

PENGENDALIAN VEKTOR TERPADU PENGARUHNYA TERHADAP INDIKATOR ENTOMOLOGI DAERAH ENDEMIS MALARIA PULAU SEBATIK, KABUPATEN NUNUKAN

Damar Tri Boewono,* Umi Widyastuti,* Bambang Heryanto,* Mujiono*

* Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Vektor dan Reservoir Penyakit,
Jl. Hasanudin 123, Salatiga, Email: damar@litbang.depkes.go.id

INTEGRATED VECTOR CONTROL IMPACT ON THE ENTOMOLOGICAL INDICATOR OF MALARIA ENDEMIC AREA, SEBATIK ISLAND, NUNUKAN REGENCY

Abstract

*Integrated malaria vector control study has been conducted in the border area of Indonesia-Malaysia, Sebatik Island, Nunukan Regency, Kalimantan Timur Province. The objective of the study was to determine the impact of integrated vector control application against quantitative entomological indicators as malaria epidemiology variable. The evaluation was carried out by all night human landing mosquito collection and larval density (dipper method; 350 ml volume) calculated as number of larvae per dip. The study revealed two mosquito species *Anopheles balabacensis* and *Anopheles maculatus* as malaria vectors in the area. *Anopheles balabacensis* was found predominant, highly anthropophilic 88,33% and the sporozoite index which was determined by ELISA test 12,75%. Quantitative entomological indicators such as: vectorial capacity, entomological inoculation rate, stability index of *An. balabacensis* as malaria vector and the malaria cases were found gradually decreased and within 6 months evaluation, 100% reductions were occurred. Results of this study indicated the effectiveness of vector control application. Integrated vector control method is recommended to be applied in effort to maintained low malaria endemicity and not to be applied during the outbreak.*

Keywords: Malaria, Integrated control, Entomological indicator, Sebatik Island

Abstrak

Telah dilakukan penelitian pengendalian vektor malaria terpadu di daerah lintas batas Indonesia-Malaysia, Pulau Sebatik (Dusun Berjoko/Lordes, Desa Sungai Limau), Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Timur, tahun 2011. Tujuan penelitian mengetahui efektivitas pengendalian vektor malaria terpadu, distribusi kelambu berinsektisida dan aplikasi biolarvasida (piriproksifen 0,5%) dengan metode evaluasi indikator entomologi kuantitatif, sebagai variabel epidemiologi malaria. Pengendalian dengan distribusi kelambu berinsektisida Long Lasting Insecticide Net (deltametrin 55 mg/m²), 1-2 unit/keluarga dan aplikasi bio-larvasida zat pengatur tumbuh (insect growth regulator) piriproksifen 0,5% di tempat perkembangbiakan nyamuk vektor dengan konsentrasi 1g/m², setiap 2 minggu sekali. Evaluasi dilakukan dengan penangkapan nyamuk dan koleksi jentik (metode diper 350 ml). Ditentukan kepadatan jentik (ekor/ciduk) dan penurunan indikator entomologi kuantitatif sebagai variabel epidemiologi yaitu: kapasitas vektorial, rerata laju inokulasi entomologi, indek stabilitas nyamuk *An. balabacensis* sebagai vektor serta kasus malaria. Ditemukan 2 spesies nyamuk tersangka vektor malaria

An. balabacensis dan An. maculatus, populasi An. balabacensis sangat dominan dan bersifat antropofilik 88,33% dengan sporozoit indek 12,75%. Setelah 6 bulan aplikasi pengendalian vektor malaria terpadu, indikator epidemiologi kuantitatif meliputi: kapasitas vektorial, rerata laju inokulasi entomologi, indek stabilitas An. balabacensis sebagai vektor dan kasus malaria menurun sampai 100%. Pengendalian vektor terpadu sangat efektif di daerah endemis untuk menjaga endemisitas malaria tetap rendah dan tidak direkomendasikan aplikasi pada waktu terjadi wabah dan peningkatan kasus.

Kata kunci: Malaria, Pengendalian terpadu, Indikator entomologi, Pulau Sebatik

Submit: 9 Juli 2012, Review 1: 29 Agustus 2012, Review 2: 29 Agustus 2012, Eligible article: 24 September 2012

