

MANAJEMEN PENGENDALIAN VEKTOR PENYAKIT TROPIS

Editor: Hairil Akbar

Irma
Veronika Simangunsong
Apriyani
Aldiana Astuti
Tri Wahyuni Sukesi
Dedes Handayani
Depi Yulyanti
Ratna Dian Kurniawati
Sukhriyatun Fitriyah
Trivano Yonathan Lenakoly
Sitti Washliyah
Sumiati Tomia



BUNGA RAMPAI

**MANAJEMEN PENGENDALIAN VEKTOR
PENYAKIT TROPIS**

UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i Penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv Penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

MANAJEMEN PENGENDALIAN VEKTOR PENYAKIT TROPIS

Irma
Veronika Simangunsong
Apriyani
Aldiana Astuti
Tri Wahyuni Sukesi
Dedes Handayani
Depi Yulyanti
Ratna Dian Kurniawati
Sukhriyatun Fitriyah
Trivano Yonathan Lenakoly
Sitti Washliyah
Sumiati Tomia

Penerbit



CV. MEDIA SAINS INDONESIA
Melong Asih Regency B40 - Cijerah
Kota Bandung - Jawa Barat
www.medsan.co.id

Anggota IKAPI
No. 370/JBA/2020

MANAJEMEN PENGENDALIAN VEKTOR PENYAKIT TROPIS

Irma
Veronika Simangunsong
Apriyani
Aldiana Astuti
Tri Wahyuni Sukesi
Dedes Handayani
Depi Yulyanti
Ratna Dian Kurniawati
Sukhriyatun Fitriyah
Trivano Yonathan Lenakoly
Sitti Washliyah
Sumiati Tomia

Editor:
Hairil Akbar

Tata Letak:
Anjar Rahman

Desain Cover:
Nathanael

Ukuran:
A5 Unesco: 15,5 x 23 cm

Halaman:
vi, 222

ISBN:
978-623-195-500-5

Terbit Pada:
September 2023

Hak Cipta 2023 @ Media Sains Indonesia dan Penulis

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari Penerbit atau Penulis.

PENERBIT MEDIA SAINS INDONESIA
(CV. MEDIA SAINS INDONESIA)
Melong Asih Regency B40 - Cijerah
Kota Bandung - Jawa Barat
www.medsan.co.id

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga buku kolaborasi dalam bentuk buku dapat dipublikasikan dan dapat sampai di hadapan pembaca. Buku ini disusun oleh sejumlah dosen dan praktisi sesuai dengan kepakarannya masing-masing. Buku ini diharapkan dapat hadir dan memberi kontribusi positif dalam ilmu pengetahuan khususnya terkait dengan “Manajemen Pengendalian Vektor”, buku ini memberikan nuansa berbeda yang saling menyempurnakan dari setiap pembahasannya, bukan hanya dari segi konsep yang tertuang dengan detail, melainkan contoh yang sesuai dan mudah dipahami terkait Manajemen Pengendalian Vektor.

Sistematika buku ini dengan judul “Manajemen Pengendalian Vektor”, mengacu pada konsep dan pembahasan hal yang terkait. Buku ini terdiri atas 12 bab yang dijelaskan secara rinci dalam pembahasan antara lain mengenai Konsep Dasar Pengendalian Vektor Penyakit Tropis; Insiden dan Penyebaran Penyakit yang di Timbulkan oleh Vektor di Indonesia; Pengendalian Vektor Secara Kimiawi; Pengendalian Vektor Secara Hayati; Pengelolaan Lingkungan dalam Pengendalian Vektor; Pengendalian Vektor Secara Genetik; Pengendalian Vektor Secara Terpadu; Pengendalian Vektor Nyamuk; Pengendalian Vektor Lalat; Pengendalian Vektor Kecoa; Pengendalian Vektor Pinjal dan Kutu; serta Manajemen Pengendalian Vektor Terintegrasi di Pedesaan dan Perkotaan.

Buku ini memberikan nuansa yang berbeda dengan buku lainnya, karena membahas berbagai Manajemen Pengendalian Vektor sesuai dengan update keilmuan. Akhirnya kami mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang telah mendukung

dalam proses penyusunan dan penerbitan buku ini, secara khusus kepada Penerbit Media Sains Indonesia sebagai inisiator buku ini. Semoga buku ini dapat bermanfaat bagi pembaca sekalian.

