenis insektisida pirethroid sintetis untuk bahan pencelup kelambu di Kumba, Comeroon menunjukkan terjadi pengurangan prevalensi infeksi malaria sesudah musim hujan (Somo et al, dalam Dodge and Young, 1996).

Selain itu telah dilakukan studi perbandingan tentang penggunaan kelambu yang dicelup etofenprox  $0,5 \text{ mg/m}^2$  dan penyemprotan rumah dengan zat kimia yang sama dosis  $0,1 \text{ gr/m}^2$  di pulau Solomon untuk pemberantasan malaria. Dari hasil penelitian dilaporkan bahwa terjadi reduksi *P.falciparum* dan *P. vivax* pada

desa-desa yang menggunakan kelambu maupun dengan penyemprotan rumah. Dengan kelambu *P.falciparum* menurun 40% sampai 60% sedangkan *P. vivax* menurun 34% sampai 38% . Residual penyemprotan menurunkan *P.vivax* yang mengalami penurunan 18% sampai 49% yang diuji dengan menggunakan slide test untuk pengukuran insiden. Pengukuran antibodi positif pada manusia dengan menggunakan ELISA menunjukkan penurunan sebesar 17,3% dan pada penyemprotan rumah menunjukkan penurunan hanya 2,7%.

Sifat kimiawi piretroid sintetis yaitu merupakan golongan ester sebagai asam yang khusus seperti *crysanthemic acid*, *4-chlorophenyl acid*, *3 methylbutric acid*, alkohol-alkohol seperti *allethrolone*, *3-phenoxybenzyl alcohol*.

Efek toksin dengan dosis tertentu pada manusia ditandai dengan gejala tremor, salivasi, choreoathetosis dan paralysis. Bila hal itu terjadi pada hewan, gejala akan menghilang dengan cepat kira-kira dalam waktu seminggu. Pada dosis yang mendekati dosis letal piretroid sintetis menyebabkan perubahan pada sistem syaraf seperti pembengkakan ataupun kerusakan pada axon dan degenerasi myelin. Pada lingkungan, piretroid sintetis sangat cepat berdegradasi dalam tanah dan pada tumbuh-tumbuhan, karena hidrolisis ester dan proses oksidasi pada berbagai bagian molekul yang merupakan faktor utama degradasi. Jenis piretroid ini cepat diabsorpsi tanah dan sedimen serta cepat larut dalam air, juga memiliki kecenderungan bioakumulasi yang kecil pada organisme serta memiliki residu yang rendah ( WHO, 1990).

Dalam hubungan dengan pencegahan keracunan insektisida pada proses pencelupan kelambu. Dikemukakan bahwa pencegahan tersebut diupayakan untuk sedikit mungkin melakukan kontak langsung dengan insektisida pada saat pencelupan. Selain itu disarankan bahwa setiap selesai mencelup kelambu, segera mengganti pakaian kerja dan mandi. Sisa-sisa insektisida maupun wadahnya sebaiknya dikuburkan ke dalam lubang yang jauh dari sumber air (Depkes, 1991).

Pertolongan pertama pada penderita keracunan dapat dilakukan sebagai berikut : bila terkena mata, segera dicuci dengan air bersih selam 10 – 15 menit. Bila mengenai kulit segera dicuci dengan air bersih dengan menggunakan sabun. Bila insektisida tertelan dalam jumlah banyak diusahakan untuk memuntahkan penderita dengan memberi 1 gelas air ditambahkan satu sendok makan garam dapur dan tenggorokan dirangsang dengan jari yang bersih. Usahakan terus pemuntahan sampai cairan muntah menjadi jernih. Usahakan membawa penderita ke Puskesmas terdekat untuk mendapatkan perawatan dokter (Depkes, 1991).

Efek utama penggunaan bahan kimia sebagai pengendali arthropoda adalah dapat menyebabkan resistensi pada hewan sasaran (vektor penyakit). Diantara arthropoda yang penting di bidang medis, lebih dari 150 spesies telah menunjukkan resistensi terhadap satu atau lebih bahan kimia (Strickland, 1991).

Efek negatif lain dari penggunaan insektisida adalah dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dan dapat membunuh hewan bukan

sasaran. Menurut Stocdale *dalam* Blondine dkk, (1996) dikemukakan bahwa, penggunaan insektisida yang kurang bijaksana dalam waktu yang panjang dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, membunuh organisme bukan sasaran dan menyebabkan resistensi, namun tidak terdapat efek samping yang membahayakan terhadap pemakai kelambu atau orang yang tidur di dalam kelambu berinsektisida.

Dilaporkan bahwa kelambu celup insektisida tidak menunjukkan adanya efek samping yang bermakna pada kelompok orang-orang yang tidur dengan menggunakan kelambu celup insektisida. Dari 216 pemakai kelambu celup, hanya 4,5 % yang memperlihatkan adanya keluhan yaitu 2 orang merasa sesak napas, 4 orang merasa pusing-pusing dan 4 orang merasa mual-mual (Miller *et al*, *dalam* Sutjahjono dan sutanto, 1996).

### 2.3.2 Permetrin

Bentuk fisik permetrin dilihat dari sifat fisik dan kimia yaitu berbentuk kristal atau cairan kental, dengan warna kuning kecoklatan sampai coklat. Titik lebur 34-39°C dan titik didih 220°C. Daya larut dalam air (30°C) yaitu 0,2 mg/liter, sedangkan daya larut dalam pelarut organik misalnya aceptone yaitu 450 gr/liter, pada hexane lebih besar dari 1 kg/kg, methanol sebesar 258 g/kg (WHO, 1990).

Permetrin dalam formulasinya terdapat dalam bentuk *Emulsifiable concentrate* (25-50 %), formulasi *Ultra-low-volume* (5%), *Wettable powder* (25%) dan formulasi untuk penyemprotan, biasanya sebesar 2-5 %. Menurut

Sutjahjono dan Sutanto, (1996) bahwa jenis formula *Emulsifiable Concentrate* (EC) merupakan formula yang sering digunakan sebagai bahan pencelup kelambu. Formula ini akan membentuk emulsi bila dicampur dengan air. Selain itu formula ini mempunyai sifat adhesi yang baik terhadap bahan kelambu dan tidak menyebabkan residu yang berbentuk bubuk.

Selanjutnya menurut WHO, (1990) dijelaskan bahwa, permetrin dalam penggunaannya memiliki aktivitas pada level yang tinggi untuk memberantas Hemiptera, Diptera, Leptidoptera dan Coleoptera. Insektisida ini termasuk insektisida kontak lambung dan aktivitasnya sebagai fumigan sangat rendah. Permetrin mempunyai efek samping yang rendah untuk memberantas insekta sehingga dapat digunakan di bidang pertanian untuk membarantas hama.

Menurut Battele dalam WHO, (1990) bahwa, permetrin telah digunakan untuk pengendalian insekta di dalam maupun di luar ruangan misalnya dengan penyemprotan. Aplikasi lainnya di bidang kesehatan khususnya untuk pengendalian insekta yang berbahaya bagi kesehatan misalnya, nyamuk, tick dan mite. Berdasarkan hasil uji dalam penyemprotan nyamuk pada jarak 30 dan 50 meter hanya terdapat mortalitas masing-masing 2 dan 6 %. Dalam program pengendalian mite digunakan dosis rata-rata 60-120 mg/liter. Penelitian-penelitian permetrin untuk pengendalian nyamuk dengan berbagai tehnik seperti penyemprotan, kelambu celup, baju celup insektisida untuk proteksi dan sebagainya telah banyak dilakukan.



Penelitian penggunaan permetrin untuk bahan pencelup pakaian sebagai upaya pengendalian nyamuk *Ae. aegypti* menunjukkan bahwa permetrin dosis 0,40 gr/m<sup>2</sup> dapat digunakan untuk menurunkan populasi nyamuk (Suwarsono, Widiarti dan Sumardi, 1990).

Penggunaan kelambu celup permetrin juga telah digunakan untuk mengurangi populasi vektor malaria yaitu *An. culifacies* di India, sebagai salah satu negara endemik malaria untuk *P. falciparum* (Jambulingam *et al*, 1990). Hal ini sesuai juga dengan pendapat Bermejo dan Veeken, (1992) bahwa permetrin sangat manjur digunakan sebagai proteksi dan penghalau nyamuk jika digunakan di luar rumah dan apabila digunakan sebagai proteksi individual dapat mengurangi populasi nyamuk.

Menurut Mixing *et al*, (1994) efek toksik permetrin dosis 250 mg/m<sup>2</sup> dan 500 mg/m<sup>2</sup> sebagai bahan pencelup kelambu, dalam penelitian laboratorium dapat menyebabkan mortalitas rata-rata *An. sinensis* dan *An. dirus* masing-masing 86 sampai 87 %.

Begitu juga penelitian yang dilakukan terhadap *An. minimus* dengan menggunakan kelambu yang dicelup dengan permetrin dosis 0,2 g/m<sup>2</sup> terbukti dapat menyebabkan mortalitas nyamuk tersebut sebesar 70% dan efek toksik kelambu masih dapat bertahan selama 3 bulan setelah pencelupan (Temahivong *et al*, 1994).

Penelitian lain juga telah dilakukan di Flores Timur untuk mengevaluasi penggunaan kelambu celup permetrin dengan dosis 200 mg/m<sup>2</sup>. Dari hasil penelitian tersebut terbukti bahwa kelambu celup permetrin dapat digunakan untuk pengendalian vektor malaria dan filariasis yaitu *An. barbirostris* (Barodji dkk, 1994; Barodji dkk, 1996).

Selanjutnya penelitian di lapangan dengan menggunakan kelambu celup permetrin sebagai bahan pencelup kelambu, telah dibuktikan bahwa efek bunuh kelambu celup permetrin dosis  $500 \text{ mg/m}^2$  lebih baik dibandingkan lamda sihalotrin dosis  $25 \text{ mg/m}^2$  terhadap *An.punctulatus* dan *An. farauti* sebagai vektor malaria di Irian Jaya ( Sutjahjono dkk,1997).

Menurut Ikeshoji and Bakotee, (1998) dijelaskan bahwa, penggunaan kelambu celup permetrin dosis  $500 \text{ mg/m}^2$  dapat berperan sebagai proteksi individu terhadap gigitan nyamuk.

## 2.4 Beberapa Aspek Kelambu Celup Insektisida

Penggunaan kelambu yang dikombinasikan dengan insektisida berperan sebagai proteksi diri dari gigitan nyamuk dan juga dapat menghalau dan membunuh nyamuk. Penelitian-penelitian tentang hal ini telah banyak dilakukan (Rajavel,1987; Xu, Zao and Luo, 1988; Mixing *et al*, 1993; Sutjahjono dkk, 1997 ).

Untuk itu beberapa aspek tehnik dalam penggunaan kelambu celup insektisida perlu untuk diketahui yaitu menyangkut bentuk dan ukuran, tehnik pencelupan kelambu, aspek epidemiologi dan aspek sosioekonomi kelambu celup.

### 2.4.1 Bentuk Dan Ukuran

Bentuk kelambu celup yang umumnya digunakan adalah bentuk empat persegi panjang ukuran yang bervariasi, tergantung dari jumlah

pemakainya. Untuk kelambu individu (1 orang) ukuran yang dipakai adalah  $(2 \times 1,5 \times 2 \text{ m})^2$  dan untuk ukuran keluarga adalah antara 10-12 m<sup>2</sup>. Kelambu ukuran keluarga biasanya dipakai oleh anggota-anggota keluarga yang tidur secara bersama-sama dalam satu ruangan. Kelambu ukuran keluarga ini umumnya banyak digunakan di negara-negara Asia dan Pasifik (Sexton, 1994).

#### 2.4.2 Bahan Kelambu

Menurut Sexton, (1994) bahan kelambu yang digunakan harus dapat menyerap insektisida dengan baik. Bahan dari nilon, poliester (trilen), politen dan katun adalah bahan yang sering digunakan untuk kelambu celup.

Bahan dari politen dapat mudah menyerap insektisida, tetapi mudah terbakar sehingga kurang aman penggunaannya. Bahan-bahan yang bersifat sintetis biasanya lebih murah dan tahan lama dibandingkan dengan katun. Oleh karena itu bahan kelambu yang bersifat sintetis biasanya lebih sering digunakan dalam penelitian kelambu celup ( Rozendaal *dalam* Sutjahjono dan Sutanto, 1996 ).

