



JNPH

Volume 11 No. 1 (April 2023)

© The Author(s) 2023

BERBAGAI METODE INTERVENSI UNTUK PENGENDALIAN VEKTOR MALARIA: NARATIF REVIEW

VARIOUS INTERVENTION METHODS FOR MALARIA VECTOR CONTROL: NARRATIVE REVIEW

**YUVITA FITRIANA, YUANITA WINDUSARI, HAMZAH HASYIM
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT, UNIVERSITAS SRIWIJAYA,
SUMATERA SELATAN, INDONESIA**

Email: yuvitafitriana@gmail.com

ABSTRAK

Pendahuluan: Pengendalian vektor malaria merupakan strategi yang penting dalam upaya pengendalian dan eliminasi malaria karena sangat efektif dalam mencegah infeksi dan mengurangi penularan penyakit. Terdapat dua metode intervensi yang utama dalam pengendalian vektor malaria yaitu Indoor Residual Spraying (IRS) dan Insecticide-Treated Nets (ITNs). Meskipun demikian, beberapa intervensi lain juga terus dikembangkan untuk pengendalian vektor malaria. Melihat hal tersebut maka peneliti tertarik untuk melakukan studi literatur review tentang “Berbagai Metode Intervensi untuk Pengendalian Vektor Malaria: A Narrative Review”. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat gambaran berbagai metode intervensi untuk pengendalian malaria. Metode: Metode penelitian ini adalah penelitian deskriptif observasional dengan menggunakan desain literature review dengan pendekatan naratif review. Dimana ulasan, rangkuman, dan pemikiran dari beberapa sumber pustaka dibahas sesuai topik yang ditentukan, rentang waktu artikel yang dipilih dalam studi ini adalah 5 tahun terakhir. Artikel yang dipilih berdasarkan beberapa kriteria inklusi dan eksklusi yang ditetapkan oleh peneliti. Hasil dan Pembahasan: Dari artikel yang telah ditetapkan peneliti tentang berbagai metode intervensi untuk pengendalian vektor malaria sehingga diperoleh 21 artikel yang digunakan dalam studi ini. Dari 21 artikel tersebut diperoleh 8 artikel membahas tentang pengendalian vektor malaria dengan metode IRS, 4 artikel membahas metode LLINs, 4 artikel membahas metode larvasida, 4 artikel membahas metode ITNs dan 8 artikel membahas berbagai metode lainnya. Kesimpulan: Adanya resistensi yang merupakan dampak akibat penggunaan insektisida pada beberapa intervensi dapat mengancam keberhasilan program pencegahan malaria sehingga perlu dikembangkan dan diteliti lebih lanjut guna memperoleh intervensi yang tepat dalam upaya pengendalian vektor malaria.

Kata Kunci: Malaria, Pengendalian Vektor, Literatur Review

ABSTRACT

Introduction: Malaria vector control is an important strategy in efforts to control and eliminate malaria because it is very effective in preventing infection and reducing disease transmission. There are two main intervention methods in controlling malaria vectors, namely Indoor Residual Spraying (IRS) and Insecticide-Treated Nets (ITNs). Nonetheless, several other interventions are also being developed for malaria vector control. Seeing this, the researcher is interested in conducting a literature review study on "Various Intervention Methods for Malaria Vector Control: A Narrative Review". The purpose of this study was to provide an overview of various intervention methods for malaria control. **Method:** This research method is a descriptive observational study using a literature review design with a narrative review approach. Where reviews, summaries, and thoughts from several literature sources are discussed according to the specified topic, the time span of the articles selected in this study is the last 5 years. Articles were selected based on several inclusion and exclusion criteria set by the researcher. **Results and Discussion:** From the articles that the researchers assigned about various intervention methods for malaria vector control, 21 articles were used in this study. From these 21 articles, 8 articles discussed malaria vector control using the IRS method, 4 articles discussed the LLINs method, 4 articles discussed the larvicidal method, 4 articles discussed the ITNs method and 8 articles discussed various other methods. **Conclusion:** There is resistance as a result of the use of insecticides in several interventions can threaten the success of malaria prevention programs, so it needs to be further developed and researched in order to obtain appropriate interventions in efforts to control malaria vectors.

Keywords: Malaria, Vector Control, Literature Review

PENDAHULUAN

Malaria merupakan penyakit berbahaya dan dapat menyebabkan kematian yang disebabkan oleh infeksi *Plasmodium* yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Anopheles* betina yang terinfeksi. Berdasarkan laporan terbaru dari World Health Organisation, terdapat 241 juta kasus malaria pada tahun 2020 dengan jumlah kematian akibat malaria mencapai 627 ribu jiwa. Dalam upaya pencapaian target global eliminasi malaria di tahun 2030, maka tindakan pencegahan perlu dilakukan. Pencegahan melalui perluasan akses dan strategi pencegahan malaria yang direkomendasikan WHO telah memberikan dampak yang besar dalam mengurangi beban global terhadap penyakit ini. Adapun strategi tersebut berupa pengendalian vektor malaria, kemoterapi pencegahan dan vaksin malaria (WHO).

Pengendalian vektor malaria merupakan strategi yang penting dalam upaya pengendalian dan eliminasi malaria karena

sangat efektif dalam mencegah infeksi dan mengurangi penularan penyakit. Terdapat dua metode intervensi yang utama dalam pengendalian vektor malaria yaitu *Indoor Residual Spraying* (IRS) dan *Insecticide-Treated Nets* (ITNs). Beberapa penelitian menunjukkan kedua intervensi ini terbukti efektif dalam mengendalikan vektor malaria. Sebuah penelitian di sebelah barat Kenya menyebutkan bahwa setelah dilakukan dua putaran IRS, prevalensi parasitemia malaria 6,4% di distrik IRS dibandingkan dengan di distrik pembanding yaitu 16,7% dan prevalensi malaria klinis juga lebih rendah di distrik IRS yaitu 1,8% dibandingkan dengan di distrik pembanding 4,9% (Gimmig et al., 2016).