Editor

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
1 KONSEP DASAR PENGENDALIAN VEKTOR PENYAKIT TROPIS	1
Pendahuluan	1
Konsep Dasar Penyakit	4
Konsep Terjadinya Penyakit Tropis	5
Konsep Vektor Penyakit Tropis	15
Konsep Pengendalian Vektor	18
Metode Pengendalian Vektor Penyakit Tropis	19
Macam Pengendalian Vektor	20
2 INSIDEN DAN PENYEBARAN PENYAKIT YANG DITIMBULKAN OLEH VEKTOR DI INDONESIA	27
Penyakit Tular Vektor	27
Malaria	29
Demam Berdarah Dengue (DBD)	32
Filariasis	33
Chikungunya	36
<i>Japanese Encephalitis</i> (JE)	38
Pes	39
3 PENGENDALIAN VEKTOR SECARA KIMIAWI.....	45
Pengendalian Nyamuk.....	46
Larvisida Organik Sintetis.....	47
Pengendalian Lalat	50
Pengendalian Kecoa	55
Pengendalian Kutu	58

	Insektisida	58
4	PENGENDALIAN VEKTOR SECARA HAYATI	63
	Pendahuluan	63
	Penggunaan Agen Biologis	64
	Penggunaan Perangkat dan Metode Pengendalian Mekanis	68
	Penggunaan Insektisida Nabati.....	71
5	PENGELOLAAN LINGKUNGAN DALAM PENGENDALIAN VEKTOR.....	79
	Pendahuluan	79
	Pengertian Vektor	80
	Penyakit yang Ditularkan Vektor	80
	Standar Baku Mutu.....	83
	Jenis Penularan Vektor.....	84
	Pengendalian Terpadu Vektor	85
	Strategi Pengendalian Vektor Terpadu	86
	Metode Pengendalian Vektor Terpadu	87
	Pengendalian Vektor Berkelanjutan.....	91
6	PENGENDALIAN VEKTOR SECARA GENETIK.....	97
	Penerapan Bioteknologi Genetika.....	98
	Rekayasa Genetika pada Vektor Nyamuk.....	104
	Bioetika dalam Rekayasa Genetika Nyamuk	110
7	PENGENDALIAN VEKTOR SECARA TERPADU...	115
	Pendahuluan	115
	Pendekatan <i>One Health</i> dalam Penyelenggaraan Kesehatan Lingkungan	117
	Konsep Pengendalian Vektor Terpadu.....	119
	Strategi Pengendalian Vektor Terpadu	120

	Langkah-Langkah Pengendalian	
	Vektor Terpadu.....	121
	Pengorganisasian Pengendalian	
	Vektor Terpadu.....	123
	Metode dalam Pengendalian Vektor Terpadu	124
	Monitoring dan Evaluasi Pengendalian	
	Vektor Terpadu.....	126
	Pembinaan dan Pengawasan Pengendalian	
	Vektor Terpadu.....	126
8	PENGENDALIAN VEKTOR NYAMUK	133
	Iklim dan Lingkungan Habitat Vektor Nyamuk ...	133
	Pengendalian Vektor Nyamuk	138
	Tantangan Pengendalian Vektor Nyamuk	144
	Penutup.....	148
9	PENGENDALIAN VEKTOR LALAT.....	153
	Siklus Hidup Lalat.....	153
	Pola Hidup Lalat	154
	Morfologi Lalat	156
	Klasifikasi Lalat	157
	Kerugian dan Penyakit yang dibawa oleh Lalat ...	160
	Pengukuran Kepadatan Lalat.....	161
	Pengendalian Lalat.....	163
	Pengaruh Positif Vektor Lalat	
	untuk Lingkungan.....	164
10	PENGENDALIAN VEKTOR KECOA.....	169
	Kecoa dan Peranannya	169
	Spesies Serangga Penyebab Penyakit.....	172
	Konsep Dasar Pengendalian Vektor	173