Selanjutnya dikemukakan Rozendaal *dalam* Sutjahjono dan Sutanto, (1996 ) bahwa bahan kelambu katun mempunyai daya serap tinggi dibandingkan bahan sintetis. Daya serap yang tinggi ini akan menyebabkan penyerapan insektisida yang lebih banyak dibandingkan dengan bahan sintetis sehingga menyebabkan proses pengeringan yang lebih lama.

### 2.4.3 Tehnik pencelupan Kelambu

Tehnik pencelupan kelambu sangat penting untuk mendapatkan kelambu celup yang berkualitas baik. Tehnik pencelupan kelambu berhubungan dengan keadaan lokal pada waktu melakukan pencelupan kelambu dan juga berhubungan dengan orang-orang yang melakukannya (Rozendaal *dalam* Sutjahjono dan Sutanto, 1996).

Selanjutnya dikemukakan oleh Sexton, (1994) bahwa, ada beberapa tehnik atau cara pencelupan kelambu sebagai berikut:

- a. Gunakan kelambu yang betul-betul bersih.
- b. Hitung luas kelambu yang akan dicelup.
- c. Hitung jumlah air (sebagai bahan pelarut insektisida) yang diperlukan untuk merendam kelambu yang disesuaikan dengan ukuran dan bahan kelambu.
- d. Campur insektisida dengan air sehingga didapat konsentrasi larutan insektisida yang diinginkan.
- e. Rendam kelambu yang akan dicelup dengan cara ditekan-tekan sampai larutan insektisida terserap seluruhnya oleh kelambu.
- f. Keringkan kelambu dengan posisi horisontal untuk mencegah mengalirnya cairan yang telah diserap kelambu.
- g. Setelah setengah kering kelambu dapat digantung pada tempat yang teduh sampai kelambu benar-benar kering seluruhnya.

#### 2.4.4 Aspek Epidemiologi Dan Sosioekonomi

Kelambu celup cukup efektif untuk menanggulangi malaria. Hal ini dapat dilihat dari hasil penelitian yang dilakukan di daerah endemis malaria di berbagai negara. Penggunaan kelambu celup dapat menurunkan prevalensi insiden dan kematian pada anak-anak di bawah umur 5 tahun. Kelambu celup juga dapat digunakan untuk menurunkan densitas parasitemia dan masa serangan klinik ( Barmedjo and Veeken *dalam* Sutjahjono dan Sutanto, 1996).

Di daerah hiperendemik malaria di Zanzibar penggunaan kelambu celup dapat memberikan hasil yang baik pada kelompok anak-anak yang tidur dengan kelambu celup dibandingkan dengan kelompok kontrol (Stich, Maxwell and Amar, 1994).

Menurut Somo *et al*, (1995) bahwa, kelambu celup insektisida terbukti dapat menyebabkan mortalitas *An. minimus* sekitar 70 % dan efek residualnya dapat bertahan sampai kira-kira 3 bulan.

Penelitian yang dilakukan di China menyebutkan bahwa penggunaan kelambu celup pada penduduk daerah endemis malaria, dapat menurunkan insiden malaria sampai 43 %, dibandingkan penduduk yang tidak memakai kelambu. Demikian juga hasil penelitian yang sama dapat diketahui terdapat prevalensi yang bermakna pada anak-anak yang berumur di bawah 10 tahun diantara kelompok tersebut (Dapeng, deling and Renge, 1994).

Sutjahjono dan Sutanto, (1996) mengemukakan bahwa, pada daerah endemis malaria dengan transmisi yang tinggi, untuk penanggulangan vektor perlu dikombinasikan dengan cara lain misalnya pengobatan penderita dan kegiatan yang mengikut sertakan peran serta masyarakat.

Penelitian yang dilakukan di Malaysia menyimpulkan bahwa, dalam penggunaan kelambu celup, kadang-kadang masyarakat enggan untuk memakai karena rasa tidak nyaman pada waktu tidur dan mereka tidak mau mengeluarkan biaya untuk membeli kelambu ( Hii *dalam* Sutjahjono dan Sutanto, 1996).

Berbeda dengan laporan penelitian Rozedaal *dalam* Sutjahjono dan Sutanto, (1996) yang dilakukan di Suriname sebagai daerah malaria dengan transmisi tingkat tinggi. Pada daerah ini penduduk tidak perlu didorong untuk menggunakan kelambu celup, karena mereka menganggap bahwa kelambu adalah suatu alat yang harus rutin dipakai setiap hari untuk menghindari diri dari gigitan nyamuk sebagai vektor malaria. Selain itu mereka juga menganggap bahwa kelambu dapat melindungi mereka dari hal-hal yang bersifat pribadi.

Bagaimanapun juga untuk keberhasilan program pengendalian malaria dengan strategi intervensi kelambu celup, harus dapat diorganisir secara baik dengan mengikut sertakan peran serta masyarakat secara langsung. Petugas kesehatan dan lembaga kesehatan masyarakat memiliki peran utama untuk keberhasilan program penggunaan kelambu celup. Selain itu pemuka masyarakat, pemimpin sekolah dan organisasi pekerja sosial dapat menjadi

motivator bagi masyarakat untuk dapat berpartisipasi dalam program pengendalian malaria (Sutjahjono dkk, 1997).

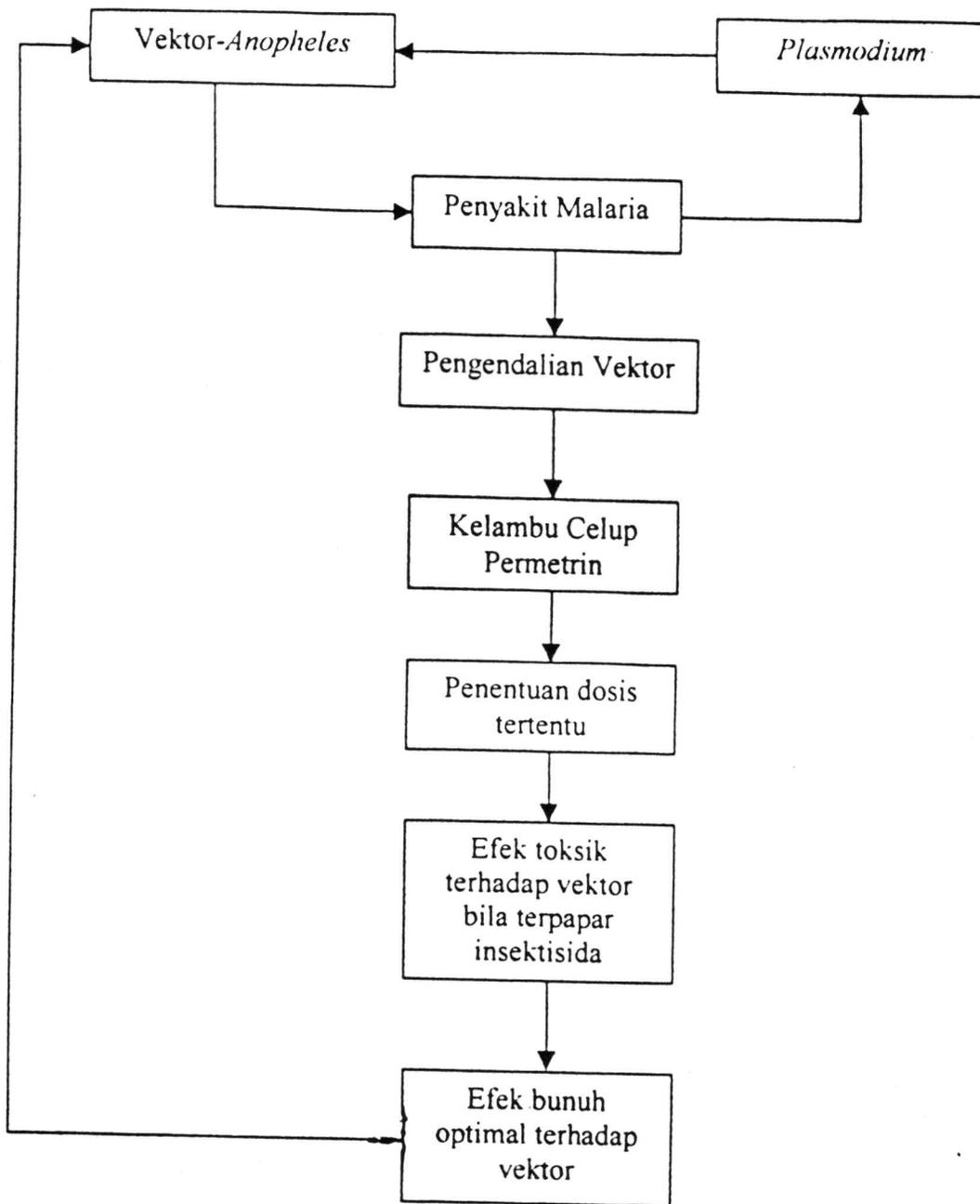
Kelambu celup insektisida dapat bermanfaat sebagai proteksi individu bagi orang yang menggunakan kelambu dan sekaligus dapat melindungi orang yang tidur pada ruangan yang sama. Anak-anak yang tidur dalam satu ruangan dengan orang yang menggunakan kelambu celup permetrin menerima lebih sedikit gigitan nyamuk dibandingkan anak-anak yang tidur dalam satu ruangan dengan orang yang menggunakan kelambu kontrol tanpa insektisida tersebut (Lines dkk *dalam* Sutjahjono dkk, 1997).