Meskipun demikian, beberapa intervensi lain juga terus dikembangkan untuk pengendalian vektor malaria antara lain *long-lasting insecticides nets* (LLINs), penggunaan larvasida dan endoktosida (Lobo et al, 2018) Berdasarkan hal tersebut maka peneliti tertarik untuk melakukan studi literatur

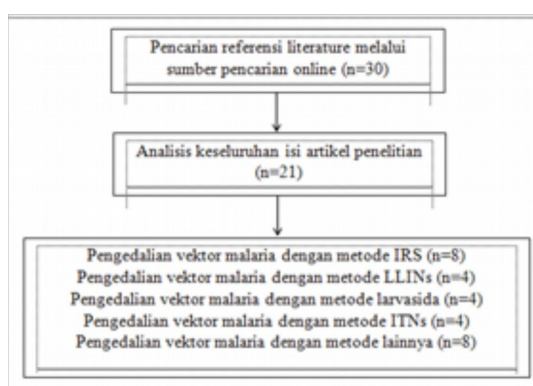
review tentang “Berbagai Metode Intervensi untuk Pengendalian Vektor Malaria”.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif observasional yang menggunakan metode *literature review* melalui pendekatan *naratif review*. Dimana ulasan, rangkuman, dan pemikiran dari beberapa sumber pustaka dibahas sesuai topik yang ditentukan. Artikel yang dipilih dalam studi ini berdasarkan beberapa kriteria yang ditetapkan oleh peneliti yaitu merupakan jurnal dan artikel berbahasa Inggris, tersedia dalam bentuk *full text* (bukan hanya abstrak), dan rentang waktunya 5 tahun terakhir (2016 – 2021).

HASIL PENELITIAN

Berdasarkan hasil identifikasi dari beberapa sumber seperti *Google Scholar* dan *Pubmed*. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian sumber yaitu “*malaria vector control dan vector control of malaria*”. Artikel yang dipilih dalam studi ini berdasarkan beberapa kriteria inklusi dan eksklusi yang ditetapkan oleh peneliti. Dari artikel yang telah ditetapkan peneliti tentang berbagai intervensi dalam pengendalian vektor malaria sehingga diperoleh 21 artikel yang digunakan dalam studi ini.



Gambar 1. Diagram Pencarian Literatur

Dari 20 artikel tersebut diperoleh diantaranya 8 artikel membahas tentang pengendalian vektor malaria dengan metode

IRS, 4 membahas tentang pengendalian vektor malaria dengan metode LLINs, 4 artikel membahas tentang pengendalian vektor malaria dengan metode larvasida, 4 artikel membahas tentang pengendalian vektor malaria dengan metode ITNs dan 8 artikel membahas tentang pengendalian vektor malaria dengan berbagai metode lainnya. Jenis penelitian yang digunakan dalam artikel ini yaitu studi ekperimental, studi literatur, studi kualitatif, dan studi evaluasi. Data kasus dalam artikel penelitian yang diidentifikasi antara tahun 2016 hingga 2021.

Tabel 1. Karakteristik Artikel yang diidentifikasi

No	Penulis (Tahun)	Negara	Judul	Metode	Temuan
1	Killeen, dkk (2017)	Tanzania	Control of Malaria Vector Mosquitoes by Insecticide-Treated Combinations of Window Screens and Eave Baffles	Eksperimental	Tidak ada perbedaan yang signifikan antara semua kombinasi WSEBs <i>pirimiphos-methyltreated</i> dan IRS <i>pirimiphos-methyls</i> dengan penggunaan masing-masing WSEB <i>pirimiphos-methyltreated</i> atau IRS <i>pirimiphos-methyls</i> saja terhadap angka kematian nyamuk <i>NS funestus</i> . WSEB yang diberi insktisida lebih unggul dalam melawan nyamuk <i>NS arabiensis</i>

					dari pada IRS.			vector control	(formulasi veteriner dari insektisida sistemik atau topikal) dan ivermectin.
2	Derua, dkk (2019)	Sub-Saharan Africa (SSA)	Bacteria l Lavicide s used for Malaria Vector Control in Sub-Saharan Africa: review of their effectiveness and operational feasibility	Studi Literatur	Pada tingkat aplikasi yang rendah, produk larvasida bakteri berdasarkan Bacillus thuringiensis var. israelensis (Bti) dan/atau Bacillus sphaericus (Bs) efektif dalam mengendalikan vektor malaria. Intervensi larvasida merupakan intervensi yang layak, diterima oleh masyarakat umum, aman untuk organisme non target dan biaya yang efisien dibandingkan dengan tindakan intervensi lainnya yang dilakukan di SSA			Modern Vector Control	Studi Literatur ITN dan IRS saat ini tetap merupakan strategi pengendalian vektor yang utama dalam penanggulangan malaria. Terdapat beberapa strategi baru yang saat ini sedang dievaluasi dan dikembangkan yaitu manajemen sumber larva, kontrol yang dimediasi host (zooprofilaksis, endektosida), strategi dorong tarik, penolak spasial, umpan gula beracun yang menarik (ATSBs), kontrol genetik dan manajemen vektor terpadu.
3	Chaccour, dkk (2016)	Africa	Mind the gap: residual malaria transmission, veterinary endectocides and livestock as targets for malaria	Studi Literatur	Pengendalian vektor malaria juga harus dilakukan terhadap vektor malaria zoophagic yaitu hewan peliharaan/ternak khususnya sapi dengan endektosida				
4	Lobo, dkk (2018)	Indiana							
5	Killeen, dkk (2016)							Measuring, manipulating and exploiting behavior	Studi Literatur Melakukan manipulasi rasional dan eksploitasi perilaku nyamuk atau strategi dorong-