Pendahuluan

Pulau Sebatik, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Timur, terbagi dua wilayah yaitu Indonesia dan Malaysia. Malaria di wilayah perbatasan, secara epidemiologi diduga kasus impor dan menunjukkan peningkatan setiap tahun sehingga berpotensi terjadi wabah. Jumlah desa HCI (*High Case Incidence*) di Pulau Sebatik tahun 2007 tercatat 2 desa, tahun 2009 menjadi 6 desa.¹ Penelitian di Dusun Berjoko/ Lordes, Desa Sungai Limau pada tahun 2009, ditemukan *Slide Positive Rate* (SPR) sebesar 8,17%; *Plasmodium falciparum* (Pf) sebesar 5,08% dan *Plasmodium vivax* (Pv) sebesar 3,09% dari jumlah 194 slide darah diperiksa. Infeksi parasit malaria didominasi golongan umur >15 tahun, tetapi ditemukan 2 kasus bayi Pf (ring) umur < 1 tahun. Dilaporkan bahwa tersangka vektor malaria *Anopheles balabacensis*, aktif menggigit orang di dalam dan luar rumah dengan kepadatan rata-rata 0,19 dan 0,63 /orang/jam, sedangkan *Human Blood Index* (HBI) >60%.² Hasil penelitian memperkuat dugaan bahwa *An. balabacensis* merupakan vektor malaria daerah pedalaman Pulau Sebatik.¹ Penularan malaria di Dusun Berjoko/Lordes dilaporkan terjadi setempat (*endogenous*), rata-rata radius resiko penularan adalah 105 meter dari habitat perkembangbiakan jentik vektor yaitu: kubangan air, parit, parigi, saluran air di kebun coklat.² Pemakaian kelambu berinsektisida *long-lasting insecticide net* (LLIN) merupakan cara efektif untuk mencegah gigitan nyamuk vektor dan penularan malaria, terutama kelompok berisiko tinggi wanita hamil dan anak balita. Secara nasional dilaporkan hanya satu dari tiga anak balita tidur menggunakan kelambu berinsektisida (32,0%).⁴

Pada tahun 2007, telah didistribusikan kelambu LLIN (permetrin) kepada penduduk daerah endemis malaria P. Sebatik khususnya keluarga dengan balita.¹ Penggunaan kelambu berinsektisida dapat menurunkan kejadian malaria, tetapi efektivitasnya menurun dengan lama pemakaian dan frekuensi pencucian. Dilaporkan bahwa kelambu LLIN (permetrin) efektif membunuh nyamuk vektor malaria sampai pencucian 20 kali⁵. Penyemprotan rumah dengan insektisida atau penggunaan kelambu berinsektisida secara terpisah (*single method*), belum dapat menyelesaikan masalah penularan malaria.^{6,7} Berdasarkan kondisi lingkungan, perilaku vektor dan masyarakat, pengendalian malaria disarankan secara terpadu seperti aplikasi bio-larvasida di tempat perkembangbiakan jentik dan penyemprotan rumah atau penggunaan kelambu berinsektisida.² Menurut Sancoyo,⁸ bio-larvasida *insect growth regulator* (IGR) piriproksifen konsentrasi 0,1 ppm, dapat menyebabkan kegagalan perkembangan stadium pradewasa, sehingga menjadi nyamuk cacat atau mati.

Banyak faktor menentukan epidemiologi malaria, bahkan sampai saat ini masih belum diketahui dengan pasti, maka dikembangkan penaksiran indikator penularan secara numerik menggunakan analisis matematika berdasarkan data bionomik vektor.⁹ Indikator entomologi kuantitatif digunakan sebagai variabel epidemiologi malaria dan ditentukan secara numerik adalah: 1). Kapasitas vektorial (VC),^{10,11} apabila nilai indikator > 0,01 menunjukkan bahwa spesies vektor mempunyai kapasitas memelihara endemisitas malaria di suatu ekosistem. 2). Rerata laju inokulasi entomologi (EIR), diklasifikasikan dalam 3 katagori yaitu: intensitas transmisi rendah; sedang dan

tinggi, dengan kisaran nilai masing-masing 1-10; 11-100 dan > 100.¹² 3). Indeks Stabilitas Vektor (SI), merupakan indikator sebagai vektor malaria stabil apabila nilainya > 2,5 dan < 0,5 tidak stabil.¹³

Penurunan rentang umur dan kepadatan populasi nyamuk diasumsikan sebagai efektivitas usaha pengendalian vektor. Residu insektisida akan menurunkan harapan hidup nyamuk vektor suseptibel. Kepadatan populasi nyamuk vektor menurun dengan penurunan rentang umur dan secara tidak langsung menurunkan kemunculan nyamuk dari pupa.¹⁴ Penurunan kepadatan vektor menggigit manusia serta rentang umur dinyatakan sebagai *parous rate*, secara kuantitatif menurunkan nilai VC.¹⁰ Sporozoit indek (SPI) dan kepadatan nyamuk vektor menentukan nilai EIR^{11,12} dan indek stabilitas vektor.¹³ Tujuan penelitian mengetahui efektivitas pengendalian vektor malaria terpadu, dilakukan dengan distribusi kelambu berinsektisida LLIN (deltametrin) dan aplikasi bio-larvasida piriproksifen di habitat perkembangbiakan jentik dan pengaruhnya terhadap indikator entomologi.