## BAB 3

### KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN

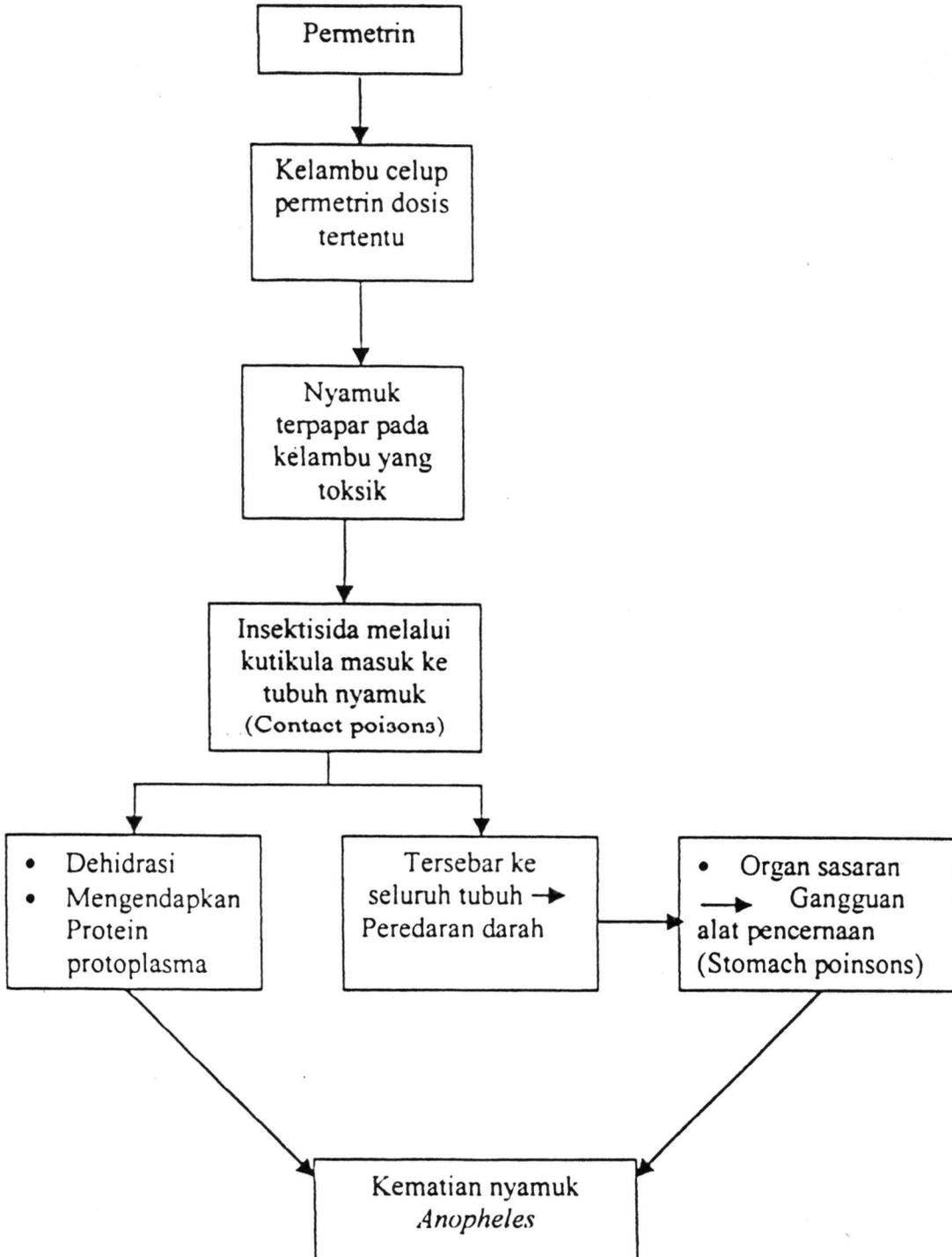
#### 3.1 Kerangka Konsep

- Penyakit malaria disebabkan oleh *Plasmodium* sebagai parasit malaria yang terkandung dalam darah penderita. *Plasmodium* ini dapat ditularkan kepada orang lain oleh nyamuk *Anopheles* sebagai vektor malaria. Ketiga komponen utama yaitu penderita malaria, *Plasmodium* dan nyamuk *Anopheles* merupakan komponen yang saling terkait.
- Salah satu cara pengendalian vektor yaitu menggunakan kelambu celup insektisida. Insektisida yang digunakan dalam penelitian ini yaitu permetrin sebagai bahan pencelup kelambu dengan dosis yang berbeda. Kelambu celup permetrin yang digunakan yaitu kelambu celup dengan dosis 200, 250 dan 300 mg/m<sup>2</sup>.
- Dosis-dosis ini diharapkan dapat menimbulkan efek toksik bila nyamuk terpapar dengan insektisida (*contact poisons*). Nyamuk akan mengalami dehidrasi, keracunan pada protoplasma dan menyebabkan gangguan pada alat pencernaan nyamuk, sebagai "organ sasaran.
- Dengan dosis yang tepat maka dapat menimbulkan efek bunuh yang optimum terhadap nyamuk *Anopheles* sebagai vektor malaria. Kerangka konsep ini digambarkan dalam bagan sebagai berikut :



**Gambar 3.1** Bagan Kerangka Konseptual Penelitian

3.2. Kerangka Operasional



Gambar 3.2 Bagan Kerangka Operasional Penelitian

### 3.3 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah :

- H<sub>1</sub> : 1. Terdapat perbedaan efek bunuh beberapa dosis kelambu celup permetrin terhadap nyamuk *Anopheles* di Seram Barat, Maluku.
2. Dosis permetrin tertentu memiliki efek bunuh optimum terhadap nyamuk *Anopheles* di Seram Barat, Maluku.

## BAB 4

## METODOLOGI PENELITIAN

## 4.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (Randomized Block Design), dengan menggunakan 3 perlakuan (dosis kelambu celup permetrin), yaitu : a). kelambu celup permetrin dosis 200 mg/m<sup>2</sup> ; b). kelambu celup permetrin dosis 250 mg/m<sup>2</sup> dan c). kelambu celup permetrin dosis 300 mg/m<sup>2</sup>

Percobaan dilakukan dalam 3 kelompok (block) dimana tiap kelompok adalah desa-desa dengan letak geografis yang berbeda, yakni daerah pantai, daerah rawa dan daerah pegunungan, dengan rancangan sebagai berikut,

Rancangan Percobaan dengan Model Rancangan Acak Kelompok

BLOK		PERLAKUAN			
		Kontrol	Dosis-1	Dosis-2	Dosis-3
I	1				
	2				
II	1				
	2				
III	1				
	2				

Pada tiap kelompok terdapat 4 gubuk coba (experiment hut) yaitu 3 gubuk coba untuk perlakuan dosis kelambu celup permetrin dan 1 gubuk coba untuk kelambu kontrol.

## 4.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan mulai 2 Juni 1999 sampai 18 Juli 1999 di Kecamatan Seram Barat, Propinsi Maluku dimana lokasi penelitian memiliki daerah geografi yang cukup bervariasi yaitu daerah pantai, rawa dan pegunungan. Tiap daerah diwakili oleh 1 (satu) desa yaitu desa Piru untuk daerah pantai, desa Mata Empat untuk daerah rawa dan desa Niniari untuk daerah pegunungan.

Desa Piru yang letaknya pada daerah pantai memiliki tempat-tempat perindukan nyamuk *Anopheles* seperti sungai-sungai kecil berair payau diantara hutan bakau dan pohon-pohon nipah, kolam terbuka berair tawar yang ditumbuhi rerumputan dan alga. Desa Mata Empat umumnya didominasi rawa dengan genangan air tawar diantara pohon-pohon sagu yang biasanya digunakan untuk tempat perindukan nyamuk *Anopheles*. Tempat perindukan nyamuk *Anopheles* lainnya berupa selokan terbuka di sekitar perumahan penduduk. Selanjutnya desa Niniari yang mewakili daerah pegunungan, merupakan daerah hutan dengan sungai yang mengalir pelan diantara pepohonan yang rimbun, terdapat selokan-selokan sebagai tempat hidupnya nyamuk *Anopheles*.

Tempat-tempat perindukan nyamuk pada ketiga desa ini letaknya berdekatan dengan pemukiman penduduk dengan jarak  $\pm$  50 - 100 meter. Hal ini memungkinkan nyamuk *Anopheles* dapat mentransmisikan penyakit malaria.

Penelitian ini juga dilakukan di Laboratorium Biologi Dasar Universitas Pattimura Ambon dan Laboratorium Entomologi, Tropical Disease Centre (TDC) Universitas Airlangga Surabaya untuk tujuan identifikasi species *Anopheles*.

#### 4.3. Populasi dan Sampel

##### 4.3.1. Populasi

Populasi dalam penelitian ini adalah nyamuk *Anopheles* yang terdapat di desa-desa Kecamatan Seram Barat dimana sesuai hasil survey malariometrik tahun 1994/1995 dan 1996/1997 termasuk daerah endemis malaria. Karakteristik populasi cukup bervariasi dan mengelompok dalam hal letak geografi yaitu terdapat daerah pantai, daerah rawa dan daerah pegunungan.

##### 4.3.2. Sampel

Sampel dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan karakteristik populasi, dimana dengan menggunakan teknik *Stratified random sampling* di dapatkan sampel untuk penelitian ini. Distribusi dan jumlah desa pada areal penelitian adalah sebagai berikut :

	Populasi (desa)	Target Sampel
Daerah Pantai	4	1
Daerah Rawa	4	1
Daerah Pegunungan	3	1
Jumlah	11	3

Dalam penelitian ini untuk mengevaluasi efek bunuh terhadap nyamuk *Anopheles*, maka nyamuk diperoleh dengan menggunakan kelambu celup permetrin dosis yang ditentukan. Penempatan gubuk coba (*experiment hut*) yang telah dipasangkan kelambu celup pada tiap desa sampel dianggap sebagai kelompok (Block).

Dalam setiap kelompok terdiri dari 4 (empat) gubuk coba yaitu 3 gubuk coba dipasangkan kelambu celup dengan dosis masing-masing 200 , 250, 300 mg/m<sup>2</sup>, sedangkan 1 (satu) gubuk coba lainnya sebagai kontrol (tanpa permetrin), sehingga untuk 3 desa sampel terdapat 12 gubuk coba yang terpasang dengan 12 buah kelambu celup. Jarak antara tiap gubuk coba adalah kira-kira 50 meter.

Penempatan gubuk coba pada masing-masing kelompok, yaitu di sekitar pemukiman penduduk yang diketahui terdapat perindukan nyamuk *Anopheles*.

#### 4.4. Bahan / Alat

##### 4.4.1. Bahan

Bahan penelitian yang di gunakan yaitu permetrin 100 EC (Imperator<sup>R</sup>) dosis 200, 250, 300 mg/m<sup>2</sup>.

#### 4.4.2 Alat :

- a. Gubuk coba (*experiment hut*)
- b. Kelambu celup permetrin dosis 200 mg/m<sup>2</sup>, 250 mg/m<sup>2</sup> dan 300 mg/m<sup>2</sup>.
- c. Window- trap (*exit-trap*)
- d. Plastik putih
- e. Tikar plastik
- f. Lup pembesar dengan pembesaran 20 x
- g. Mikroskop
- h. Gelas ukur 50 ml dan 500 ml
- i. Pinset nyamuk (*mosquito pinset*)
- j. Pipet
- k. Pengaduk kayu
- l. Meteran
- m. Gelas vial
- n. Kertas label

#### 4.5 Prosedur Kerja :

- a. Pembuatan dosis permetrin untuk kelambu celup
  - Insektisida permetrin yang digunakan yaitu permetrin 100 EC. Kelambu yang digunakan berukuran (2 x 1,5 x 2 m), dimana 1 kelambu memerlukan 2 liter larutan permetrin dengan dosis tertentu.

- \* Air sebanyak 2 liter disiapkan untuk tiap ember plastik dimana dipakai 4 buah ember plastik berdiameter 50 cm. Dengan menggunakan gelas ukur, permetrin diambil sesuai dosis yang ditentukan. Untuk kelambu dosis 200, 250 dan 300 mg/m<sup>2</sup> diperlukan permetrin berturut-turut sebanyak 2,4, 3,0 dan 3,6 ml. Kemudian permetrin dicampur dengan 2 liter air pada 3 buah ember sesuai dosis sedangkan 1 buah ember lainnya untuk kelambu kontrol tanpa dicampur insektisida. Perhitungan dosis larutan permetrin disajikan pada lampiran 2.
- \* Kelambu dicelup berdasarkan modifikasi metode Depkes, (1991) yaitu kelambu dimasukkan ke dalam larutan insektisida dan dicampur dengan cara ditekan-tekan menggunakan pengaduk kayu sambil dibolak-balik agar semua larutan insektisida terserap.
- \* Kelambu diangkat dan dikeringkan di atas lembaran plastik sebagai alasnya. Kelambu dikeringkan dengan posisi horisontal di tempat teduh untuk mencegah pengurangan efektivitas insektisida. Setelah setengah kering kelambu dapat digantung pada tempat yang teduh sampai kelambu benar-benar kering seluruhnya.
- \* Selanjutnya pembuatan dosis permetrin dan pencelupan kelambu diteruskan untuk kelambu lainnya. Untuk 3 kelompok perlakuan terdapat 9 buah kelambu celup permetrin dan 3 buah kelambu kontrol, yang hanya dicelup dengan air biasa (tanpa permetrin).

- \* b. Gubuk coba (*experiment hut*) dan penggunaannya
  - \* Gubuk coba dibuat dari batang pohon berukuran (3 x 3x 2,5 meter) dengan sebuah jendela sebagai tempat masuknya nyamuk yang dipasangkan dengan perangkap nyamuk (window-trap / exit trap) berukuran ( 35 x 35 ) cm<sup>2</sup> (WHO, 1992).
  - \* Pada lantai gubuk dibentangkan plastik putih untuk memudahkan pengambilan nyamuk yang mati di lantai.
  - \* Pada setiap gubuk dipasangkan kelambu sesuai perlakuan. Begitu juga pada gubuk kontrol. Di dalam kelambu dialas dengan tikar untuk tempat tidur orang sebagai perangsang masuknya nyamuk (*Human bait*). Setiap orang masuk ke dalam gubuk sesuai perlakuan penelitian mulai pukul 18.00 sampai pukul 06.00 keesokan harinya (selama 12 jam).
  - \* Pengamatan jumlah nyamuk yang mati pada gubuk coba dilakukan setelah 12 jam dengan juga melakukan pencatatan terhadap :
    - Jumlah nyamuk yang mati pada Window-trap (a)
    - Jumlah nyamuk hidup dalam Window-trap (b)
    - Jumlah "b" yang masih hidup sesudah 24 jam (c)
    - Jumlah nyamuk yang mati di lantai gubuk coba (d)
    - Jumlah nyamuk yang hinggap di dinding (e)
    - Jumlah "e" yang masih hidup sesudah 24 jam (f)
    - Total nyamuk yang mati (X) = a + (b-c) + d + (e-f)

- Total nyamuk yang tertangkap (Y) = a + b + d + e

- Nyamuk yang ditangkap selanjutnya diidentifikasi untuk membedakan *Anopheles* dengan spesies lainnya, serta dihitung persentase jumlah nyamuk *Anopheles* yang mati untuk menentukan efek bunuh kelambu celup.
- Efek bunuh dihitung berdasarkan WHO, (1975) yaitu menghitung persentase jumlah nyamuk (*Anopheles*) yang mati dari total nyamuk yang ditangkap atau

$$\frac{X \times 100 \%}{Y}$$

- Ulangan dilakukan setiap 3 hari yaitu sebanyak 2 kali ulangan. Kelambu celup dipasang kembali dan pengamatan dilakukan dengan cara yang sama.