	urs of adult mosquitoes to optimise malaria vector control impact		tarik. Perangkap atau kasa jendela berinsektisida, tabung eave atau penyekat eave untuk membunuh nyamuk yang mencoba memasuki rumah atau tempat perlindungan, pakaian atau emanator yang diberi insektisida untuk penolak fase uap, insektisida yang mematikan, perawatan insektisida untuk ternak dan umpan gula insektisida, aerosol insektisida atau kabut.			penelitian ini menunjukkan adanya resistensi metabolik pada vektor malaria terhadap insektisida.
6	Kisinza, Tanzania dkk (2017)	Multiple insecticide resistance in <i>Anopheles gambiae</i> from Tanzania : a major concern for malaria vector control	Studi Cross-sectional	Penggunaan Kelambu Berinsektisida Tahan Lama (LLINs) dan Penyemprotan Residu Dalam Ruangan (IRS) adalah pendekatan utama yang dilakukan untuk mengendalikan malaria di Tanzania. Namun, dalam		Strategi pengendalian vektor malaria yaitu antilarva dengan pengeliminasi fisik tempat nyamuk berkembang biak, pengendalian biologis dengan menggunakan ikan larvivorous dan larvasida kimia. Namun tidak begitu efektif karena beberapa spesies <i>Anopheles</i> berkembang biak di tempat yang sangat banyak dan sulit diakses. IRS merupakan strategi yang sesuai untuk pemberantasan malaria dan terbukti menurunkan penularan kasus malaria di Amerika, Eropa, Asia
7	Sougoufara, dkk (2017)	Sub-Saharan Africa (SSA)	Challenges for malaria vector control in sub-Saharan Africa: Resistance and behavioral adaptations in <i>Anopheles</i> populations	Studi Literatur		

				<p>Tenggara dan India. Namun, keberhasilan tersebut terkendala masalah operasional, keterbatasan dana, perubahan perilaku vektor dan resistensi insektisida. ITN yaitu penggunaan kelambu yang diberi piretroid untuk mengurangi kontak antara manusia dan vektor <i>Anopheles</i>. Namun, cara ini juga memiliki kendala berupa resistensi insektisida dan perubahan perilaku vektor.</p>					<p>karena dapat menyebabkan adanya resistensi pada vektor malaria. Karenanya diperlukan agen pengendalian vektor malaria yang baru yang akan mewakili kelas kimia yang baru dengan Profil Produk target Bahan Aktif baru (TPP) yang dapat merinci karakteristik, daya tahan, profil keamanan manusia dan lingkungan, efektifitas biaya dan penggunaan akhir.</p>	
8	Turner, dkk (2016)	Discovery to Development: Insecticides for Malaria Vector Control	Studi Literatur	<p>IRS dan ITN sebagai strategi yang efektif dalam mengendalikan malaria akan tetapi sedikitnya jumlah kelas insektisida yang digunakan dalam ITN dan IRS dapat mengancam tujuan dari pemberantasan malaria</p>						
9	Suuron, dkk (2020)				Ghana	An exploratory study of the acceptability of indoor residual spraying for malaria control in upper western Ghana	Studi Kualitatif			<p>Hasil penelitian menyebutkan bahwa banyak rumah tangga yang percaya bahwa metode penyemprotan residu dalam ruangan (IRS) adalah metode yang efektif dalam mencegah malaria dan membunuh serangga. Meskipun</p>

					demikian, terdapat hambatan terhadap penerimaan masyarakat terhadap IRS.				penularan malaria, (c) dimungkinkan untuk menggunakan bioaktivitas di tempat yang aman di luar jangkauan anak-anak dan penghuni rumah lainnya, memberikan kesempatan untuk menggunakan pestisida baru maupun kombinasinya dan menggunakan lebih sedikit insektisida.
10	Knols, dkk (2016)	Africa	Eave tubes for malaria control in Africa: an introduction	Studi Eksperimen/ Studi Intervensi	Penggunaan tabung eave untuk mengendalikan vektor malaria mempunyai beberapa keunggulan yaitu: (a) pembukaan sebagian atap (melalui pemasangan tabung) berpotensi mengembalikan aliran udara dan dengan demikian mampu meningkatkan kenyamanan, (b) dengan memasang penghalang di dalam tabung (kelambu) dapat mencegah nyamuk memasuki rumah dan berpeluang untuk terpapar insektisida selama 3-4 siklus pemberian makan inang sebelum menjadi menular dan berkontribusi terhadap				
11	Afrane, dkk (2016)	Kenya		Evaluasi	Studi Evaluasi				Di kondisi semi-alami formulasi fourstar briket 180 hari dapat menghambat pupa nyamuk dalam 3 bulan pertama, lalu 4-6 bulan setelah aplikasi dapat mengurangi produktivitas pupa sebesar 87-98%. Di habitat alami, tidak ada kepompong yang terdeteksi dari habitat yang

			dirawat di lokasi dataran tinggi selama 2 bulan pertama dan kepadatan pupa berkurang dalam 3-5 bulan ke depan. Di dataran rendah, dalam 3 bulan pertama penurunan produktivitas pupa mencapai 100% lalu 75-90% pada 4-5 bulan berikutnya. Penerapan formulasi briket dapat mengurangi kepadatan nyamuk yang menggigit di dalam ruangan sebesar 76-82% dan 67-75% untuk nyamuk yang menggigit di luar ruangan terhadap uji coba cluster secara acak.	of malaria and other vector-borne disease	untuk mengendalikan vektor, yang apabila dipasang di dinding bagian dalam rumah tetap efektif selama beberapa tahun. ITLW juga berdampak pada populasi vektor malaria dengan cakupan dinding yang lengkap memberikan tingkat kematian nyamuk, pencegahan, dan penghambatan makan darah tertinggi dalam uji coba gubuk eksperimental.
12 Messenger, dkk (2017)	Insecticide-treated wall lining (ITLW): future prospects for control	Studi eksperimental	ITLW atau pelapis dinding tahan lama yang diobati dengan insektisida merupakan metode baru yang dapat digunakan	Is outdoor vector control needed for malaria elimination? An individual-based modelling study	Studi permodelan Di lingkungan desa baik dengan rumah yang rapat maupun yang tersebar, intervensi kombinasi 50% LLIN ditambah ATSB luar ruangan secara signifikan mengurangi populasi nyamuk
13 Lin Zhu, dkk (2017)		Africa			