Bahan dan Cara

Penelitian dilakukan di Dusun Berjoko/Lordes, Desa Sungai Limau, Pulau Sebatik, Kabupaten Nunukan, Provinsi Kalimantan Timur, pada tahun 2011. Pengendalian vektor malaria dilakukan secara terpadu dengan distribusi kelambu berinsektisida (deltametrin 55mg/m²); 1-2 unit setiap keluarga dan pengendalian jentik nyamuk vektor di tempat perkembangbiakan digunakan bio-larvasida piriproksifen 0,5% (konsentrasi 1 g/m²), aplikasi setiap 2 minggu. Evaluasi dilakukan dengan: 1). Penangkapan nyamuk menghisap darah manusia sepanjang malam (2 petugas di dalam maupun luar rumah). Penangkapan dilakukan sebulan sekali selama 7 bulan, untuk menentukan kepadatan populasi, rentang umur dan analisis kandungan sporozoit (uji ELISA). 2). Penangkapan nyamuk pagi hari, dilakukan satu bulan sekali di habitat aslinya seperti: tebing saluran irigasi dan parit, vegetasi, rumput sekitar pemukiman penduduk maupun habitat perkembangbiakan jentik, untuk penentuan pemilihan hospes dengan uji presipitin.¹⁴ 3). Penentuan kepadatan jentik nyamuk di tempat perkembangbiakan, dengan koleksi jentik menggunakan diper volume 350 ml, satu minggu sekali. 4). Penentuan kasus malaria dilakukan pemeriksaan darah penduduk digunakan

metode pewarnaan dengan giemsa dan RDT (*rapid diagnostic test*) sebelum dan selama aplikasi pengendalian vektor terpadu.

Bahan digunakan untuk penelitian adalah kelambu berinsektisida LLIN (deltametrin 55mg/m²) dan bio-larvasida (piriproksifen 0,5%), RDT (Pf dan Pv), giemsa, alkohol, metanol, *impregnated paper*, kertas filter, kain kasa, bahan uji ELISA penentuan pakan darah dan deteksi sporozoit.

Alat digunakan untuk penelitian adalah: aspirator, gelas plastik, jarum seksi, termometer, higrometer, diper volume 350 ml, pipet, tabung plastik, alat uji kerentanan nyamuk terhadap insektisida *susceptibility test kits* standar WHO, alat uji residu insektisida *cone bioassay*, alat pemeriksaan darah seperti: jarum lancet, slide darah, alat uji ELISA pakan darah dan deteksi sporozoit, *ependorf* 5 ml, masking tip, mikroskop *binokuler* dan *compound*.

Analisis Data

Dilakukan *pre and post treatment analysis*, dengan perhitungan matematik penurunan indikator entomologi kuantitatif sebagai variabel epidemiologi malaria meliputi: 1). Kapasitas vektorial, adalah indikator kemampuan spesies nyamuk *Anopheles* sebagai vektor malaria, ditentukan berdasarkan formula: $ma^2p^n / -\ln p$. Faktor bionomi penentu adalah: kepadatan menghisap darah orang dalam satu malam (*ma*); frekuensi spesies menghisap darah manusia, dibagi rentang waktu satu siklus gonotropi, dikalikan *human blood index/HBI* (*a*); harapan hidup setiap hari (*p*), ditentukan dari perhitungan $b\sqrt{d}$ ^{10,12} yaitu: jumlah hari siklus gonotropi (*b*) dan rentang umur dihitung dari *parous rate* (*d*) serta jumlah hari satu siklus sporogoni (*n*). 2). Rerata laju inokulasi entomologi (EIR), merupakan rerata harian jumlah gigitan nyamuk vektor malaria positif mengandung sporozoit pada setiap orang, ditentukan dengan formula: $ma.s$.¹² Faktor (*s*) adalah proporsi nyamuk positif mengandung sporozoit dari uji ELISA. 3). Indek stabilitas vektor (SI), merupakan indikator stabilitas spesies *Anopheles* sebagai vektor malaria, ditentukan berdasarkan formula $a / -\log p$.¹³ 4). Kasus malaria ditentukan dari pemeriksaan mikroskopis darah penduduk dengan pewarnaan giemsa dan digunakan RDT (Pf ; Pv). Penurunan kepadatan jentik di habitat perkembangbiakan juga

digunakan sebagai parameter evaluasi efektivitas pengendalian vektor terpadu.