	Pengendalian Vektor Terpadu	178
11	PENGENDALIAN VEKTOR PINJAL DAN KUTU ...	187
	Pendahuluan	187
	Taksonomi	188
	Morfologi.....	190
	Ekologi Pinjal.....	190
	Penyakit yang Ditularkan Pinjal.....	192
	Survei dan Pengendalian Pinjal.....	192
	Pengendalian Pinjal.....	193
	Kutu	194
	Kutu Kepala (<i>Pediculus Humanus Capitis</i>)	194
	Kutu Kelamin (<i>Phthirus Pubis</i>).....	197
	Kutu Badan (<i>Pediculus Humanus Corporis</i>)	202
12	MANAJEMEN PENGENDALIAN VEKTOR TERINTEGRASI DI PEDESAAN DAN PERKOTAAN	207
	Pengenalan Pengendalian Vektor	207
	Vektor Penyakit Umum di Pedesaan dan Perkotaan.....	209
	Penyakit Tular Vektor yang Umum di Pedesaan dan Perkotaan.....	212
	Pengendalian Vektor di Pedesaan.....	214
	Pengendalian Vektor di Perkotaan	216
	Konsep Pengendalian Vektor Terintegrasi dan Pendekatan Holistik.....	218

KONSEP DASAR PENGENDALIAN VEKTOR PENYAKIT TROPIS

Irma, AMK., S.KM., M.Ked.Trop.
Universitas Halu Oleo

Pendahuluan

Secara geografis Indonesia seluruh wilayahnya berada pada daerah tropis dan subtrpis. Dari segi iklim sebagai negaraan tropis Indonesia memiliki keuntungan karena hanya memiliki musim dua musim yaitu musim basah atau musim penghujan dan musim kering atau musim kemarau. Hal inilah yang menjadikan Indonesia memiliki iklim dengan suhu tropis yang hangat. Disisi lain dengan kondisi iklim tersebut hampir semua serangga dan mikroorganisme penyebab penyakit bisa hidup, tumbuh dan berkembang dengan baik wilayah Indonesia. Kondisi ini menjadikan negara kita kaya akan berbagai jenis penyakit tropis yang dapat menelan jutaan korban jiwa (Irma, 2022).

Sudah cukup banyak vektor yang diidentifikasi dan dikenal sebagai vektor penyakit tropis di Indonesia, baik yang bersifat sebagai vektor penular maupun sebagai host atau inang dari penyakit tropis. Berbagai vektor penyakit tropis yang dapat hidup dan berkembang di Indonesia diantaranya adalah kelompok arthropoda sebagai vektor penular seperti nyamuk dan lipas (kecoa). Beberapa penyakit tropis yang dapat ditularkan oleh vektor nyamuk antara lain:

Penyakit demam berdarah dengue (DBD) dan Chikungunya yang ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*.

Penyakit malaria yang ditularkan oleh berbagai jenis nyamuk *Anopheles sp.*

Filariasis atau penyakit kaki gajah yang ditularkan oleh berbagai jenis genus nyamuk Anopheles. Cukup banyak nyamuk yang dapat berperan sebagai vektor penular dari Filariasis. Saat ini telah diketahui sekitar 23 spesies nyamuk dari genus Anopheles, Culex, Mansonia, dan Armigeres yang dapat berperan sebagai vektor filariasis. Tetapi vektor utama dari Filariasis adalah Anopheles farauti dan Anopheles punctulatus.

Penyakit Chikungunya, Chikungunya juga merupakan salah satu penyakit tropis yang ditularkan melalui vektor. Vektor dari penyakit ini adalah kelompok artropod yaitu berupa nyamuk. Nyamuk yang berperan dalam penularan penyakit Chikungunya antara lain nyamuk adalah nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*, sama dengan demam Dengue dan Zika.

Penyakit Japanese Encephalitis (JE). Japanese Encephalitis (JE) adalah penyakit radang otak (Ensefalitis) yang disebabkan oleh virus JE. Penyakit ini ditularkan melalui vektor penyebar virus JE yaitu nyamuk Culex yang terinfeksi virus JE.

Berbagai penyakit yang ditularkan oleh lalat. Setidaknya ada sekitar 12 jenis penyakit tropis yang teridentifikasi dapat ditularkan oleh kelompok vektor lalat. Penyakit – penyakit tersebut antara lain penyakit diare, Demam tifoid dan paratifoid, disentri, kolera, gastroenteritis, Amebeasis, infeksi cacing, Yaw atau Frambusia, Poliomyelitis, konjungtivitis, trachoma dan Antrax. Walaupun cukup banyak penyakit tropis yang dapat ditularkan oleh vektor lalat, namun *World Health*

Organization (WHO) lebih menekankan pada 6 jenis penyakit tropis yang sering ditularkan oleh lalat seperti Disentri, Diare, Demam tifoid atau tipes, Kolera, Infeksi mata, Infeksi kulit.