#### 4.6 Variabel Penelitian

- a. Variabel independent/bebas adalah beberapa dosis kelambu celup permetrin.
- b. Variabel dependent/tergantung adalah efek bunuh terhadap nyamuk *Anopheles* dengan parameter yang diukur yaitu persentase kematian *Anopheles spp.*

#### 4.7 Definisi Operasional Variabel

1. Efek bunuh adalah :
  - Efek yang mematikan pada nyamuk setelah kontak dengan kelambu celup.

- Efek bunuh kelambu didapat dengan menghitung persentase jumlah nyamuk yang mati dari jumlah total nyamuk yang ditangkap (WHO, 1975).
  - Efek bunuh optimum dari insektisida yaitu efek bunuh yang dimiliki oleh suatu dosis insektisida dan dapat mematikan nyamuk dalam persentase yang tinggi dibandingkan dosis lainnya serta berada pada rentang dosis yang dianjurkan.
2. Kelambu celup permetrin adalah kelambu yang dicelup dalam larutan permetrin sesuai dosis yang ditentukan.
  3. Permetrin adalah insektisida kimiawi yang digunakan untuk memberantas Arthropoda yang termasuk golongan pirethoid sintetik. Golongan ini merupakan bahan kimia yang relatif aman bagi mamalia bagi lingkungan.

#### 4.8. Metode Analisis Data

Setelah data dikumpulkan yaitu persentase kematian *Anopheles sp.*, data kemudian dianalisis dengan menggunakan teknik Analisis Varians (Anava) untuk melihat perbedaan efek bunuh kelambu celup permetrin dosis 200, 250 dan 300 mg/m<sup>2</sup>.

Analisis pasca Anava akan dilanjutkan dengan *Least Significant Different Test (LSD)* atau Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) apabila terdapat perbedaan antar perlakuan.

## BAB 5

### HASIL PENGAMATAN DAN ANALISIS DATA

#### 5.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian seperti yang telah dijelaskan terdahulu yaitu desa-desa yang mewakili daerah pantai, daerah rawa dan pegunungan. Desa Piru mewakili daerah pantai, desa Mata Empat mewakili daerah rawa dan desa Niniari mewakili pegunungan.

Desa Piru merupakan ibu kota kecamatan Seram Barat yang letaknya pada daerah pantai. Gubuk-gubuk coba di lokasi penelitian letaknya 2,5 km sebelah selatan desa Piru dan kira-kira 100 m dari perumahan penduduk. Tempat-tempat perindukan nyamuk *Anopheles* di sekitar lokasi penelitian yaitu sungai-sungai kecil berair payau diantara hutan bakau dan kolam – kolam terbuka berair tawar, yang ditumbuhi rerumputan dan alga.

Desa Mata Empat sebagai desa yang mewakili daerah rawa letaknya kira-kira 4 km sebelah Barat desa Piru. Gubuk-gubuk coba dibangun di sekitar perumahan penduduk kira-kira 50 m dari tempat-tempat perindukan nyamuk *Anopheles*. Tempat perindukan nyamuk di lokasi penelitian antara lain genangan-genangan air diantara pohon-pohon sagu yang ditumbuhi rerumputan dan selokan-selokan terbuka di sekitar perumahan penduduk yang di tumbuhi alga.

Selanjutnya desa Niniari, berada kira-kira 3 km dari desa Piru dengan ketinggian sekitar 100 m dari permukaan laut. Tempat perindukan nyamuk *Anopheles* yang ada berupa sungai kecil diantara pepohonan rimbun, kolam tidak

terpakai dan selokan-selokan yang terbuka. Penjelasan tentang letak gubuk coba dan tempat-tempat perindukan nyamuk di lokasi penelitian terlihat pada lampiran 3.

## 5.2 Hasil Pengamatan

Perhitungan efek bunuh kelambu celup permetrin terhadap nyamuk *Anopheles*, didasarkan pada perhitungan persentase nyamuk *Anopheles* yang mati dari jumlah nyamuk *Anopheles* yang tertangkap di lokasi penelitian.

Dari hasil pengamatan jumlah nyamuk yang mati pada gubuk-gubuk percobaan di lokasi penelitian sesuai data yang terlampir pada lampiran 5, dapat dijelaskan bahwa perlakuan dosis kelambu celup 200 mg/m<sup>2</sup> jumlah rata-rata nyamuk *Anopheles* yang mati sebanyak 18,33, pada perlakuan dosis 250 mg/m<sup>2</sup> rata-rata nyamuk yang mati sebanyak 16,83 dan untuk perlakuan dosis 300 mg/m<sup>2</sup> jumlah *Anopheles* yang mati menurun menjadi 11,66 ekor, sedangkan jumlah rata-rata nyamuk yang mati pada kelambu kontrol hanya 1,83 ekor. Rata-rata nyamuk *Anopheles* yang mati pada daerah pantai untuk dosis 200, 250 mg/m<sup>2</sup> berturut-turut sebanyak 21,5 dan 20,5 ekor sedangkan pada dosis 300 mg/m<sup>2</sup> hanya 13,0 ekor. Pada daerah Rawa rata-rata nyamuk yang mati pada dosis kelambu 200, 250 dan 300 mg/m<sup>2</sup> berturut-turut sebesar 13,0, 12,5 dan 11,0 ekor sedangkan yang mati pada kelambu kontrol hanya sebanyak 3,0 ekor. Pada daerah pegunungan rata-rata nyamuk yang mati pada dosis 200, 250 dan 300 mg/m<sup>2</sup> masing-masing sebanyak 20,5, 17,5 dan 11,0 ekor

Perbedaan jumlah nyamuk yang mati pada setiap dosis kelambu celup berdasarkan daerah penelitian yang disajikan pada grafik terlampir sesuai **lampiran 5**. Dari grafik tersebut dapat dikemukakan bahwa rata-rata nyamuk *Anopheles* yang mati pada daerah penelitian memiliki pola yang sama dimana jumlah nyamuk yang mati semakin menurun pada dosis kelambu yang lebih tinggi.

Berdasarkan hasil analisis statistik diketahui bahwa rata-rata jumlah nyamuk yang mati pada perlakuan kelambu celup dosis berbeda bermakna dengan kontrol. Perbedaan bermakna juga antara perlakuan dosis 200 mg/m<sup>2</sup> dengan dosis 300 mg/m<sup>2</sup>, serta antara perlakuan dosis 250 mg/m<sup>2</sup> dengan perlakuan dosis 300 mg/m<sup>2</sup>, sedangkan antara perlakuan 200 mg/m<sup>2</sup> dengan 250 mg/m<sup>2</sup> tidak terdapat perbedaan secara bermakna dalam hal jumlah kematian nyamuk *Anopheles*.

Selanjutnya data mengenai jumlah nyamuk *Anopheles* yang tertangkap pada gubuk-gubuk percobaan dibandingkan dengan kelambu kontrol terlihat pada **lampiran 6**. Dari data dan grafik terlampir dapat dijelaskan bahwa jumlah rata-rata *Anopheles* yang tertangkap pada gubuk percobaan kelambu celup dengan dosis terendah yaitu dosis 200 mg/m<sup>2</sup> sebesar 20,66 selanjutnya pada dosis 250 mg/m<sup>2</sup> nyamuk *Anopheles* yang tertangkap sebesar 18,16 dan pada dosis kelambu celup 300 mg/m<sup>2</sup> sebagai dosis tertinggi rata-rata jumlah nyamuk *Anopheles* yang tertangkap sebesar 15,33 ekor sedangkan pada kelambu kontrol jumlah nyamuk yang tertangkap sebanyak 17,16 ekor.

Berdasarkan grafik terlampir pada lampiran 6, terlihat bahwa jumlah rata-rata nyamuk *Anopheles* yang tertangkap lebih besar pada daerah pantai dan daerah rawa dibandingkan jumlah *Anopheles* yang tertangkap pada daerah pegunungan. Hal ini sesuai dengan hasil pengamatan diketahui bahwa tempat-tempat perindukan nyamuk pada daerah pantai dan daerah rawa lebih banyak dibandingkan di daerah pegunungan.

Berdasarkan analisis statistik dapat dijelaskan bahwa rata-rata nyamuk *Anopheles* yang tertangkap pada gubuk-gubuk percobaan dengan kelambu celup dosis 200, 250 dan 300 mg/m<sup>2</sup> tidak berbeda bermakna dibandingkan dengan kontrol.

Berdasarkan data-data diatas tentang rata-rata jumlah nyamuk yang mati dan tertangkap di lokasi penelitian maka dapat dijelaskan tentang persentase efek bunuh rata-rata kelambu celup permetrin terhadap nyamuk *Anopheles*.

Dari perhitungan efek bunuh kelambu celup diketahui bahwa persentase efek bunuh rata-rata kelambu celup permetrin dosis terendah yaitu dosis 200 mg/m<sup>2</sup> adalah sebesar 88,92 %. Pada dosis kelambu celup 250 mg/m<sup>2</sup> persentase efek bunuh rata-rata kelambu celup meningkat menjadi 92,59 % dan pada dosis kelambu celup tertinggi yaitu dosis 300 mg/m<sup>2</sup> persentase efek bunuh menurun menjadi 76,08 %, sedangkan pada kelambu kontrol persentase efek bunuh rata-rata hanya sebesar 10,30 %. Dari persentase efek bunuh rata-rata seluruh daerah penelitian, efek bunuh terbesar yaitu pada dosis 250 mg/m<sup>2</sup>. Rincian data tersebut disajikan pada tabel 5.2.1.

**Tabel 5.2.1 Persentase Rata-rata Efek Bunuh Kelambu Celup Permetrin**

Daerah Penelitian Perlakuan	Persentase Rata-rata Efek Bunuh			
	Kontrol	Dosis Kelambu Celup		
		200 mg/m <sup>2</sup>	250 mg/m <sup>2</sup>	300 mg/m <sup>2</sup>
Pantai (Kel. I)	6,20	87,71	91,11	76,55
Rawa (Kel. II)	13,45	89,89	92,56	75,96
Pegunungan (Kel. III)	11,25	89,18	94,44	75,74
<b>Total Rata-rata</b>	<b>10,30<sup>a</sup></b>	<b>88,92<sup>b</sup></b>	<b>92,59<sup>c</sup></b>	<b>76,08<sup>d</sup></b>

**Keterangan :**

Superskrip yang berbeda dalam baris menunjukkan Adanya perbedaan yang bermakna ( $p < 0,05$ )

Dari tabel 5.2.1 dapat dijelaskan juga bahwa persentase efek bunuh rata-rata perlakuan kelambu celup permetrin pada dosis 200, 250 dan 300 mg/m<sup>2</sup> sangat berbeda secara bermakna dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan kelambu celup dosis 200 dan 250 mg/m<sup>2</sup> juga berbeda secara bermakna, begitu juga pada perlakuan kelambu celup dosis 250 dan 300 mg/m<sup>2</sup> serta pada perlakuan kelambu celup dosis 250 dan 300 mg/m<sup>2</sup> dimana dari hasil pengujian statistik diketahui bahwa efek bunuhnya terhadap *Anopheles* berbeda secara bermakna ( $p < 0,05$ ).