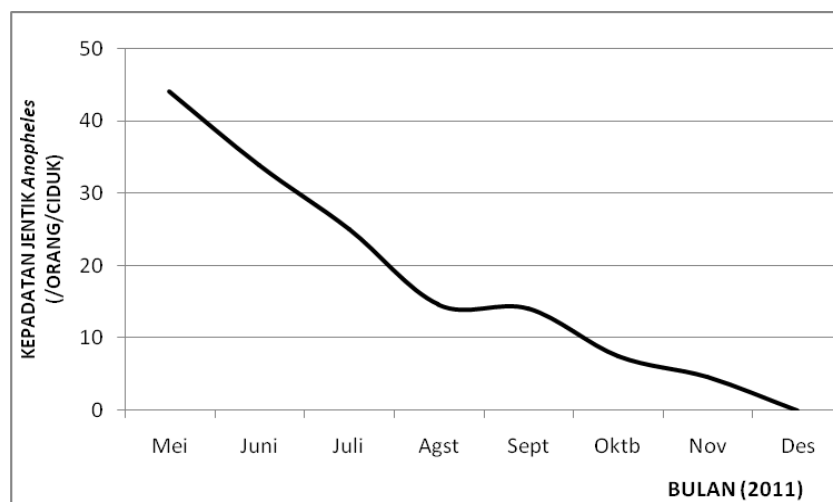
Hasil

Selama penelitian ditemukan dua spesies nyamuk tersangka vektor malaria yaitu *An. balabacensis* dan *An. maculatus*. Nyamuk *An. balabacensis* ditemukan sangat dominan, sesuai dengan habitat spesies tersebut di daerah pegunungan Pulau Sebatik.² Gambar 1, menunjukkan efektivitas bio-larvasida piriproksifen 0,5% (konsentrasi 1g/m²) terhadap penurunan kepadatan jentik di perigi sebagai tempat perkembangbiakan nyamuk *An. balabacensis* di Dusun Berjoko/Lordes, Desa Sungai Limau.

Evaluasi dilakukan terhadap 23 perigi di lingkungan pemukiman penduduk maupun perkebunan cokelat, dimulai bulan Mei (*pre-treatment*) dan selama 7 bulan penelitian (*treatment*). Penentuan kepadatan jentik dilakukan

dengan rerata jumlah (/orang/ciduk), dari 25 kali cidukan setiap habitat. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kepadatan jentik *An. balabacensis* bulan Mei (*pre treatment*) 44,1/orang/ciduk, setelah 12 kali aplikasi piriproksifen 0,5% (konsentrasi 1g/m²) pada bulan November dan Desember menurun, menjadi 4,6 dan 0,1/orang/ciduk (penurunan 99,77%). Jumlah tempat perkembangbiakan positif ditemukan jentik *An. balabacensis* setelah 6 bulan aplikasi biolarvasida piriproksifen juga menurun 95,65%.

Pada Tabel 1, disajikan hasil uji *bioassay* kelambu berinsektisida LLIN (deltametrin 55mg/m²) pasca pemakaian 6 bulan oleh penduduk (belum pernah dicuci), dilanjutkan dengan dicuci 5, 10 dan 15 kali di laboratorium. Kematian nyamuk uji, vektor malaria *An. maculatus* sampai dengan pencucian 15 kali adalah 100% dan menurun setelah dicuci 20 kali, kematian 95,56%.



Gambar 1. Efektivitas bio-larvasida piriproksifen 0,5% terhadap kepadatan jentik (/orang/ciduk) di tempat perkembangbiakan *An. balabacensis*.

Tabel 1. Hasil uji *bioassay* kelambu berinsektisida LLIN (deltametrin 55mg/m²) pasca pemakaian dan pencucian, terhadap nyamuk *An. maculatus**/

Kematian (%) nyamuk uji pasca pemeliharaan 24 jam setiap pengujian (pencucian)				
Sebelum di cuci**/	5 kali cuci	10 kali cuci	15 kali cuci	20 kali cuci
100,00	100,00	100,00	100,00	95,65

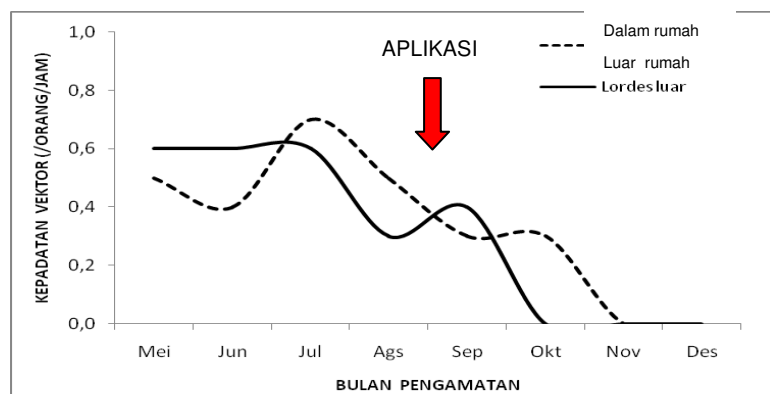
*/ digunakan metode *cone*, 3 kali ulangan/sampel LLIN, 3 X 45 nyamuk uji/unit = 135 ekor.¹⁶