				dalam jangka pendek, meningkatkan kemungkinan kepunahan nyamuk serta meningkatkan waktu ketika EIR tahunan kurang dari satu per orang dibandingkan 50% LLINs saja atau ATSB luar ruangan saja.				untuk meningkatkan pengendalian malaria yang ditularkan oleh vektor nyamuk yang resisten terhadap piretroid.
14	Ngufor, dkk (2017)	Cove Southern Benin	Which intervention is better for malaria vector control: insecticide mixture long lasting insecticide nets or standard pyrethroid nets combined with indoor residual spraying?	Studi eksperimental	Intervensi gabungan chlorfenapyr IRS dan pyrethroid LLIN memberikan peningkatan kontrol vektor malaria yang resisten terhadap piretroid dengan menginduksi tingkar kematian yang jauh lebih tinggi melalui komponen chlorfenapyr dan memberikan perlindungan pribadi melalui komponen piretroid. Dua strategi tersebut sebanding dalam potensinya			
15.	Gari, dkk (2018)	Ethiopia	Reshaping the vector control strategy for malaria elimination in Ethiopia in the context of current evidence and new tolls: opportunities and challenges	Studi Literatur	Reshaping the vector control strategy for malaria elimination in Ethiopia in the context of current evidence and new tolls: opportunities and challenges			Berbagai metode intervensi pengendalian vektor malaria yaitu jaring insektisida tahan lama (LLINs), penyemprotan residu dalam ruangan (IRS), memperbaiki perumahan, zooprofilaksis dan insektisida (ternak yang diberi insektisida), pemberian ivermectin pada manusia, bau sistem perangkap nyamuk berumpan, penyemprotan luar angkasa, terpal plastik yang diberi insektisida (ITPS), pengusir nyamuk, dan pengendalian larva (larvasida)

				kimia), metode biologis serta lingkungan.					melalui intervensi penyemprotan residu dalam ruangan (IRS) dan jaring insektisida tahan lama (LLINs).
16. Musiime, Tororo, dkk (2019)	Uganda	Impact of vektor control interventions on malaria transmission intensity, outdoor vector biting rates and <i>Anopheles</i> mosquito species composition in Tororo, Uganda.	Studi Ekperimental	Distribusi massal LLINs dan IRS secara dramatis menurunkan kepadatan vektor dan laju sprozoit yang mengakibatkan penurunan tajam dalam intensitas penularan malaria di tempat yang secara historis tinggi di Uganda.					
17. Kgoroebu tswa, dkk (2020)	Botswana	Vector control for malaria elimination in Botswana: progress, gaps and opportunities.	Studi kasus	Dalam 10 tahun terakhir Botswana berhasil membuat kemajuan yang luas biasa dalam pengendalian malaria dan reorientasi informasi dari pengendalian malaria ke eliminasi malaria pada tahun 2020. Hal ini dikaitkan dengan peningkatan manajemen kasus dan pengendalian vektor utama					Beberapa bentuk intervensi baru dalam pengendalian vektor malaria antara lain atrakan untuk perangkap arus balik menunjukkan hasil yang menggembirakan untuk pengawasan dan pemantauan malaria yang sedang berlangsung, penggunaan larvasida yang dikombinasikan dengan model penyebaran baru melalui komunitas atau teknologi kemungkinan layak digunakan di lingkungan perkotaan dan semi-perkotaan dan penggunaan umpan gula dan endektosida. Serta
18. Sougoufara, dkk (2020)	Sub-Saharan Africa (SSA)	The need for new vector control approaches targeting outdoor biting anopheline malaria vector communities	Studi Literatur						

				penggunaan rekayasa genetika dan permodelan penggerak gen.		armed cluster randomized trial	tahan di kondisi lapangan serta efektivitas biayanya dibandingkan dengan strategi utama lainnya.
19.	Gimnig, dkk (2016)	Kenya	The effect of the indoor residual spraying on the prevalence of malaria parasite infection, clinical malaria and anemia in an area of perennial transmission and moderate coverage of insecticide treated nets in western Kenya	Studi Eksperimental Setelah dilakukan dua putaran IRS, prevalensi parasitemia malaria 6,4% di distrik IRS dibandingkan dengan distrik pembandingan yaitu 16,7% dan prevalensi malaria klinis juga lebih rendah di distrik IRS yaitu 1,8% dibandingkan dengan distrik pembandingan 4,9%			
20.	Mtove dkk (2016)	Tanzania	The effectiveness of non-pyrethroid insecticide treated durable wall lining to control malaria in rural Tanzania : study protocol for a two-	Studi Kohort Keberhasilan dalam ITLW akan ditentukan bukan hanya oleh kemanjuran protektif yang dapat dibuktikan akan tetap juga kelayakan dalam implementasinya, tingkat penerimaan dalam rumah tangga, daya			
21.	Emidi, dkk (2017)	Muheza, Kenya	Impact of non-pyrethroid insecticide treated durable wall lining on age structure of malaria vectors in Muheza, Tanzania			Cross-sectional	Intervensi ITLW memberikan dampak yang rendah pada struktur umur vektor malaria <i>A.gambiae</i>

PEMBAHASAN

Penyemprotan Residu Dalam Ruangan (IRS)

Penyemprotan residu dalam ruangan (IRS) merupakan metode peendalian vektor malaria yang paling umum digunakan di berbagai negara dengan endemis malaria. IRS merupakan aplikasi insektisida yang dilakukan di dalam tempat tinggal manusia (*indoor*) berupa dinding dan permukaan lain yang dapat dijadikan tempat peristirahatan vektor malaria dengan memberikan efek berupa kematian populasi vektor (Lobo et al., 2018).