Berdasarkan tabel 5.2.1 dapat dikemukakan juga bahwa, pada kelompok I yang mewakili daerah pantai, persentase efek bunuh rata-rata kelambu dengan dosis 200, 250 dan 300 mg/m<sup>2</sup> berturut-turut sebesar 87,71, 91,11 dan 76,55%, sedangkan efek bunuh kelambu kontrol hanya sebesar 6,20 %. Pada kelompok ini efek bunuh

rata-rata tertinggi adalah pada kelambu celup permetrin dosis 250 mg/m<sup>2</sup> yaitu sebesar 91,11 %, sedangkan efek bunuh terendah yaitu pada kelambu celup dosis 300 mg/m<sup>2</sup> yaitu hanya 76,55 %.

Persentase efek bunuh rata-rata pada kelompok II yang mewakili daerah rawa untuk kelambu kontrol sebesar 13,45 % sedangkan pada kelambu celup dosis 200, 250 dan 300 mg/m<sup>2</sup>, efek bunuh kelambu celup rata-rata berturut-turut sebesar 89,89 %, 92,56 dan 76,96 %.

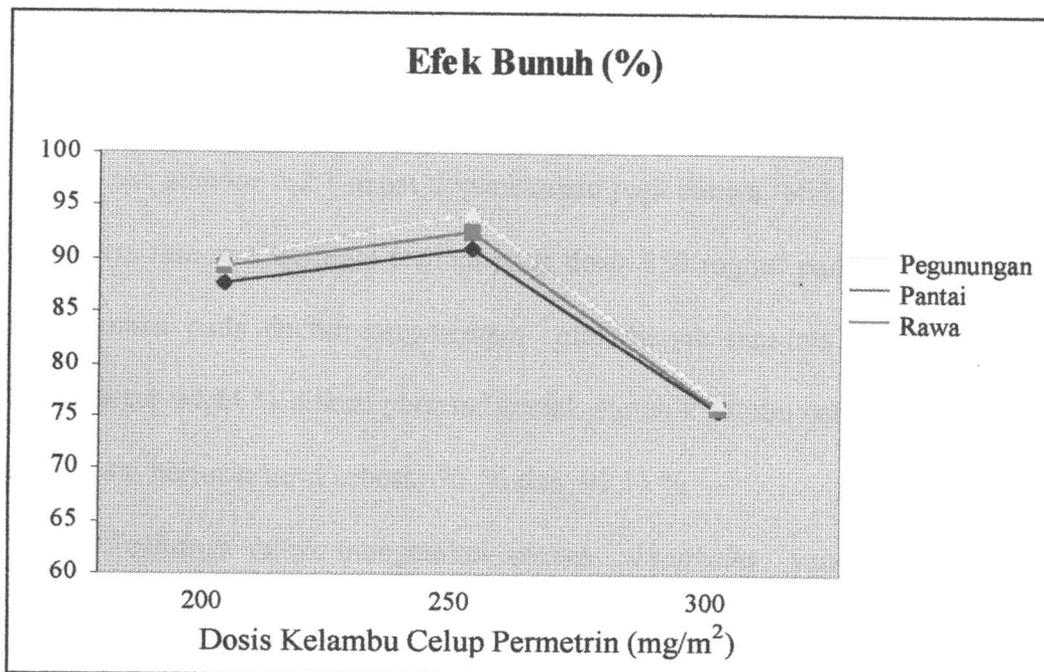
Pada kelompok III yang mewakili daerah pegunungan efek bunuh kelambu celup rata-rata sebesar 11,25 % untuk kelambu kontrol, sedangkan kelambu celup 250 mg/m<sup>2</sup> merupakan kelambu celup yang memiliki efek bunuh tertinggi yaitu sebesar 94,44 % diikuti kelambu celup dosis 200 mg/m<sup>2</sup> dengan efek bunuh rata-rata sebesar 89,18 % dan kelambu celup dosis 300 mg/m<sup>2</sup> memiliki efek bunuh rata-rata hanya sebesar 76,74 %.

Dari tabel 5.2.1 dapat dijelaskan juga bahwa pada suatu dosis kelambu celup yang sama antar kelompok, efek bunuh rata-rata tidak berbeda nyata. Pada dosis 200 mg/m<sup>2</sup> untuk kelompok I, II dan III efek bunuh rata-rata kelambu celup permetrin berturut-turut sebesar 87,71, 89,89 dan 89,18 %. Efek bunuh rata-rata pada dosis 250 mg/m<sup>2</sup> pada kelompok I, II dan III masing-masing sebesar 92,11, 92,56 dan 94,44 %. Pada kelambu celup dosis 300 mg/m<sup>2</sup> efek bunuh rata-rata kelompok I sebesar 76,55%, selanjutnya pada kelompok II persentase efek bunuh rata-rata kelambu celup sebesar 76,96 % dan pada kelompok III persentase efek bunuh rata-rata sebesar 75,74 %.

Pada kelambu kontrol untuk kelompok I, II dan III efek bunuh kelambu rata-rata sebesar 6,20 %, 13,45 % dan 11,25 % dengan efek bunuh kelambu rata-rata seluruh kelompok penelitian sebesar 10,30 %.

Dari hasil perhitungan efek bunuh rata-rata kelambu celup permetrin untuk seluruh kelompok penelitian berdasarkan tabel 5.2.1 terlihat bahwa pada kelambu kontrol efek bunuh rata-rata hanya sebesar 10,30 %, sedangkan untuk perlakuan kelambu celup dosis 200 mg/m<sup>2</sup> sebesar 88,92 % dan persentase efek bunuh kelambu meningkat menjadi 92,59 % pada dosis kelambu 250 mg/m<sup>2</sup>, kemudian pada dosis kelambu celup 300 mg/m<sup>2</sup> efek bunuh rata-rata kelambu menurun menjadi 76,08%.

Selanjutnya untuk lebih memperjelas efek bunuh rata-rata kelambu celup permetrin pada setiap dosis dan kelompok penelitian terhadap nyamuk *Anopheles* sesuai tabel 5.2.1 maka dapat dilihat gambar 5.2.1



**Gambar 5.2.1** Persentase Efek Bunuh Kelambu Celup Permetrin Pada Daerah Penelitian

Dari hasil identifikasi nyamuk *Anopheles* tersebut diketahui terdapat 5 (lima) spesies nyamuk *Anopheles* yaitu *An. indefinitus*, *An. subpictus*, *An. vagus* dan *An. punctulatus*, sedangkan salah satu spesies yang diidentifikasi berdasarkan ciri-ciri morfologinya belum diketahui secara tepat, namun lebih mirip *An. tessellatus*.

Nyamuk *An. indefinitus*, *An. subpictus* dan *An. vagus* teridentifikasi dari nyamuk *Anopheles* yang mati maupun yang tertangkap pada gubuk-gubuk percobaan di seluruh lokasi penelitian yaitu daerah pantai, rawa dan pegunungan. *An. punctulatus* hanya ditemukan pada gubuk-gubuk percobaan di daerah rawa dan nyamuk *Anopheles* yang diduga sebagai *An. tessellatus*, hanya ditemukan pada gubuk-gubuk percobaan di daerah pegunungan.

Dari spesies *Anopheles* dewasa yang teridentifikasi diketahui bahwa *An. indefinitus* merupakan spesies dominan yang mati maupun yang tertangkap pada gubuk-gubuk percobaan di daerah penelitian, kemudian diikuti oleh *An. subpictus* sedangkan spesies *Anopheles* yang ditemukan dalam jumlah yang sangat kecil yaitu *An. vagus*, *An. punctulatus* dan *An. tessellatus*.

Jenis larva *Anopheles* yang ditemukan pada tempat-tempat perindukan nyamuk disekitar lokasi penelitian di daerah pantai, rawa dan pegunungan sesuai hasil identifikasi diketahui hanya terdapat spesies *An. indefinitus*, *An. subpictus* dan *An. vagus* sedangkan larva nyamuk *An. punctulatus* dan *An. tessellatus* tidak ditemukan di sekitar lokasi penelitian.

### 5.3 Analisis Data

Analisis data penelitian dilakukan dengan teknik Analisis varians untuk melihat perbedaan efek bunuh kelambu celup permetrin dosis-dosis yang digunakan yaitu dosis 200, 250 dan 300 mg/m<sup>2</sup>. Analisis data juga dilakukan untuk melihat perbedaan jumlah nyamuk *Anopheles* yang mati dan tertangkap di lokasi penelitian.

#### 5.3.1 Analisis varians jumlah nyamuk *Anopheles* yang mati

Analisis ini bertujuan untuk melihat perbedaan jumlah nyamuk *Anopheles* yang mati pada perlakuan dosis permetrin 200, 250 dan 300 mg/m<sup>2</sup> terhadap kontrol. Hasil analisis disajikan dalam tabel berikut:

**Tabel 5.3.1 Analisis varians untuk jumlah nyamuk *Anopheles* yang mati.**

Sumber variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Varians	F-Hitung	p
Antar Group	3	10001,00	333,66	27,76	0,0000
Dalam Group	20	240,33	12,016		
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>1241,333</b>			

Dari hasil analisis untuk jumlah yang mati pada perlakuan dosis permetrin 200, 250, dan 300 mg/m<sup>2</sup> terhadap kontrol didapatkan bahwa terdapat perbedaan secara sangat bermakna pada jumlah nyamuk yang mati, dengan nilai F-hitung = 27,7670 dan probabilitas p = 0,0000

Dari uji lanjut pasca Anava (LSD) didapatkan bahwa perlakuan kontrol berbeda secara sangat bermakna dengan perlakuan permetrin dosis 200, 250 dan

300 mg/m<sup>2</sup>. Perlakuan dosis permetrin 200 dan 300 mg/m<sup>2</sup>, serta perlakuan dosis permetrin 250 dan 300 mg/m<sup>2</sup> untuk rata-rata jumlah kematiannya, berbeda secara bermakna sedangkan antara perlakuan dosis 200 dan 250 mg/m<sup>2</sup> tidak berbeda bermakna dalam hal jumlah kematian *Anopheles* (lampiran 7).

### 5.3.2. Analisis Varians Untuk Jumlah Nyamuk *Anopheles* Yang Tertangkap

Analisis ini bertujuan melihat perbedaan jumlah nyamuk yang tertangkap pada perlakuan dosis permetrin 200, 250, dan 300 mg/m<sup>2</sup> terhadap kontrol, hasil analisis disajikan dalam tabel berikut :

**Tabel 5.3.2 Analisis Varians untuk jumlah nyamuk *Anopheles* yang tertangkap.**

Sumber variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Varians	F-Hitung	p
Antar Group	3	89,000	29,667	1,0900	0,3762
Dalam Group	20	544,333	27,2167		
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>633,3333</b>			

Dari hasil analisis untuk jumlah nyamuk yang tertangkap pada perlakuan dosis permetrin 200, 250 dan 300 mg/m<sup>2</sup> terhadap kontrol didapatkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang bermakna pada jumlah nyamuk yang tertangkap, dengan nilai F-hitung = 1,09000 dan probabilitas p = 0,3762 (lampiran 8).

### 5.3.3. Analisis Varians Untuk Efek Bunuh

Analisis ini bertujuan untuk melihat perbedaan efek bunuh kelambu celup permetrin pada perlakuan dosis 200, 250 dan 300 mg/m<sup>2</sup> terhadap kelambu kontrol. Hasil analisis disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 5.3.3 Analisis Varians untuk Efek Bunuh Kelambu Celup

Sumber variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Varians	F-Hitung	p
Antar Group	3	26599,5912	8866,5304	1817,006	0,0000
Dalam Group	20	97,950	4,8797		
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>26697,1862</b>			

Dari analisis untuk efek bunuh pada perlakuan dosis permetrin 200, 250, dan 300 mg/m<sup>2</sup> terhadap kontrol didapatkan bahwa terdapat perbedaan secara sangat bermakna pada efek bunuh kelambu celup, dimana probabilitas  $p = 0,0000$  (lampiran 9). Dengan demikian hipotesis penelitian yaitu terdapat perbedaan efek bunuh beberapa dosis kelambu celup permetrin terhadap nyamuk *Anopheles* di Seram Barat, Maluku dapat diterima.