**/ LLIN belum dicuci (digunakan penduduk selama 6 bulan), pencucian 5-20 kali di laboratorium.

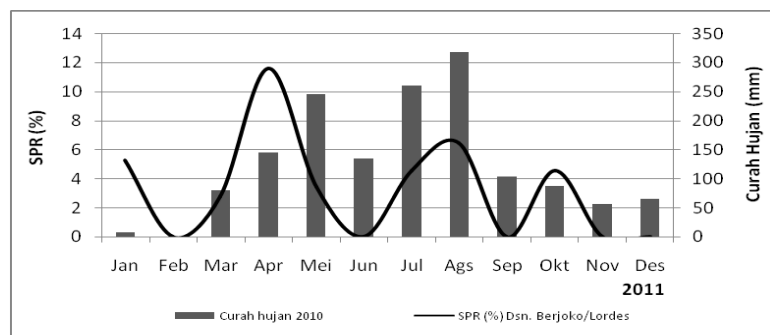
Tabel 2. Hasil uji kerentanan nyamuk vektor malaria *An. balabacensis* terhadap Beberapa Jenis Insektisida */

Spesies nyamuk	Kematian (%) nyamuk uji terhadap insektisida			
	Deltametrin 0,05%	Permetrin 0,75%	Lambdasihalotrin 0,05%	Malation 5,0%
<i>An. balabacensis</i>	96,00	24,00	43,00	98,00

*/ uji kerentanan digunakan metode impregnated paper, jumlah nyamuk uji 15 ekor, 3 ulangan,^{16,17} untuk setiap jenis insektisida.



Gambar 2. Fluktuasi kepadatan vektor malaria *An. balabacensis* (orang/jam) menggigit orang malam hari di Dusun Berjoko/Lordes, tahun 2011



Gambar 3. Curah hujan dan fluktuasi angka kasus malaria (SPR-%), Desa Sungai Limau, Kecamatan Sebatik Tengah, Tahun 2011

Pada Tabel 2, terlihat bahwa nyamuk vektor malaria *An. balabacensis*¹⁵ di Dusun Berjoko/Lordes, Desa Sungai Limau, Pulau Sebatik masih toleran terhadap deltametrin kematian 96,00%, tetapi resisten terhadap permetrin dan lambdasihalotrin, kematian 24,00% dan 43,00%.^{16,17} Spesies tersebut rentan terhadap malation, kematian 98,00%.

Fluktuasi kepadatan nyamuk *An. balabacensis* selama evaluasi terlihat menurun secara bertahap dan pada bulan November, yaitu 6 bulan setelah aplikasi pengendalian vektor terpadu, dari 0,5 dan 0,6 menurun menjadi 0,0/orang/jam, ditemukan menggigit orang di dalam dan luar rumah (Gambar 2).

Hasil pemeriksaan sporozoit dengan uji ELISA, ditemukan 13 ekor nyamuk *An. balabacensis* positif mengandung sirkum sporozoit Pf dari 102 sampel diperiksa dengan sporozoit indek (SPI) 12,75%. Pemeriksaan pakan darah ditemukan bahwa nyamuk *An. balabacensis* Dusun Berjoko/Lordes, bersifat sangat antropofilik¹⁴ dengan HBI 88,33% dari 60 sampel darah nyamuk diperiksa.

Gambar 3, visualisasi fluktuasi kasus malaria dan curah hujan di P. Sebatik selama penelitian. Jumlah kasus sangat kecil, tetapi selalu ditemukan sepanjang tahun 2011.

Angka SPR pada bulan April dan Mei adalah 11,62% dan 3,44%, sedangkan bulan November

dan Desember menurun menjadi 0,00%. Kelembaban udara selama penelitian berfluktuasi berkisar antara 78-96% dengan suhu 25-27°C dan tidak terlihat adanya pengaruh curah hujan terhadap peningkatan kasus.

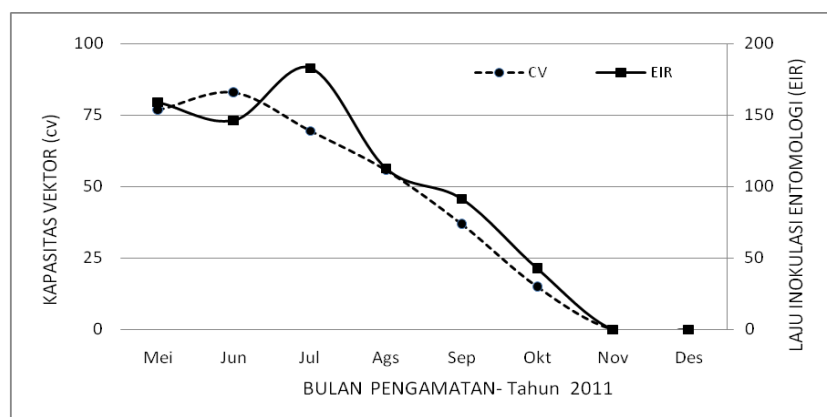
Tabel 3, menunjukkan bahwa nilai VC nyamuk *An. balabacensis* pada bulan Mei (sebelum aplikasi) 76,66 sedangkan bulan Oktober menurun menjadi 14,75. Pada bulan November dan Desember nilai indikator entomologi kuantitatif VC, EIR dan SI menjadi 0,00 (penurunan 100%).