IRS telah diidentifikasi sebagai metode yang sesuai untuk program pemberantasan malaria antara tahun 1955 dan 1969 dengan penggunaan dalam skala besar di banyak negara di dunia yang menyebabkan penurunan dramatis dalam penularan malaria di Amerika Serikat, Eropa, Asia Tenggara, India dan Amerika Selatan ([Sougoufara et al.](#),

2017). Pengendalian vektor malaria dengan IRS di Botswana dimulai pada pertengahan 1940-an dan menunjukkan berkurangnya prevalensi dari 73% yang tinggi di Distrik Chobe dan Ngami pada tahun 1944, menjadi 14% pada tahun 1974 (Kgorobutswe et al., 2020). Studi serupa yang dilakukan di Tororo Uganda, menunjukkan bahwa distribusi massal LLIN dan 6 putaran IRS mampu menurunkan kepadatan vektor dan laju sporozoit yang berakibat pada menurunnya intensitas penularan malaria di tempat penularan yang secara historis tinggi di Uganda dan di Kenya setelah dilakukan dua putaran IRS, prevalensi parasitemia malaria 6,4% di distrik IRS dibandingkan dengan di distrik pembanding yaitu 16,7% dan prevalensi malaria klinis juga lebih rendah di distrik IRS yaitu 1,8% dibandingkan dengan di distrik pembanding 4,9% (Musiiime et al., 2019) dan (Gimnig et al., 2016).

Penggunaan IRS dengan DDT mempunyai peran sentral dalam keberhasilan pemberantasan malaria yang dipimpin WHO dan tetap merupakan upaya global untuk mengendalikan malaria. Akan tetapi, sebuah studi di Etiopia menemukan bahwa salah satu vektor malaria yaitu *NS. arabiensis* sangat tahan terhadap DDT, malathion dan deltamethrin, tetapi rentan terhadap pirimiphos methyl, bendiocarb dan popoxur. Munculnya resistensi insektisida dengan cepat ini tentunya dapat mengancam tercapainya tujuan pemberantasan malaria (Gari and Lindtjorn, 2018). Oleh karena kurangnya jumlah kelas atau jenis insektisida yang digunakan dalam IRS ini, penemuan bahan aktif baru yang diperlukan untuk pengendalian vektor malaria perlu dikelola dengan menggunakan campuran kimia dan atau rencana rotasi yang dirancang dengan baik sehingga dapat mengoptimalkan kinerja lapangan serta dapat menunda evolusi strain nyamuk yang resisten (Turner et al., 2016).

Meskipun penggunaan IRS efektif untuk pengendalian vektor malaria, akan tetapi terdapat beberapa hambatan dalam pelaksanaannya. Sebuah penelitian di daerah endemis malaria yaitu di Ghana menemukan

bahwa penerimaan masyarakat terhadap IRS merupakan hambatan yang cukup besar. Hambatan tersebut antara lain berupa ketidaksukaan masyarakat terhadap insektisida semprot, informasi yang tidak memadai tentang efektifitas metode IRS dalam pengendalian vektor malaria, kesulitan dalam mengemas barang-barang karena metode ini dilakukan di dalam rumah sehingga masyarakat harus mengemas barang-barangnya terlebih dahulu sebelum adanya tindakan lalu memasukkan kembali barang-barang tersebut setelah tindakan IRS dilakukan (Suuron et al., 2020).

Long-lasting insecticides nets (LLINs) atau jaring insektisida tahan lama

LLIN merupakan alat yang efektif untuk mencegah penularan malaria dan telah diterapkan sebagai salah satu metode intervensi pengendalian vektor malaria utama di negara-negara endemis malaria selain IRS. Namun, metode ini juga memiliki tantangan atau hambatan dalam implementasinya. Di Ethiopia, tantangan serius dalam penerapan LLIN ini adalah adanya resistensi vektor terhadap insektisida yang terdapat pada LLIN, penyalahgunaan serta kejadian kehilangan kelambu yang tinggi. Sebuah studi kohort di selatan tengah Ethiopia menemukan bahwa 60% kelambu hilang setelah 1 tahun didistribusikan secara massal (Gari and Lindtjorn, 2018). Serupa dengan hasil penelitian di Tanzania menunjukkan adanya mekanisme resistensi metabolik pada vektor malaria dan resistensi silang terhadap insektisida. Resistensi piretroid yang meluas dan laporan resistensi metil pirimiphos dapat mempengaruhi keefektifan dari LLIN (Kisinza et al., 2017).

Adanya ancaman terhadap resistensi tersebut, sebuah studi eksperimental di Cove Southern Benin menggunakan chlorfenapur dan alpha-cypermethrin secara bersamaan sebagai campuran pada jaring LN atau intervensi gabungan *chlorfenapyr* IRS dan *pyrethroid* LN memberikan peningkatan kontrol vektor malaria yang resisten terhadap

piretroid dengan menginduksi tingkat kematian yang jauh lebih tinggi. Keduanya berpotensi untuk meningkatkan pengendalian malaria yang ditularkan oleh vektor nyamuk yang resisten terhadap piretroid (Ngufor et al., 2017).

Sama seperti IRS, LLIN merupakan metode pengendalian vektor malaria dalam ruangan (*indoor*). Untuk mencapai keberhasilan pengendalian vektor malaria, LLIN dapat dikombinasikan dengan metode luar ruangan seperti ATSB. Sebuah studi di Afrika menunjukkan bahwa di lingkungan desa baik dengan rumah yang rapat maupun yang tersebar, intervensi kombinasi 50% LLIN ditambah ATSB luar ruangan secara signifikan mengurangi populasi nyamuk dalam jangka pendek, meningkatkan kemungkinan kepunahan nyamuk serta meningkatkan waktu ketika EIR tahunan kurang dari satu per orang dibandingkan 50% LLINs saja atau ATSB luar ruangan saja (Zhu et al., 2017).