Selanjutnya dari uji lanjut pasca Anava didapatkan bahwa perlakuan kontrol berbeda secara sangat bermakna dengan perlakuan kelambu celup permetrin dosis 200, 250 dan 300 mg/m<sup>2</sup>. Perlakuan dosis permetrin 200 dan 300 mg/m<sup>2</sup> berbeda secara bermakna. Perbedaan bermakna juga antara perlakuan kelambu celup permetrin dengan dosis 200 dan 250 mg/m<sup>2</sup>, serta antara perlakuan kelambu celup permetrin dengan dosis 250 dan 300 mg/m<sup>2</sup>. Dari uji lanjut pasca

Anava (LSD) didapatkan bahwa kelambu celup dosis 250 mg/m<sup>2</sup> memiliki efek bunuh optimal terhadap nyamuk *Anopheles* di lokasi penelitian (lampiran 9).

### 5.3.4 Analisis Varians Dua Jalur Untuk Efek Perlakuan Dan Blok (Kelompok)

Analisis ini bertujuan untuk melihat apakah ada pengaruh perlakuan dosis kelambu celup permetrin, pengaruh blok (letak geografis) serta interaksi antara dosis dan blok pada efek bunuh terhadap nyamuk *Anopheles*. Hasil analisis disajikan dalam tabel berikut :

**Tabel 5.3.4 Analisis Varians Dua Jalur**

Sumber variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Varians	F-Hitung	p
Dosis	3	26599,6	8866,5	4485,17	0,000
Blok	2	30,2	15,1	7,64	0,007
Dosis * Blok	6	43,7	7,3	3,68	0,026
Galat	12	23,7	2,0		
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>	<b>26697,2</b>			

Dari hasil analisis untuk melihat pengaruh perlakuan dan pengaruh blok pada daya bunuh nyamuk *Anopheles* didapatkan bahwa ada pengaruh yang bermakna dari perlakuan dosis kelambu celup, pengaruh blok (letak geografis) dan interaksi antara dosis dan blok terhadap daya bunuh nyamuk dengan nilai F-hitung masing-masing 4485,17, 7,64 dan 3,68 dengan nilai probabilitas masing-masing adalah 0,000, 0,007 dan 0,026 pada  $\alpha = 0,05$  (lampiran 10).

## BAB 6

### PEMBAHASAN

#### 6.1 Efek Bunuh Kelambu Celup Permetrin Terhadap Nyamuk *Anopheles*

Efek bunuh kelambu celup merupakan efek yang mematikan nyamuk setelah nyamuk kontak dengan kelambu. Dari hasil analisis data tentang perbedaan efek bunuh beberapa dosis kelambu celup permetrin yaitu dosis 200, 250 dan 300 mg/m<sup>2</sup> terhadap nyamuk *Anopheles* (Tabel 5.3.3) ternyata bahwa terdapat perbedaan secara sangat bermakna antar perlakuan dosis kelambu celup dengan kelambu kontrol.

Perbedaan efek bunuh kelambu celup permetrin dosis 200, 250 dan 300 mg/m<sup>2</sup>, terlihat pada persentase efek bunuh kelambu celup permetrin dengan rata-rata berkisar antara 76,08 – 92,56 %. Hal ini sesuai juga dengan hasil penelitian terdahulu tentang pengujian beberapa dosis kelambu celup permetrin terhadap nyamuk *Anopheles* yang menunjukkan terdapat efek bunuh yang berbeda-beda terhadap kelambu kontrol. Penelitian di Flores Timur menggunakan dosis kelambu celup permetrin dosis 125 dan 250 mg/m<sup>2</sup> menunjukkan perbedaan bermakna dengan kelambu kontrol dimana efek bunuh kelambu celup rata-rata diatas 70 % (Barodji, Sumardi dan Suwardjono, 1996).

Dari hasil analisis data, dapat dikemukakan juga bahwa kelambu celup permetrin dosis yang digunakan dapat menyebabkan mortalitas

*Anopheles* di lokasi lokasi penelitian. Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu tentang penggunaan kelambu celup permetrin dalam pengendalian *Anopheles* sebagai vektor malaria, terbukti bahwa kelambu celup permetrin dapat menimbulkan mortalitas terhadap nyamuk *Anopheles*. Menurut Jambulingan *et al*, (1990) penggunaan kelambu celup permetrin dosis 0,5 gr/m<sup>2</sup> dapat mematikan nyamuk *An. culicifacies* di India sebagai salah satu negara endemik malaria untuk *P. falcifarum*. Begitu juga pengendalian vektor malaria di Irian Jaya menggunakan kelambu celup permetrin dosis 500 mg/m<sup>2</sup> dapat menyebabkan mortalitas nyamuk *An. punctulatus* dan *An. farauti* (Sutjahjono dkk, 1997).

Hasil penelitian ini merupakan tolok ukur bahwa kelambu celup permetrin dosis 200, 250 dan 300 mg/m<sup>2</sup> juga dapat menyebabkan mortalitas terhadap nyamuk *Anopheles* yang ada di Seram Barat, Maluku.

## 6.2 Dosis Kelambu Celup Yang Memiliki Efek Bunuh Optimum

Selanjutnya untuk menentukan dosis kelambu celup tertentu yang memiliki efek bunuh optimum telah dilakukan uji lanjut pasca Anava (LSD). Dari analisis ini (Lampiran 9), diketahui bahwa terdapat perbedaan secara bermakna pada efek bunuh kelambu celup antar dosis yang digunakan dimana dosis kelambu celup 200 mg/m<sup>2</sup> rata-rata efek bunuhnya 88,92 %, kemudian pada dosis lebih tinggi yaitu 250 mg/m<sup>2</sup> efek bunuh kelambu meningkat menjadi 92,59% dan pada dosis kelambu yang tertinggi yaitu 300 mg/m<sup>2</sup> efek bunuh kelambu celup

menurun hingga 76,08 %. Hal ini menunjukkan bahwa kelambu celup dosis 250 mg/m<sup>2</sup> merupakan kelambu celup yang memiliki efek bunuh optimum terhadap nyamuk *Anopheles* di Seram Barat, Maluku.

Loomis, (1994) mengemukakan bahwa, apabila suatu zat kimiawi mampu menimbulkan efek yang dapat diamati misalnya kematian ataupun kesembuhan suatu organisme pada periode waktu tertentu, maka dosis zat kimia tersebut dapat dipilih agar dapat menghasilkan efek yang diharapkan. Dalam kaitan dengan penentuan dosis kelambu celup yang memiliki efek bunuh optimum maka **dosis kelambu celup permetrin 250 mg/m<sup>2</sup>** dianggap memiliki efek tersebut, karena dapat menyebabkan persentase mortalitas nyamuk *Anopheles* lebih tinggi dibandingkan dengan kelambu celup permetrin dosis 200 mg/m<sup>2</sup> dan 300 mg/m<sup>2</sup>.

Efek bunuh kelambu celup meningkat dari dosis rendah ke dosis lebih tinggi (200 mg/m<sup>2</sup> → 250 mg/m<sup>2</sup>) tetapi pada dosis kelambu yang tertinggi (300 mg/m<sup>2</sup>) efek bunuh kelambu kemudian menurun. Hal ini sesuai dengan pendapat Miller *et al*, (1991) yang melaporkan bahwa, dosis permetrin yang lebih tinggi sebagai bahan pencelup kelambu akan memiliki efektivitas rendah karena aroma insektisida yang merangsang menyebabkan nyamuk akan menghindari dan tidak masuk ke dalam suatu ruangan. Jelas disini bahwa aroma permetrin pada dosis 300 mg/m<sup>2</sup> di daerah penelitian telah menyebabkan nyamuk enggan masuk ke dalam gubuk percobaan yang menggunakan kelambu celup dosis tersebut ataupun bila ada yang masuk dengan cepat menghindari atau keluar dari gubuk percobaan, sehingga persentase mortalitas atau efek bunuh terhadap nyamuk *Anopheles* juga lebih rendah.

Berhubungan dengan hal tersebut, Lepes (1981) mengemukakan juga bahwa, ada beberapa hal yang menjadi kendala dalam program pemberantasan vektor malaria dewasa ini dimana salah satunya yaitu tingkah laku utama vektor. Nyamuk sebagai vektor malaria cenderung menghindar untuk kontak dengan suatu dinding yang terpapar dengan insektisida.

Selanjutnya bila melihat dosis kelambu celup yang dipergunakan, Miller *et al*, (1991) melaporkan bahwa pada dosis  $750 \text{ mg/m}^2$ , kelambu celup memiliki efek bunuh yang rendah terhadap *Anopheles* di Gambia karena aroma insektisida sedangkan efek repelelnya tinggi. Dosis ini berbeda dengan dosis yang digunakan dalam penelitian ini (dosis  $300 \text{ mg/m}^2$ ). Perbedaan dosis yang tinggi ini kemungkinan besar karena belum pernah dilakukannya program-program penanggulangan vektor dengan insektisida permetrin di Kecamatan Seram Barat sehingga nyamuk masih sangat peka terhadap insektisida ini walaupun pada penggunaan dosis yang rendah.

Penelitian-penelitian terdahulu juga menunjukkan, efek bunuh kelambu celup permetrin terhadap nyamuk *Anopheles* lebih rendah dibandingkan dengan efek bunuh pada penelitian ini dimana dosis kelambu celup yang biasanya digunakan dalam penanggulangan vektor malaria yaitu dosis antara  $200\text{-}500 \text{ mg/m}^2$ . Mixing *et al*, (1994) dalam penelitiannya di laboratorium mengemukakan bahwa, efek bunuh kelembu celup permetrin dosis tersebut, menimbulkan efek bunuh terhadap *Anopheles* sebesar 70 – 87 %. Hasil penelitian Temahivong *et al*, (1994) di propinsi Chumphon, Thailand dengan menggunakan dosis yang sama,

menjelaskan bahwa efek bunuh terhadap *Anopheles* hanya sebesar 70 %. Selanjutnya Miller *et al*, (1991) melaporkan bahwa efek bunuh terhadap nyamuk *Anopheles* di Gambia sebesar 70-87 %. Padahal dalam penelitian ini, penggunaan kelambu celup permetrin dosis 200, 250 dan 300 mg/m<sup>2</sup>, efek bunuhnya telah berkisar antara 76,08 – 92,59 % atau pada dosis kelambu celup 200 dan 250 mg /m<sup>2</sup> efek bunuh kelambu celup lebih tinggi yaitu 88,92 – 92,59 % dibandingkan penelitian-penelitian terdahulu. Hal ini karena belum pernah digunakannya permetrin sebagai insektisida dalam program pengendalian vektor malaria sebagaimana dijelaskan sebelumnya. Selain itu dapat dikemukakan juga bahwa, dengan pemakaian dosis ini efek toksik insektisida dapat dikurangi karena pemakaiannya hanya pada kisaran dosis tengah ( 200, 250 dan 300 mg /m<sup>2</sup> ) dari kisaran dosis yang biasanya digunakan dalam penelitian-penelitian terdahulu ( 200– 500 mg /m<sup>2</sup> ). Pemakaian dosis ini diharapkan dapat mengurangi toksisitas insektisida terhadap pemakainya, hewan non target dan aman bagi lingkungan. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan WHO, (1996) bahwa pemakaian insektisida dengan dosis yang tepat diharapkan dapat mengurangi efek toksik terhadap pemakainya, aman bagi hewan non target dan bagi lingkungan.

Selanjutnya dari hasil analisis statistik (tabel 5.3.4 ) ternyata bahwa, terdapat pengaruh yang bermakna antara perlakuan dosis kelambu celup, letak geografis dan interaksi antara dosis kelambu celup dan letak geografis terhadap daya bunuh nyamuk *Anopheles*. Hal ini berarti bahwa, pada dosis tertentu yang menimbulkan efek bunuh optimum pada suatu daerah ( misalnya, pegunungan ) dosis tersebut belum tentu dapat menimbulkan efek bunuh optimum pada daerah lain

dengan letak geografis yang berbeda.

Dari perhitungan efek bunuh kelambu celup terhadap nyamuk *Anopheles* di daerah penelitian ( gambar 5.2.1 ) menunjukkan bahwa, interaksi untuk suatu dosis tertentu dengan daerah yang berbeda dapat menimbulkan efek bunuh berbeda. Efek bunuh terhadap *Anopheles* lebih besar pada kelambu-kelambu celup dosis tertentu di daerah pegunungan dibandingkan dengan di daerah rawa dan daerah pantai.