Perhitungan matematika indikator entomologi VC, EIR dan SI nyamuk *An. balabacensis*,

Tabel 3. Penurunan (%) nilai indikator entomologi vektor malaria *An. balabacensis* Dusun Berjoko/Lordes, Desa Sungai Limau, selama aplikasi pengendalian vektor terpadu

Tahun 2011	CV	Penurunan (%)	EIR	Penurunan (%)	SI	Penurunan (%)
Mei	76,66		159,02		4,29	
Juni	82,78	-7,99	146,36	7,96	3,47	19,17
Juli	69,47	9,38	182,95	-15,04	5,28	-22,86
Agst	55,59	27,49	112,58	29,20	4,18	2,57
Sept	36,74	52,07	91,47	42,48	5,06	-17,82
Okto	14,75	80,76	42,22	73,45	5,58	-30,08
Nov	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00
Des	0,00	100,00	0,00	100,00	0,00	100,00

Keterangan: SPI = (Sporozoit Index) 12,75 dan HBI = 88,33



Gambar 4. Penurunan kapasitas vektorial (CV) dan rerata laju inokulasi entomologi (EIR), vektor malaria *An. balabacensis*

selama aplikasi pengendalian vektor terpadu secara rinci disajikan pada Tabel 3 dan Gambar 4.

Pembahasan

Kapasitas vektorial nyamuk *An. balabacensis* bulan Mei (*pre-treatment*) 76,66 pada bulan Juli terjadi penurunan 9,38%, sedangkan Oktober penurunan menjadi 80,76% dan setelah 6 bulan aplikasi pengendalian vektor terpadu yaitu pada bulan November terjadi penurunan 100% (Tabel 3 dan Gambar 4).

Nilai kapasitas vektor 0,01-0,03 dikatakan dapat memelihara penularan dan endemisitas malaria di suatu wilayah ekosistem.¹⁰ Hasil penelitian menunjukkan bahwa bulan Juni-Oktober, potensi *An. balabacensis* dalam penularan malaria cukup tinggi (VC: 14,75-82,78). Nilai VC tersebut > 0,03 sehingga potensi memelihara endemisitas malaria di Dusun Berjoko/Lordes, sangat tinggi. Kapasitas nyamuk *An. balabacensis* menularkan malaria pada bulan November dan Desember yaitu 6 dan 7 bulan aplikasi pengendalian vektor terpadu, menunjukkan bahwa tidak terjadi penularan malaria di daerah endemis VC: $0,00 < 0,01$ ¹⁰ (Tabel 3).

Laju inokulasi entomologi, sangat dipengaruhi kepadatan nyamuk vektor, frekuensi menggigit, pemilihan hospes dan indeks sporozoit (SPI).¹² Hasil perhitungan menunjukkan penurunan indikator entomologi EIR pasca aplikasi pengendalian vektor terpadu, pada bulan Mei-September berkisar antara 159,02-91,47 dan intensitas penularan malaria oleh *An. Balaba-censis* termasuk kategori tinggi dan sedang. Kondisi tersebut disebabkan angka sporozoit indek cukup tinggi 12,75 (Tabel 3). Bulan Oktober (5 bulan aplikasi) nilai EIR menjadi 42,22 dan penurunan 73,45%, termasuk katagori intensitas transmisi sedang.¹² Pada bulan November dan Desember yaitu 6 dan 7 bulan aplikasi pengendalian vektor terpadu, nilai EIR menjadi 0,00 (penurunan 100%) dan tidak ada intensitas penularan malaria (Tabel 3, Gambar 4).

Indeks Stabilitas nyamuk *An. balabacensis* pada bulan Mei sampai Oktober, menunjukkan sangat stabil sebagai vektor malaria yaitu > 2,50¹³, nilai SI berkisar antara 3,47 dan 5,58. Sebagai pembanding, kisaran nilai SI nyamuk vektor daerah endemis malaria di Afrika, dilaporkan

sangat tinggi yaitu 18,01-39,00.¹² Pada bulan November dan Desember, nilai SI *An. balabacensis* di Dusun Berjoko/Lordes menjadi 0,00. Nilai indikator SI menunjukkan bahwa peranan spesies sebagai vektor malaria tidak stabil, karena kurang dari 0,5¹³ (Tabel 3). Kondisi tersebut merupakan indikator entomologi kuantitatif sebagai variabel epidemiologi malaria dan merupakan efektivitas aplikasi pengendalian vektor terpadu di Dusun Berjoko/Lordes.