Penggunaan bakteri larvasida

Terjadinya resistensi yang luas terhadap beberapa senyawa kimia yang umumnya digunakan dalam pengendalian vektor malaria seperti IRS dan LLIN, penggunaan biolarvasida bisa jadi merupakan alternatif pilihan pilihan yang lebih disukai karena menggunakan protein beracun yang diproduksi secara alami oleh beberapa bakteri tanah seperti *Bacillus thuringiensis var. israelensis* (Bti) dan/atau *Bacillus sphaericus* (Bs) (Sougoufara et al., 2020). Bakteri ini merupakan bahan biologis utama yang digunakan dalam pengendalian vektor malaria yang dapat menghasilkan endotoksin yang sangat spesifik yang hanya mempengaruhi larva nyamuk, lalat hitam dan pengusir hama yang efektif jika organisme yang ditargetkan resisten terhadap larvasida lain (Lobo et al., 2018).

Dalam sebuah studi literatur di sub Saharan Afrika, menunjukkan bahwa pada tingkat pengaplikasian yang rendah, larvasida bakteri berupa Bti dan/atau Bs terbukti efektif

untuk mengendalikan vektor malaria. Didukung juga oleh penelitian-penelitian lain ditemukan bahwa Bti dan/atau Bs mampu menyebabkan penurunan aktivitas larva, kepadatan vektor, gigitan vektor dan penularan malaria pada sebagian besar wilayah yang diuji. Selain itu, intervensi larvasida juga layak dan dapat diterima oleh masyarakat umum, aman untuk organisme yang tidak menjadi target serta biaya yang cukup efektif jika dibandingkan dengan metode pengendalian vektor lainnya yang dipraktikkan di sub Saharan Afrika (Derua et al., 2019). Penelitian serupa di Kenya mengevaluasi FourStar yang baru dikembangkan formulasi briket rilis lambat dari *Bti* dan *Bs* dan menunjukkan hasil bahwa dalam kondisi semi alami formulasi dapat menghambat produksi pupa nyamuk dalam tiga bulan pertama, kemudian mengurangi produktivitas pupa sebesar 87-98% 4 sampai 6 bulan setelah aplikasi. Sedangkan di habitat alami, dalam 2 bulan pertama tidak terdapat kepompong yang terdeteksi dari habitat yang dirawat di lokasi dataran tinggi dan kepadatan pupa *Anopheles sp* berkurang 60-90% dalam 3 sampai 5 bulan ke depan (Afrane et al., 2016).

Insecticides-Treated Nets (ITNs)

ITNs merupakan suatu bentuk perlindungan pribadi yang berfungsi sebagai penghalang fisik bagi nyamuk maupun efek mematikan dari insektisida yang terdapat pada bahan kelambu. ITNs paling efektif dalam melawan vektor gigitan larut malam dan dalam ruangan (Lobo et al., 2018). Di Afrika, dari tahun 2000-2015 program pengendalian vektor malaria telah bergeser ke penggunaan kelambu yang diberi piretroid (ITNs) tujuannya yaitu untuk mengurangi kontak antara manusia dengan vektor *Anopheles*. Perkiraan proporsi penduduk yang di sub Saharan Afrika yang telah memiliki akses ke ITNs telah mengalami peningkatan secara substansial dari <2% pada tahun 2000 menjadi 67% pada tahun 2015. Penggunaan ITNs ini juga memberikan dampak pada

parameter entomologi seperti penurunan vektor, paritas dan tingkat infeksi di populasi *Anopheles* yang pada akhirnya berakibat pada pengurangan morbiditas dan mortalitas malaria di negara-negara Afrika (Sougoufara et al., 2017).

Akan tetapi, sama halnya dengan IRS, kelas/jenis insektisida yang terbatas yang digunakan ITNs dapat mengancam keberhasilan pengendalian vektor malaria. Hanya ada enam insektisida yang direkomendasikan oleh WHOPEs untuk digunakan pada ITNs yang kesemuanya adalah anggota dari satu kelas kimia (pitroid). Kurangnya keragaman senyawa kimia yang digunakan dalam pengendalian vektor malaria ini akan mendatangkan situasi yang ideal untuk terjadinya resistensi insektisida pada nyamuk melalui perubahan genetik pada populasi nyamuk sehingga membuat insektisida menjadi kurang efektif (Turner et al., 2016).

Metode Intervensi lainnya: Kasa jendela dan penyekat atap (*Windows Screen Eave Baffle/WSEB*)

Penggunaan metode kasa jendela dan penyekat atap (WBSE) yang memungkinkan nyamuk untuk masuk tetapi tidak keluar dari rumah dapat digunakan sebagai alternatif dari penggunaan IRS atau LLIN. Kecenderungan vektor *A. arabiensis* yang mampu menghindari kontak fatal dengan LLIN ketika memasuki rumah, tetapi nyatanya kelambu memaksa nyamuk dua kali lebih banyak untuk masuk ke rumah guna mendapatkan darah yang mereka butuhkan. Fenomena ini bisa dimanfaatkan untuk membunuh mereka dengan lebih efektif yaitu dengan menargetkan mereka ke titik masuk dengan tabung atap atau ke titik keluar dengan *baffle eave* (Killeen et al., 2017). Sebuah studi di Afrika menyarankan penggunaan tabung eave yang terdiri dari cara baru memberikan insektisida sekaligus penyaringan untuk menjadikan rumah sebagai alat kontrol yang layak, hemat biaya dan dapat diterima untuk *Anopheles* atau nyamuk pengganggu lainnya

(Knols et al., 2016). Penelitian serupa di Tanzania menunjukkan bahwa WSEB dapat membunuh proporsi yang sama dari nyamuk *Anopheles funestus* yang resisten terhadap piretroid, karbamat, organoklorin. Sedangkan WSEB dengan pirimiphos-methyl membunuh proporsi yang lebih besar daripada lambda-cyhalothrin atau lambda-cyhalothrin ditambah pirimiphos-methyl dan sama-sama berkhasiat bila dikombinasikan dengan zat pengikat (Killen et al, 2017).