Hal ini diasumsikan bahwa pada letak geografis suatu daerah yang berbeda juga memerlukan suatu dosis insektisida tertentu yang disesuaikan dengan kondisi alam daerah tersebut misalnya temperatur, kelembaban, arus angin, curah hujan dan sebagainya. Berhubungan dengan hal ini Lindsay and Birley, (1996) mengemukakan bahwa, perubahan iklim misalnya kenaikan suhu, akan mempengaruhi kapasitas vektorial dalam mentransmisikan penyakit malaria. Begitu juga hasil- hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa terdapat variasi bermakna antara kelangsungan hidup *An.culifacies* dengan temperatur dan kelembaban dimana pada temperatur yang rendah kelangsungan hidupnya akan lebih tinggi ( Pal, dalam Lindsay and Birley, 1996).

Selain itu curah hujan yang tinggi juga dapat mempengaruhi keberadaan nyamuk di suatu daerah dimana tempat perindukan nyamuk misalnya kolam dengan air tenang bila hujan terus-menerus dapat menghanyutkan telur maupun larva-larva nyamuk tersebut ( Wijesundera, dalam Lindsay and Birley, 1996).

Dalam hubungan dengan perubahan musim terhadap keberadaan nyamuk *Anopheles*, Pranoto dan Munif, (1994) dalam penelitiannya di Kecamatan

Banjarnegara mengemukakan pendapatnya bahwa, populasi nyamuk *Anopheles* pada musim kemarau biasanya lebih tinggi dibandingkan dengan musim penghujan di daerah tersebut. Kejadian ini disebabkan, tempat perindukan vektor berupa genangan- genangan air di sungai lebih banyak ditemukan pada musim kemarau, sedangkan pada musim hujan tidak ditemukan genangan-genangan air tersebut karena terbawa oleh arus air sungai.

Berdasarkan asumsi dan hasil-hasil penelitian di atas jelaslah bahwa faktor kondisi lingkungan seperti perubahan iklim, curah hujan dan arus angin pada suatu daerah penelitian dengan letak geografis yang berbeda juga berpengaruh pada keberadaan dan populasi nyamuk serta efek bunuh insektisida dosis tertentu terhadap nyamuk *Anopheles*.

### 6.3 Spesies *Anopheles* yang Tertangkap Di Lokasi Penelitian

Berdasarkan identifikasi spesies *Anopheles* yang tertangkap di lokasi penelitian diketahui terdapat 5 spesies *Anopheles* yaitu *An. indefinitus*, *An. subpictus*, *An. vagus*, *An. punctulatus* dan *An. tessellatus*.

Spesies-spesies ini hanyalah sebagian dari spesies *Anopheles* yang ditemukan di Maluku umumnya, sesuai Wepster and Swellengrebel, (1953) dimana terdapat sebanyak 15 spesies *Anopheles*. Dari 15 spesies ini 5 spesies diantaranya khusus ditemukan di Seram dan beberapa daerah lain yaitu Ambon, Buru dan Ternate yaitu : *An. subpictus* ditemukan di Seram, Ambon dan Ternate, *An. parangensis*, *An. isulaeflorum* dan *An. vagus* hanya ditemukan di

Seram dan Ambon, *An. orientalis* tertangkap di Seram dan Buru, sedangkan ke-10 spesies lainnya dapat ditemukan secara umum di Maluku.

Dari 5 spesies *Anopheles* yang ditemukan khusus di Seram sesuai Wepster and Swellengrebel, (1953) hanyalah 2 spesies yaitu *An. subpictus* dan *An. vagus* yang juga tertangkap di gubuk-gubuk coba pada lokasi penelitian di Kecamatan Seran Barat, sedangkan 3 spesies lainnya yaitu *An. parangensis*, *An. isulaeflorum* dan *An. orientalis* tidak ditemukan mati ataupun tertangkap di gubuk-gubuk percobaan. Spesies-spesies lain yang tertangkap di gubuk-gubuk percobaan pada lokasi penelitian yaitu *An. indefinitus*, *An. punctulatus* dan spesies *Anopheles* yang diduga sebagai *An. tessellatus* merupakan spesies *Anopheles* yang secara umum terdapat di Maluku sesuai Wepster and Swellengrebel, (1953). Dalam penelitian ini spesies-spesies *Anopheles* yang ditemukan tidak dilakukan pemeriksaan sporozoit dalam kelenjar ludahnya untuk menentukan spesies tersebut positif sebagai vektor malaria, tetapi spesies-spesies tersebut umumnya merupakan vektor malaria di daerah lain kecuali spesies *An. vagus* yang tidak dapat bertindak sebagai vektor malaria.

Spesies-spesies *Anopheles* yang tidak tertangkap pada gubuk-gubuk percobaan, dapat disebabkan karena beberapa faktor antara lain: aroma insektisida yang merangsang sehingga nyamuk cenderung menghindari dari gubuk percobaan, spesies-spesies *Anopheles* tersebut memang tidak terdapat pada tempat-tempat perindukan nyamuk di sekitar lokasi penelitian atau dapat juga disebabkan karena cara penangkapan nyamuk yang tidak bervariasi. Seperti telah dijelaskan terdahulu bahwa nyamuk yang tertangkap hanyalah nyamuk yang mati ataupun

tertangkap pada gubuk-gubuk percobaan di lokasi penelitian, dan tidak menggunakan cara-cara lainnya seperti penangkapan di luar rumah penduduk atau di luar gubuk coba, penangkapan dengan umpan hewan dan cara lainnya seperti dilakukan pada penelitian-penelitian terdahulu. Penelitian-penelitian untuk mengetahui spesies *Anopheles* dewasa sebagai vektor malaria di suatu daerah endemis dilakukan dengan cara penangkapan yang bervariasi umumnya ditemukan spesies *Anopheles* yang juga berbeda-beda, misalnya penelitian Sukirno, (1994) tentang fauna *Anopheles* di daerah endemismalaria di Halmahera, Maluku Utara dengan cara penangkapan di dalam dan di luar rumah, ditemukan 10 spesies *Anopheles* dimana 4 spesies diantaranya adalah spesies yang dapat menularkan malaria di daerah lain yaitu : *An. subpictus*, *An. maculatus*, *An. aconitus*, dan *An. farauti*. Pada penelitian tersebut tidak ditemukan sporozoit dari hasil pembedahan kelenjar ludah nyamuk *Anopheles*. Begitu juga penelitian yang dilakukan Mogi *et al*, (1995) di Halmahera, Maluku Utara dengan penangkapan nyamuk menggunakan *light trap*, hanya ditemukan 3 spesies *Anopheles* yaitu *An. subpictus*, *An. farauti* dan *An. vanus*. Penelitian lain yang dilakukan dengan cara penangkapan di dalam dan di luar rumah di Sikka, Flores, Nusa Tenggara Timur ditemukan 4 spesies *Anopheles* yang juga bervariasi yaitu *An. indefinitus*, *An. vagus*, *An. aconitus* dan *An. maculatus* (Marwoto dan Martono, 1991). Spesies *An. indefinitus* dan *An. vagus* yang ditemukan di Sikka, Flores ini sama seperti yang juga tertangkap pada gubuk-gubuk coba di lokasi penelitian di Kecamatan Seram Barat. Hal ini berbeda dengan dengan penelitian yang dilakukan di Jengkaleng, Flores dimana

penangkapan nyamuk *Anopheles* dewasa dilakukan dengan menggunakan umpan manusia (*human bait*) di luar rumah, hanya ditemukan spesies *An. subpictus*. Hal yang sama dilaporkan juga oleh Yotopranoto *et al*, (1995) dalam penelitian tentang fauna *Anopheles* di Kecamatan Sekotong, Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat dengan cara penangkapan nyamuk yang sama yaitu menggunakan umpan manusia di luar rumah, hanya ditemukan spesies *An. subpictus* di dusun Labuhan Poh yang diduga sebagai vektor malaria di daerah tersebut.

Dalam hubungannya dengan penelitian-penelitian yang telah dilakukan tentang penggunaan kelambu celup permetrin dalam upaya pengendalian dan pemberantasan nyamuk *Anopheles* sebagai vektor malaria, maka dalam penelitian ini dapat dikemukakan bahwa pada pemakaian kelambu celup permetrin dosis 200, 250, 300 mg/m<sup>2</sup> spesies *Anopheles* yang dominan terbunuh di gubuk-gubuk percobaan di Kecamatan Seram Barat yaitu *An. indefinitus* dan *An. subpictus* dibandingkan dengan 3 spesies lainnya yaitu *An. vagus*, *An. punctulatus* dan *An. tessellatus* dengan efek bunuh berkisar antara 76,08-92,59 %. Hal ini berbeda bila dibandingkan dengan penelitian Jambulingam *et al*, (1990) di India, dengan menggunakan kelambu celup permetrin dosis 0,5 gr/m<sup>2</sup> yang dilaporkan dapat mengurangi vektor malaria yaitu *An. culifacies*. Begitu juga penelitian di laboratorium oleh Mixing *et al*, (1994) menggunakan kelambu celup permetrin dosis 200 dan 500 mg/m<sup>2</sup> dapat menyebabkan mortalitas rata-rata *An. sinensis* dan *An. dirus* masing-masing sebesar 86 dan 87 %.

Penelitian lain yang dilakukan Temahivong *et al*, (1994) dengan menggunakan kelambu celup permetrin dosis 200 mg/m<sup>2</sup> terbukti dapat menyebabkan mortalitas terhadap *An. minimus* sebesar 70 % di Thailand. Hal ini berbeda juga seperti yang dilaporkan dalam penelitian dengan menggunakan kelambu celup permetrin dosis yang sama (200 mg/m<sup>2</sup>) di Flores Timur diketahui dapat digunakan dalam pengendalian vektor malaria dan filariasis yaitu *An. barbirostris* ( Barodji dkk, 1994; Barodji dkk, 1996 ). Penelitian dengan permetrin dosis yang lebih tinggi yaitu dosis 500 mg/m<sup>2</sup> sebagai bahan pencelup kelambu yang dilakukan Sutjahjono, (1997) terbukti menimbulkan efek bunuh terhadap nyamuk *An. punctulus* dan *An. farauti* di Irian Jaya.

## BAB 7

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian hasil pengamatan, analisis data dan pembahasan hasil penelitian, maka dapat dikemukakan beberapa kesimpulan :

1. Kelambu celup permetrin dengan dosis 200, 250 dan 300 mg/m<sup>2</sup> memiliki efek bunuh yang berbeda secara bermakna ( $p < 0,05$ ) terhadap nyamuk *Anopheles*. Efek bunuh rata-rata kelambu celup permetrin meningkat dari dosis kelambu celup 200 mg/m<sup>2</sup> sebagai dosis yang rendah (88,92 %) ke dosis yang lebih tinggi yaitu dosis 250 mg/m<sup>2</sup> (92,59 %) namun pada dosis kelambu celup yang lebih tinggi lagi (300 mg/m<sup>2</sup>) efek bunuh terhadap nyamuk *Anopheles* kembali menurun (76,08 %).
2. Kelambu celup permetrin dosis 250 mg/m<sup>2</sup> merupakan kelambu celup yang memiliki efek bunuh optimum terhadap nyamuk *Anopheles* di Seram Barat, Maluku.