Evaluasi efektivitas kelambu berinsektisida LLIN (deltametrin 55 mg/m²) pasca pemakaian oleh penduduk selama 6 bulan (belum dicuci), dilakukan dengan uji *bioassay* terhadap nyamuk vektor malaria *An. maculatus* di laboratorium, kematian 100%. Sampel kelambu setelah dicuci 20 kali, kematian nyamuk uji menjadi 95,56%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa LLIN (deltametrin) masih efektif membunuh nyamuk *An. maculatus* pasca pencucian 20 kali, menurut standar WHO, 2005.^{5,16} Fluktuasi kasus malaria di Desa Sungai Limau berdasarkan data curah hujan di P. Sebatik selama penelitian tidak terlihat, karena jumlah kasus malaria sangat kecil, walaupun ditemukan sepanjang tahun. Bulan Mei sebelum aplikasi pengendalian vektor terpadu, SPR dilaporkan 3,44%, sedangkan bulan November dan Desember (6-7 bulan aplikasi) SPR menjadi 0,00%.

Nilai kapasitas vektor, sangat dipengaruhi oleh faktor bionomik seperti: kepadatan nyamuk menggigit manusia (*man mosquito contact*), pemilihan hospes (HBI), rentang umur (*parous rate*) dan siklus gonitropi nyamuk vektor malaria,^{9,10} disamping periode ekstrinsik spesies plasmodium.^{10,18} Faktor bionomi penentu nilai VC sangat dipengaruhi oleh faktor genetik dan lingkungan (abiotik) khususnya temperatur dan kelembaban udara, serta (biotik) termasuk perilaku vektor, manusia dan keberadaan ternak. Kelembaban udara 78-96% dan suhu 25-27°C merupakan kondisi optimum bagi perkembangan nyamuk *Anopheles*.¹⁵ Nilai EIR, sangat tergantung kepada variabel penentu, seperti: antropofilik indek, kepadatan nyamuk menggigit orang dan indeks sporozoit. Indek Stabilitas nyamuk vektor juga sangat dipengaruhi pemilihan hospes dan kepadatan menggigit manusia. Tiga indikator entomologi kuantitatif VC, EIR dan SI dapat digunakan sebagai indikator dalam evaluasi efektivitas pengendalian vektor terpadu. Melihat

kenyataan tersebut, pengendalian vektor malaria terpadu dengan distribusi kelambu berinsektisida LLIN (deltametrin) dan aplikasi bio-larvasida (piriproksifen) pada habitat jentik vektor, di Dusun Berjoko/Lordes adalah sangat tepat. Metode tersebut dipilih sehubungan dengan perilaku nyamuk vektor malaria *An. balabacensis* bersifat endofagik dan eksofagik². Penurunan variabel terukur indikator evaluasi CV, EIR, SI dan angka kasus malaria, terlihat secara bertahap terjadi setiap bulan dan sangat efektif setelah 6 bulan aplikasi dengan penurunan 100% (Tabel 3). Dari hasil penelitian direkomendasikan bahwa model pengendalian vektor terpadu ini tidak digunakan pada waktu terjadi wabah/KLB, tetapi lebih tepat diaplikasikan sebagai usaha menurunkan intensitas penularan dan angka kasus malaria di daerah endemis supaya tetap rendah.

Kesimpulan

Pengendalian vektor terpadu dengan distribusi kelambu berinsektisida LLIN (deltametrin 55mg/m²) dan aplikasi bio-larvasida piriproksifen 0,5% (konsentrasi 1g/m²) di habitat jentik nyamuk, cukup efektif menurunkan indikator entomologi kuantitatif sebagai variabel epidemiologi malaria. Penurunan sebesar 100% terjadi setelah 6 bulan aplikasi, terhadap indikator kuantitatif meliputi: kapasitas vektorial, rerata laju inokulasi entomologi dan indek stabilitas nyamuk *An. balabacensis* sebagai vektor dan angka kasus malaria. Pengendalian vektor terpadu ini sangat efektif digunakan untuk menjaga endemisitas malaria tetap rendah.