Berbagai penyakit yang dapat ditularkan oleh lipas atau kecoa. Vektor penular berbagai penyakit tropis yang juga patut diwaspadai adalah Lipas atau kecoa. Vektor ini dapat membawa beberapa penyakit tropis dengan agent penyebabnya berbagai bakteri, seperti *Salmonella*, *Staphylococcus*, dan *Streptococcus*. Kecoa juga kerap membawa banyak virus dan parasit, seperti cacing. Tak heran bila kecoak bisa menyebabkan berbagai penyakit tropis seperti diare, disentri, kolera, cacingan, dan demam tifoid.

Pes yang merupakan penyakit menular yang dapat menyebabkan Kedaruratan Kesehatan Masyarakat (KKM) yang disebabkan oleh bakteri *Yersinia pestis*. Penyakit ini menular melalui gigitan pinjal yang hidup pada tikus. Penularan antar manusia terjadi melalui droplets yang mengandung bakteri pes.

Demam semak atau yang dikenal juga dengan scrub typhus adalah penyakit yang disebabkan oleh bakteri *Orientia tsutsugamushi*. Penyakit ini, dapat ditularkan kepada manusia melalui gigitan tungau larva yang telah terinfeksi bakteri. Sampai saat ini tungau merupakan vektor penular utama dari penyakit demam semak (Nugrahaeni DK., 2011).

Banyaknya berbagai penyakit tropis yang ditularkan oleh berbagai macam vektor yang hidup di Indonesia, menuntut semua pihak baik pemerintah maupun swasta untuk bersinergik dalam melakukan upaya pengendalian vektor. Upaya pengendalian vektor ini harus dilakukan secara bersama – sama dengan melibatkan semua sektor baik sektor pemerintah, swasta maupun masyarakat agar

diperoleh hasil yang memuaskan. Tentu dengan tujuan akhirnya adalah untuk menurunkan atau mengurangi angka kesakitan dan kematian yang disebabkan oleh berbagai penyakit yang ditularkan oleh vektor seperti penyakit DBD, diare serta penyakit-penyakit bertular vektor lainnya (Sabilu and Af, 2021).

Konsep Dasar Penyakit

Pemahaman terhadap konsep penyakit dan upaya-upaya pengendaliannya ternyata mempunyai akar sejarah yang panjang, sejalan dengan peradaban umat manusia. Pemahaman terhadap variasi konsep penyakit dapat memperluas suatu pemahaman dalam menanggapi berbagai perbedaan pandangan tentang masalah kesehatan yang terjadi disekeliling kita (Akbar, 2018).

Penyakit adalah merupakan istilah medis yang digambarkan sebagai bentuk gangguan fungsi-fungsi organ dalam tubuh yang mengakibatkan berkurangnya kapasitas dari suatu organ atau sistem. Penyakit terjadi ketika keseimbangan dalam tubuh tidak dapat dipertahankan. Keadaan sakit terjadi pada saat seseorang tidak lagi berada dalam kondisi sehat yang normal. Penyakit juga dapat diartikan sebagai suatu keadaan abnormal dari tubuh atau pikiran yang menyebabkan ketidaknyamanan, disfungsi atau kesukaran terhadap orang yang dipengaruhinya (Irma, 2022).

Secara epidemiologi suatu penyakit dapat terjadi apabila ada interaksi yang tidak seimbang antara tiga faktor utama yang menjadi komponen terjadinya suatu penyakit, yaitu faktor *host* (inang), *agent* (penyebab) dan *enviroment* (lingkungan). Bentuk interaksi yang tidak seimbang antara faktor *host*, *agent* dan lingkungan ini berlaku pula pada proses terjadinya penyakit bersumber vektor. Pada dasarnya segitiga epidemiologi merupakan konsep dasar epidemiologi yang memberi gambaran tentang hubungan

antara tiga faktor yang berperan dalam terjadinya penyakit dan masalah kesehatan lainnya.

Segitiga epidemiologi merupakan interaksi antara *Host* (penjamu), *Agent* (penyebab) dan *Environment* (lingkungan). Menurut model ini perubahan salah satu komponen akan mengubah keseimbangan interaksi ketiga komponen yang akhirnya berakibat bertambah atau berkurangnya penyakit. Hubungan antara ketiga komponen tersebut digambarkan seperti tuas pada timbangan. *Host* dan *Agent* berada di ujung masing-masing tuas, sedangkan *environment* sebagai penumpunya.