Endoktosida

Endoktosida dikelompokkan sebagai obat sistemik dengan aktivitas endoparasitidal dan ektoparasitidal seperti avermectin dan ivermectin yang telah lama diketahui mempunyai efek membunuh pada sejumlah antropoda penghisap darah. Obat sistemik ini dapat berpotensi menghambat perkembangan parasit malaria. Meskipun penggunaannya merupakan pilihan menarik untuk mengendalikan malaria namun memiliki kendala berupa masalah biaya, penggunaan jangka panjang oleh manusia dan penumpukan resistensi pada endoparasit dan ektoparasit (Lobo et al., 2018).

Mengintegrasikan endoktosida ke dalam strategi zooprophylaxis tradisional dapat menghilangkan potensi risiko peningkatan penularan malaria secara tidak sengaja dengan meningkatkan kelangsungan hidup dan reproduksi vektor karena nyamuk yang tertarik untuk memakan darah hewan dapat dibunuh daripada hanya dialihkan dari manusia (Chaccour and Killeen, 2016).

Insecticide-treated durable wall lining (ITWL) / Pelapis dinding tahan lama yang diberi insektisida

ITLW merupakan metode baru yang digunakan untuk pengendalian vektor malaria. Apabila dipasang di dinding bagian dalam rumah memiliki daya tahan jangka panjang dan akan tetap efektif selama beberapa tahun serta dapat menghindari beberapa kendala logistik yang terkait dengan

strategi pengendalian tingkat pertama. Dalam uji coba ekperimental penggunaan ITLW dapat berpengaruh pada populasi vektor malaria dengan cakupan dinding yang lengkap memberikan tingkat kematian nyamuk, pencegahan, dan penghambatan makan darah tertinggi (Messenger and Rowland, 2017). Meskipun demikian sebuah penelitian di Muheza, Tanzania menunjukkan bahwa intervensi ITLW memberikan dampak yang rendah pada struktur umur vektor malaria *A.gambiae* ((Emidi et al., 2017).

ITWL umumnya digunakan sebagai strategi pelengkap dalam mendukung strategi utama (IRS dan LLIN) untuk digunakan dalam mengatur transmisi endemik, khususnya di daerah yang didominasi oleh vektor resisten piretroid atau daerah yang sedang menuju eliminasi malaria. Keberhasilan dalam ITLW akan ditentukan bukan hanya oleh kemanjuran protektif yang dapat dibuktikan akan tetap juga kelayakan dalam implementasinya, tingkat penerimaan dalam rumah tangga, daya tahan di kondisi lapangan serta efektivitas biayanya dibandingkan dengan strategi utama lainnya (Mtove et al., 2016).

KESIMPULAN

Pengendalian vektor malaria merupakan strategi yang penting dalam upaya pengendalian dan eliminasi malaria karena sangat efektif dalam mencegah infeksi dan mengurangi penularan penyakit. *Indoor Residual Spraying* (IRS) dan *Insecticide-Treated Nets* (ITNs) merupakan intervensi utama yang telah terbukti efektif dalam pengendalian vektor malaria. Akan tetapi, terjadinya resistensi yang merupakan dampak akibat penggunaan insektisida pada intervensi tersebut dapat mengancam keberhasilan program pencegahan malaria.

SARAN

Oleh karena itu, berbagai intervensi lain perlu terus dikembangkan dan diteliti lebih lanjut guna memperoleh intervensi yang tepat

dalam upaya pengendalian vektor malaria.

DAFTAR PUSTAKA

- AFRANE, Y. A., MWERESA, N. G., WANJALA, C. L., GILBREATH III, T. M., ZHOU, G., LEE, M.-C., GITHEKO, A. K. & YAN, G. 2016. Evaluation of long-lasting microbial larvicide for malaria vector control in Kenya. *Malaria journal*, 15, 1-9. Dari from: <https://doi.org/10.1186/s12936-016-1626-6>
- CHACCOUR, C. & KILLEEN, G. F. 2016. Mind the gap: residual malaria transmission, veterinary endectocides and livestock as targets for malaria vector control. *Malaria journal*, 15, 1-2. Dari from: <https://doi.org/10.1186/s12936-015-1063-y>
- DERUA, Y. A., KWEKA, E. J., KISINZA, W. N., GITHEKO, A. K. & MOSHA, F. W. 2019. Bacterial larvicides used for malaria vector control in sub-Saharan Africa: review of their effectiveness and operational feasibility. *Parasites & vectors*, 12, 1-18. Dari from: <https://doi.org/10.1186/s13071-019-3683-5>
- EMIDI, B., KISINZA, W. N. & MOSHA, F. W. 2017. Impact of non-pyrethroid insecticide treated durable wall lining on age structure of malaria vectors in Muheza, Tanzania. *BMC research notes*, 10, 1-5. Dari from: <https://doi.org/10.1186/s13104-017-3078-7>
- GARI, T. & LINDTJØRN, B. 2018. Reshaping the vector control strategy for malaria elimination in Ethiopia in the context of current evidence and new tools: opportunities and challenges. *Malaria journal*, 17, 1-8. Dari from: <https://doi.org/10.1186/s12936-018-2607-8>
- GIMNIG, J. E., OTIENO, P., WERE, V., MARWANGA, D., ABONG'O, D., WIEGAND, R., WILLIAMSON, J.,