Saran

Model pengendalian vektor terpadu dengan distribusi kelambu berinsektisida LLIN dan aplikasi bio-larvasida piriproksifen 0,5% di habitat perkembangbiakan jentik, tidak direkomendasikan untuk digunakan pada waktu terjadi wabah atau peningkatan kasus di daerah endemis malaria.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada: Kepala Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Vektor dan Reservoir Penyakit, yang telah memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada Kepala Dinas Kesehatan Kabupaten Nunukan,

Kepala Puskesmas Aji Kuning, atas bantuan dan fasilitas diberikan selama penelitian. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada: Bapak Rustam, Bapak Mustakim, SKM; Ibu Sinar dan Daniel (Puskesmas Aji Kuning), teknisi litkayasa B2P2VRP Salatiga dan semua pihak yang telah membantu dalam penelitian, analisis data maupun penulisan laporan, langsung atau tidak. Ucapan terimakasih secara khusus disampaikan kepada masyarakat Dusun Berjoko/Lordes, Desa Sungai Limau, Kecamatan Sebatik Tengah atas partisipasi, fasilitas dan bantuan selama melakukan penelitian di lapangan. Semoga amal baik saudara sekalian mendapatkan imbalan dari Tuhan Yang Maha Kasih. Amin.

Daftar Pustaka

1. Dinas Kesehatan Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur. Analisis Situasi Malaria di Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur tahun 2009. Din. Kes. Kab. Kalimantan Timur. Nunukan. 2010.
2. Boewono, D.T., Widiarti, Hasan, B., Umi. W., Ristiyanto, dan Wiwik T. Studi Bio-Epidemiologi Penularan Malaria Di Daerah Lintas Batas Indonesia – Malaysia (Kecamatan Sebatik, Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur). Laporan akhir. Balai Besar Penelitian Vektor dan Reservoir Penyakit. Badan Litbang.Kes. Salatiga. 2009.
3. Takken, W. Environmental measures for malaria control in Indonesia; a historical review on species sanitation. Wageningen, Wageningen Agricultural University. 1991.
4. Departemen Kesehatan RI. Epidemiologi Malaria di Indonesia. Buletin Jendela Data dan Informasi Kesehatan. Direktorat Jendral PP&PL, Jakarta. 2011.
5. WHO. *Guidelines for Laboratory and Field Testing of Long Lasting Insecticidal Mosquito Nets* WHO/CDS/WHOPES/GCDPP/2005-11.
6. Petter, CH and Gilles G.B., Vector control. New York. N.Y., John Wiley & Sons. 2002.
7. Rozendal, J.A. Vector Control : Methods for use by individuals and communities. WHO., Geneva. 1997.
8. Sigit, S.H dan U.K. Hadi. Hama Pemukiman Indonesia. Institut Pertanian Bogor. 2006.

-
-
9. Warrell, D.A and H.M. Gilles. Essential Malariology. Oxford University Press Inc. 2002. 348p.
 10. Molineaux, L., Shidrawi, G.R., Clarke, J.L., Boulzaquet, J.R. and T.S. Ashkar. Assesment of Insecticidal Impact on the Malaria Mosquito's Vectorial Capacity from Data on the Man Biting rate and age Composition. *Bull. World health Org.* 1979. 57(2);265-274.
 11. Gurret-Jones and G.R. Shidrawi. Malaria Vectorial Capacity of a Population of *An. gambiae*. An experience in Epidemiological Entomology. *Bull. Wld. Health Org.* 1969.40:531-45.
 12. Beier, J.C, Killeen, G.F, Githure J.I. Short Report : Entomologic Innoculation Rates and *Plasmodium falciparum* Malaria Prevalence in Afrika. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*1999.61 (1): 109-113.
 13. Kiszewski, A., Mellinger, A., Spielman, A., Malaney, P., Sachs, S.A. and J. Sachs. A Global Index Representing the Stability of Malaria transmission. *Am. J. Trop. Med. Hyg.* 2004.70(5):486-498.
 14. Garrett-Jones. The Human Blood Index of Malaria Vectors in relation To Epidemiological Assesment. *Bulletin WH.*, 1964. 30:241-261.
 15. Reid, J.A. *Anopheline Mosquitoes of Malaya and Borneo*. Studies from the Institute for Medical Research, Malaysia No 31. Government of Malaysia. 1968. 532p.
 16. Boewono, D.T dan H. Boesri. Pedoman Teknis Uji Insektisida. B2P2VRP, Salatiga. 2009. 91p.
 17. WHO. Instructions for determining the susceptibility or resistance of adult mosquitoes to organochlorine organophosphate and carbamate insecticides. Diagnostic Test WHO/VBC/1981.81. 806. (1981)
 18. Herath, P.R.J. Insecticide Resistance Status in Disease Vectors and its Practical Implication. Intercountry Workshop on Insecticide Resistance of Mosquito Vectors. Salatiga Indonesia. 1997. 25p.
 19. WHO. *Pesiticide and their Application for the Control of Vectors and Pest of Public Health Important* WHO/CDS/NTD/WHOPES/GCDPP/2006.1.
 20. Bruce-Chwatt, L.J. Essential Malariology. ELBS/William Heinemann Med. Books Ltd. London. 1985.
 21. Novak, R.J., Burgess P., Brooks I. Integrated Malaria Management. *Vector Biology, Ecology and Control*. Springer: 2010. 221-258.