Konsep Terjadinya Penyakit Tropis

Secara umum proses terjadinya penyakit tropis, adalah sama dengan dengan proses terjadinya penyakit infeksi atau penyakit menular (Irma *et al.*, 2021). Hal yang sama juga terjadi pada penyakit tropis bertular vektor (Ishak and Hasanuddin, 2019). Sedangkan dalam proses terjadinya penyakit tropis bertular vektor, dalam rantai penularan penyakit membutuhkan kehadiran salah satu atau lebih jenis vektor yang berperan agar terjadi infeksi yang baru. Misalnya proses terjadinya penyakit filariasis yang melibatkan peran dari sekitar 23 spesies nyamuk dari genus *Anopheles*, *Culex*, *Mansonia*, dan *Armigeres*. Namun demikian vektor utama dari Filariasis adalah *Anopheles farauti* dan *Anopheles punctulatus*. Pada dasarnya terjadinya penyakit tropis disebabkan oleh adanya interaksi antara pejamu (*host*), penyebab (*agent*) dan lingkungan (*enviroment*). Selanjutnya interaksi ketiga faktor penting dalam kejadian suatu penyakit tropis dapat menyebabkan suatu kondisi sakit atau terjadinya penyakit apa bila diikuti oleh beberapa komponen penting dalam terjadinya penyakit infeksi atau penyakit tropis antara lain adanya penyebab penyakit (*agent*), *reservoir*

penyebab penyakit, tempat keluarnya bibit penyakit (*portal of exit*), transmisi, tempat masuknya bibit penyakit (*portal of entry*), dan faktor kerentanan pejamu yaitu terkait *imunity* (Irwan, 2016).

Selengkapnya penjelasan dari beberapa faktor dan komponen terjadinya penyakit tropis tersebut adalah sebagai berikut:

1. Penyebab penyakit

Penyebab penyakit atau agen dapat dikelompokkan menjadi 6 golongan yaitu:

a. Protozoa

Protozoa adalah hewan bersel satu yang memerlukan perkembangan di luar tubuh manusia. Saat ini dikenal 3 spesies agen protozoa yang sering menyebabkan beberapa penyakit tropis yaitu *Entamoeba histolytica*, *Plasmodium falciparum* dan *Plasmodium vivax*. Adapun penyakit tropis yang dapat disebabkan oleh protozoa spesies *Entamoeba histolytica* adalah amebiasis dan *Plasmodium falciparum* merupakan penyebab dari penyakit malaria tropikana. Sedangkan *Plasmodium vivax* merupakan penyebab dari penyakit malaria kuartana.

b. Metazoa

Metazoa merupakan parasit multiseluler yang memerlukan perkembangan di luar tubuh, sehingga dalam proses terjadinya dan proses penularan penyakitnya melibatkan peran dari makhluk hidup lain seperti vektor. Oleh karena itu proses penularannya terjadi secara tidak langsung. Setidaknya ada 5 spesies metazoa yang kerap menimbulkan masalah kesehatan di

masyarakat yaitu *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, *Necator americanus*, dan *Ancylostoma duodenale* dan *Schistomia japonicum*. Kelima spesies metazoa ini dapat menyebabkan penyakit kecacingan yaitu infeksi cacing usus dan cacing darah (Id *et al.*, 2022).

c. Bakteri

Bakteri merupakan mikroorganismenya baik berupa tumbuhan atau hewan yang bersel satu yang dapat menyebabkan berbagai penyakit tropis. Bakteri ini berkembang biak di lingkungan sekitar manusia atau diperoleh dari lingkungan tempat hidup dari host atau inang. Selain itu beberapa bakteri dalam menyebabkan penyakit ke manusia membutuhkan peran dari pada vektor. Beberapa spesies bakteri yang sering menyebabkan masalah kesehatan pada manusia antara lain *Mycobacterium tuberculosis* yang dapat menyebabkan penyakit Tuberkulosis (TB) dan *Vibrio cholera* yang menyebabkan kolera. Sedangkan bakteri yang membutuhkan peran vektor dalam menyebabkan penyakit pada manusia adalah *Salmonella typhi*. *Salmonella typhi* merupakan penyebab penyakit Tifus abdominalis yang dalam penularannya selain secara langsung juga dapat melalui perantara vektor seperti hewan pengerat (tikus) dan lalat yang mencemari makanan yang dikonsumsi host yang rentan (Ishak and Hasanuddin, 2019).