## 7.2 Saran

1. Bagi Pemerintah Daerah khususnya Dinas Kesehatan Tingkat I Maluku, untuk mempertimbangkan pemakaian permetrin sebagai bahan pencelup kelambu dalam pengendalian vektor malaria di Kecamatan Seram Barat sebagai salah satu daerah endemis malaria.
2. Dalam pemilihan dosis permetrin yang tepat, terutama pada daerah endemis yang belum pernah menggunakan insektisida ini dalam program pengendalian vektor malaria, maka dosis kelambu celup  $250 \text{ mg/m}^2$  sangat dianjurkan karena memiliki efek bunuh yang optimum.
3. Perlu adanya penelitian-penelitian lanjutan tentang spesies-spesies *Anopheles* yang potensial sebagai vektor malaria di Kecamatan Seram Barat dan uji coba dosis-dosis permetrin yang memiliki efek bunuh optimum terhadap species *Anopheles* yang potensial sebagai vektor.
4. Perlu adanya juga penelitian lanjutan tentang mengapa kelambu celup permetrin pada dosis- dosis tertentu (dosis yang tinggi ) cenderung menurun efek bunuhnya terhadap nyamuk *Anopheles*.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Allred DM, 1996, **Medical Entomology Laboratory Guide**, Burgess Publishing Company, Minnesota. 69- 78
- Baker JR, JD Dodge and TWK Young, 1996, **Microbiology Abstracts : Algal. Microbiol. Protozool.** 25 (10) : 154.
- Barodji, Widiarti, Sumardi dan Mujiono, 1994, Penggunaan Kelambu yang Dichelup Insektisida oleh Petani se Luhir Flores Timur, **Bul. Pen. Kes.** 22 (4) : 1-4
- Barodji, Sumardi dan T Suwarjono, 1996, Uji Efikasi Kelambu Berinsektisida Olyset Terhadap Vektor Malaria dan Filariasis *Anopheles barbirostris* di Flores Timur, Nusa Tenggara Timur, **Maj. Med. Litbangkes** . VI (03) : 6-10.
- Bermedjo A and H Veeken, 1992, Insecticide Impregnated Bednets For Malaria Control A Review of the Field Trials, **WHO Bul.** 70 (3) : 293-296.
- Blondine JR ,1996, Permetrin Impregnated Mosquito Nets : Behavior and Killing Effect on Mosquito, **Mosq. Borne Dis. Bul.** 4 (2) : 20-23.
- Brown HW , 1983, **Dasar Parasitologi Klinis**, (Penerjemah) Rukmono B Gramedia, Jakarta. 419-247.
- Burgess NRH and GO Cowan, 1993, **A Colour of Medical Entomology**, 1<sup>st</sup> Edition, Champman and Hall Medical, London. 9-21.
- Cowan GO and BJ Heap, 1993, **Clinical Tropical Medicine**, Champman and Hall, London. 1-20.
- Dachlan YP, 1999, Profil dan Perkembangan Penyakit Infeksi Serta Langkah Antisipasinya, **Makalah**, Disampaikan pada Forum Munas IX Ikatan Senat Mahasiswa Kedokteran Indonesia di Surabaya 5-11 September 1999.
- Dapeng LL, Deling and Y Renguo, 1994, Alphametrin Impregnated betnets for Malaria and Mosquito Control in China, **Am. J. Trop. Med. Hyg.** 72 (1) : 81.
- Departemen Kesehatan RI, 1991, **Malaria, Pengendalian Nyamuk *Anopheles***
- Dinas Kesehatan Maluku Tengah, 1997, **Data Survey Malariometrik tahun 1996/1997**
- Dye C, JD Lines and CF Curtis, 1996, A Test of Malaria Strain Theory, **Parasitol. Today J.** 12 (3) : 88

- Farid MA, 1998, the Malaria Campaign – Why not Eradication?, **World Hlth. Forum.** 19 : 417 – 420.
- Gupta S and RW Snow, 1996, How do Bednets Influence the Transmissibility of *Plasmodium falciparum* ?, **Parasitol. Today J.** 12 (3) : 89 –90.
- Githeko AK, CNM Mbogo, CF Curtis, J Lines and C Lengeler, 1996, Entomological Monitoring of Large-Scale Vector Control Interventions, **Parasitol. Today J.** 12 (4) : 127- 128.
- Hii JLK, MII Birley, L Kanai, A Forigeli and J Wagner, 1995, Comparative effect of Permetrin Impregnated Bednets and DDT House Spraying On Survival rates and Oviposition Interval of *Anopheles farauti* (Diptera - Culicidae) in Solomon Island, **Ann. Trop. Med. Parasitol.** 89 (5) : 521-529.
- Hoedojo, 1992, Bionomik *Anopheles subpictus* Khusus Mengenai Perannya Sebagai Vektor Malaria di Jengkaleng, Flores, **Maj. Parasitol. Ind.** 5 (1): 47-55
- Ikeshoji T and B Bokotee, 1998, JICA's Malaria Control Program in Honiara, The Solomon Island, **Inter Group Corporation Maj.** 126-128.
- Jambulingam P, K Gunasekharan, SS Sahu, PK Hota and BK Tyagi, 1990, Effect of Permetrin Impregnated Bednets in Reducing Population of Malaria Vector *Anopheles culicifacies* in Tribal Village of Orissa State (India), **India J. Med. Res.** 89 (1) : 48-51.
- James MT and RF Harwood, 1969, **Entomology**, 6<sup>th</sup> Edition, The Mac Millan Company Collier, London. 168-175.
- Lepes T, 1981, Malaria A Global Health Problem in Immunological Methods in Malariologi, **WHO Bul.** 5- 7
- Lindsay SW and MH Birley , 1996, Climate Change and malaria Transmission, **Ann. Trop. Med. Parasitol.** 90 (6) : 573-588.
- Loomis TA, 1994, **Toksikologi Dasar**, Edisi ke-3, Lea and Febinger, Philadelphia. 16-18.
- Long KPS, Naidu, ES Thevasagayam and WH Cheong, 1985, Evaluation of the Effectiveness of Permetrin and DDT Impregnated Bednets Againts *Anopheles maculatus*, **South East Asian. J. Trop. Med. Pub. Hlth.** 16 (4): 554- 559
- Lu FC, 1995, **Toksikologi Dasar**, Universitas Indonesia, Jakarta; 47-49.
- Manson–Bahr PEC and DR Bell, 1989, **Manson's Tropical Diseases**, 9<sup>th</sup> edition, Bailiere Tindal, London.

- Marleta RD, AM Harijadi, N Sustraya, Sekartuti dan T Emiliana, 1996, Penelitian Malaria di Kecamatan Teluk Dalam, Nias, Sumatera Utara, **Maj. Cermin Dunia Ked.** 106: 5-13
- Marwoto HA dan Martono, 1991, Malaria Di Kabupaten Sikka, Flores, **Maj. Cermin Dunia Ked.** 70: 35-41
- Marwoto TL, Richie, A Soeroto dan M Tumewu , 1996, Transmisi Lokal Malaria di Kodya Manado, **Bul. Pen. Kes.** 24 (4) : 60- 68.
- Miller JE, SE Lindsay and JRM Amstrong, 1991, Experiment-hut Trial of Bednets Impregnated with Synthetic for Mosquito Control in Gambia, **Med. Vet. Entomol.** 5 ( 1) : 465- 476.
- Mixing L, P Bo, Y Xia, L Susi and Z Mancheng, 1994, The Toxic Effect of Permetrin Impregnated Bednets *Anopheles sinensis* and *Anopheles dirus*, **South East Asian J. Trop. Med. Pub. Hlth.** 16 ( 4 ) : 554- 557.
- Mogi M, Miyagi, T Toma, M Hasan, K abadi and Syafruddin, 1995, Age Structure Of *Anopheles subpictus* (Diptera: Culicidae) Collected by A Light Trap in Halmahera, Indonesia, **Southeast asian J. Trop. Med. Pub. Hlth.** 26(4): 760-765
- Natawigena H, 1989, **Pestisida dan Kegunaannya**, Armico, Bandung ; 7- 13.
- Pranoto dan H Munif, 1994, Korelasi Musim terhadap Populasi Tiga Vektor Malaria di Kecamatan Banjarnegara , **Maj. Cermin Dunia Ked.** 94 : 51-57.
- Rajavel AR, 1987, Evaluation of a Synthetic Pyrethroid Cyflutrin for Insecticide Activity Against different Mosquito Species, **Mosq.Borne Dis. Bul.** 4 (1) :23- 26.
- Rozendaal JA, 1989, Impregnated Mosquito nets and Curtains for self Protection and vector control, **Bureau Hyg. Trop. Dis.** 86 (1) : 2- 24.
- Sexton HD , 1994, Impregnated Bednets for Malaria Control : Biologi Succes and Social Responsibility , **Am. J. Trop. Med. Hyg.** 72 (1) : 80- 81.
- Shahabuddin M, S Cociancich and H Zieler, 1998, The Search for Novel Malaria Transmission Blocking Targets In the mosquito Midgut, **Parasitol. Today J.** 14 (12) : 493- 494.
- Soedarto, 1990, **Protozoologi Kedokteran**, widya Medika, Jakarta . 74 –81.
- Somo M, LC Lehman, S Awahmukalah and P Ayuk Enyong, 1995, Deltametrin Impregnated Bednets in Kumba Town South West Province of Cameroon, **J. Trop. Med. Hyg.** 89 (5) : 319 –324.

- Steel RED and Toorie, 1993, **Prinsip dan Prosedur Statistika. Suatu Pendekatan Biometrik**, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Stich AHR, CA Maxwell and A Amar, 1994, Insecticide Impregnated Bednets Reduce Malaria transmission in Rural Zansibar, **J. Trop. Med. Hyg.** 88 : 150-154.
- Strickland GT, 1991, **Hunter's Tropical Medicine**, 7<sup>th</sup> Edition, Saunders Company, Philadelphia . 589-593.
- Sukirno M, 1994, Fauna *Anopheles* Dengan Status dan Pola penularan serta Endemisitas Malaria Di Halmahera(Maluku Utara) Khususnya Daerah Transmigrasi dan Kawasan Industri, **Kumpulan Makalah Seminar Sehari: Beberapa Masalah Penyakit Parasit Pada Manusia dan Hewan di Indonesia**, Surabaya 20 Desember 1994 : 44.
- Sutjahjono RW, F Sutanto, S Djahana dan S Atmosoedjono, 1997, Efektivitas Kelambu Celup Permetrin dan Lamda Sihalotrin Terhadap Vektor Malaria di Irian Jaya dengan Menggunakan Gubuk Percobaan, **Maj. Parasitol. Ind.** 10 (2) : 92-99.
- Sutjahjono RW, dan I Susanto, 1996, Berbagai Aspek Kelambu Celup untuk Penelitian Malaria, **Maj. Parasitol Ind.** 9 (1) : 12-20.
- Suwarsono, H Widiarti dan BD Sumardi, 1990, Efficacy of Permetrin Impregnated Cloth for Controlling *Aedes aegypty* in urban area, **Mosq. Borne Dis. Bul.** 7 (2) : 86.
- Syafruddin, K Kamimura, Hasegawa, FX Kapojos, T Toma and F Kawamoto, 1992, Epidemiological Study of Malaria in Nort Sulawesi, Indonesia by Flourescence and Giemsa Staining, **Mosq. Borne Dis. Bul.** 10(4) : 144.
- Temahiyong, TJ Boonyang, W Saeoue and C Jaisawang, 1993, Residual Effect Of Permetrin Impregnated Mosquito Net Using *Anopheles minimus* Theobald (Diptera : Culicidae), **Command Dis. J.** 19 (3) : 195-200.
- Wepster JB and NH Swellengrebel, 1953, **The Anopheline Mosquito of The Indo-Australian Region**, JH De Bussy, Amsterdam.
- WHO, 1992, **Entomological Field Techniques For Malaria Control : Part I Learner's guide**, Geneva.
- WHO, 1993, Global Malaria Control, **Bul. WHO.** 71 (3) : 281-284.
- WHO, 1975, **Manual On Practical Entomology In Malaria, Part II : Methods and Techniques.** Geneva.
- WHO, 1990, **Permetrin Environmenth Health Criteria '94**, Geneva. 15-58.
- WHO, 1985, Safe Use Pesticide, **WHO Report Series.** 813 (720) : 8-22.

WHO, 1995, Vector Control for Malaria and Other MosquitoBorn Diseases, **WHO Technical Report Series** , Geneva. 875 : 9

Woodruff AW and SG Wright, 1984, **Medicine In The tropics**, 2<sup>nd</sup> Edition, Churchill Living Stone, New York. 25-35.

Wudianto R, 1997, **Petunjuk Penggunaan Pestisida**, Swadaya, Jakarta. 87- 96.

Yotopranoto S, S. Subekti, Machfuds dan YP Dachlan, 1995, *Anopheles* mosquito Fauna in The Malaria Endemic Area In Sekotong Subdistrict, West Lombok Regency, West Nusa Tenggara Propinci, Indonesia, **Ind. J. Trop. Med.** 8 (1-2) : 14-20