- WOLKON, A., ZHOU, Y. & BAYOH, M. N. 2016. The effect of indoor residual spraying on the prevalence of malaria parasite infection, clinical malaria and anemia in an area of perennial transmission and moderate coverage of insecticide treated nets in Western Kenya. *PloS one*, 11, e0145282. Dari from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0145282>
- KGOROEBUTSWE, T. K., MAKATE, N., FILLINGER, U., MPHOTO, M., SEGOEA, G., SANGORO, P. O., MUTERO, C. M., CHANDA, E., NTEBELA, D. & MOGOPA, M. 2020. Vector control for malaria elimination in Botswana: progress, gaps and opportunities. *Malaria Journal*, 19, 1-12. Dari from: <https://doi.org/10.1186/s12936-020-03375-6>
- KILLEEN, G. F., MASALU, J. P., CHINULA, D., FOTAKIS, E. A., KAVISHE, D. R., MALONE, D. & OKUMU, F. 2017. Control of malaria vector mosquitoes by insecticide-treated combinations of window screens and eave baffles. *Emerging infectious diseases*, 23, 782. Dari from: [10.3201/eid2305.160662](https://doi.org/10.3201/eid2305.160662)
- KISINZA, W. N., NKYA, T. E., KABULA, B., OVERGAARD, H. J., MASSUE, D. J., MAGENI, Z., GREER, G., KASPAR, N., MOHAMED, M. & REITHINGER, R. 2017. Multiple insecticide resistance in *Anopheles gambiae* from Tanzania: a major concern for malaria vector control. *Malaria journal*, 16, 1-10. Dari from: <https://doi.org/10.1186/s12936-017-2087-2>
- KNOLS, B. G., FARENHORST, M., ANDRIESSEN, R., SNETSELAAR, J., SUER, R. A., OSINGA, A. J., KNOLS, J. M., DESCHIETERE, J., NG'HABI, K. R. & LYIMO, I. N. 2016. Eave tubes for malaria control in Africa: an introduction. *Malaria journal*, 15, 1-7. Dari from: <https://doi.org/10.1186/s12936-016-1452-x>
- LOBO, N. F., ACHEE, N. L., GREICO, J. & COLLINS, F. H. 2018. Modern vector control. *Cold Spring Harbor perspectives in medicine*, 8, a025643. Dari from: [doi: 10.1101/cshperspect.a025643](https://doi.org/10.1101/cshperspect.a025643)
- MESSENGER, L. A. & ROWLAND, M. 2017. Insecticide-treated durable wall lining (ITWL): future prospects for control of malaria and other vector-borne diseases. *Malaria journal*, 16, 1-18. Dari from: <https://doi.org/10.1186/s12936-017-1867-z>
- MTOVE, G., MUGASA, J. P., MESSENGER, L. A., MALIMA, R. C., MANGESHO, P., MAGOGO, F., PLUCINSKI, M., HASHIMU, R., MATOWO, J. & SHEPARD, D. 2016. The effectiveness of non-pyrethroid insecticide-treated durable wall lining to control malaria in rural Tanzania: study protocol for a two-armed cluster randomized trial. *BMC public health*, 16, 1-15. Dari from: <https://doi.org/10.1186/s12889-016-3287-3>
- MUSIIME, A. K., SMITH, D. L., KILAMA, M., REK, J., ARINAITWE, E., NANKABIRWA, J. I., KAMYA, M. R., CONRAD, M. D., DORSEY, G. & AKOL, A. M. 2019. Impact of vector control interventions on malaria transmission intensity, outdoor vector biting rates and *Anopheles* mosquito species composition in Tororo, Uganda. *Malaria journal*, 18, 1-9. Dari from: <https://doi.org/10.1186/s12936-019-3076-4>
- NGUFOR, C., FAGBOHOUN, J., CRITCHLEY, J., N'GUESSAN, R., TODJINO, D., MALONE, D., AKOGBETO, M. & ROWLAND, M. 2017. Which intervention is better for malaria vector control: insecticide mixture long-lasting insecticidal nets or standard pyrethroid nets combined with indoor residual spraying? *Malaria*

- journal*, 16, 1-9. Dari from:
<https://doi.org/10.1186/s12936-017-1987-5>
- SOUGOUFARA, S., DOUCOURÉ, S., SEMBÉNE, P. M. B., HARRY, M. & SOKHNA, C. 2017. Challenges for malaria vector control in sub-Saharan Africa: resistance and behavioral adaptations in *Anopheles* populations. *Journal of vector borne diseases*, 54, 4
- SOUGOUFARA, S., OTTIH, E. C. & TRIPET, F. 2020. The need for new vector control approaches targeting outdoor biting *Anopheline* malaria vector communities. *Parasites & Vectors*, 13, 1-15. Dari from:
<https://doi.org/10.1186/s13071-020-04170-7>
- SUURON, V. M., MWANRI, L., TSOURTOS, G. & OWUSU-ADDO, E. 2020. An exploratory study of the acceptability of indoor residual spraying for malaria control in upper western Ghana. *BMC public health*, 20, 1-11. Dari from:
<https://doi.org/10.1186/s12889-020-08505-y>
- TURNER, J. A., RUSCOE, C. N. & PERRIOR, T. R. 2016. Discovery to development: insecticides for malaria vector control. *CHIMIA International Journal for Chemistry*, 70, 684-693. Dari from:
<https://doi.org/10.2533/chimia.2016.684>
- World Health Organisation.
<https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/malaria>.
- ZHU, L., MÜLLER, G. C., MARSHALL, J. M., ARHEART, K. L., QUALLS, W. A., HLAING, W. M., SCHLEIN, Y., TRAORE, S. F., DOUMBIA, S. & BEIER, J. C. 2017. Is outdoor vector control needed for malaria elimination? An individual-based modelling study. *Malaria journal*, 16, 1-11. Dari from:
<https://doi.org/10.1186/s12936-017-1920-y>