d. Virus

Virus merupakan penyebab penyakit yang berukuran paling kecil diantara agen penyakit yang lainnya. Spesies virus yang sering menyebabkan penyakit tropis salah satunya adalah virus dengue. Virus *dengue* merupakan virus penyebab dari penyakit demam berdarah dengue (DBD) dan demam dengue (DD). Virus ini terdiri dari 4 tipe yaitu DEN-1, DEN-2, DEN-3 dan DEN-4. Sampai saat ini penyakit DBD yang disebabkan virus dengue ini masih selalu menjadi masalah kesehatan dimasyarakat kita yang mendiami negara yang beriklim tropis. Penyakit DBD termasuk penyakit akut yang disebabkan oleh infeksi virus yang dibawa oleh nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* betina yang umumnya menyerang pada manusia (Akbar and Maulana Syaputra, 2019). DBD secara epidemiologi di dunia berubah secara cepat. Selama tiga dekade terakhir secara global, DBD terus mengalami peningkatan baik frekuensi maupun insiden penyakit (Akbar, Oruh and Agustang, 2021).

e. Fungi atau jamur

Fungis/jamur merupakan tumbuhan yang bersifat uniseluler maupun lingkungan (tanah) yang bercampur dengan kotoran burung dan kelelawar. Penyakit Histoplasmosis pernah dilaporkan bahwa banyak di negara bagian Amerika Serikat bahwa penyakit Histoplasmosis yang terjadi daerah di sekitar lembah Sungai Ohio dan Mississippi sehingga penyakit ini dikenal juga dengan demam lembah sungai Ohio.

f. Riketsia

Riketsia merupakan organisme atau parasit multiseluler yang bersifat intraselular yang dapat menyebabkan suatu penyakit. Ada 3 spesies fungsi atau jamur yang berperan sebagai *agent* dari beberapa penyakit tropis yaitu: *H. capsulatum* yang merupakan penyebab penyakit Histoplasmosis; *P. Orbiculare* yang merupakan penyebab penyakit Tinea vesicolor dan *Candida albicans* sebagai penyebab kandidiasis. Umumnya penyakit yang disebabkan oleh agent fungi/jamur tidak melibatkan peran vektor dalam proses penularannya, karena penyakit dari jamur ini sebagian besar dapat menular secara langsung.

Ukuran dari Riketsia adalah sekitar 0,3 hingga 2 μm dan karena ukurannya yang kecil, ia dianggap sebagai virus. Riketsia membutuhkan sel hidup untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Spesies yang cukup penting dan sering menyebabkan masalah kesehatan atau penyakit pada manusia adalah *Rickettsia tsutugamushi* sebagai penyebab penyakit *Scrubtyphus*. Penyakit ini merupakan penyakit tropis yang proses kejadiannya melibatkan peran dari pada vektor. Riketsia merupakan parasit yang bersifat ektoparasit. Gigitan dari kelompok riketsia seperti tungau, kutu atau caplak awalnya akan menyebabkan gangguan atau infeksi pada kulit. Namun pada kondisi yang lebih serius khususnya pada inang yang rentan akan berlanjut menjadi penyakit *Scrubtyphus* yang lebih serius yang dapat menimbulkan gejala demam tinggi, sakit kepala dan nyeri otot (Tachibana N, Shishime E, Murai K, 1990). Bekas gigitan pada kulit akan membentuk keropeng . Selengkapnya salah satu

penampakan dari Riketsia dan masalah kulit yang ditimbulkan dapat dilihat pada gambar 1.1 berikut ini:



Gambar 1.1
Riketsia (tungau) dan Infeksi pada kulit

Sumber:
<https://andre4088.blogspot.com/2022/07/infeksi-rickettsia-tick-borne.html>

2. Reservoir Penyebab Penyakit

Reservoir adalah habitat normal bagi agen penyebab penyakit untuk hidup, berkembang biak dan tumbuh dengan baik. Reservoir merupakan pusat penyakit menular termasuk penyakit tropis karena reservoir merupakan komponen utama lingkaran penularan. Komponen utama penularan penyakit tropis antara lain unsur penyebab (agent) meneruskan dan mempertahankan hidup dan sebagai pusat/sumber penularan dalam satu lingkaran penularan. Secara umum reservoir penyebab penyakit tropis dapat berupa manusia (*human reservoir*), hewan (*animal reservoir*) dan lingkungan (*environment reservoir*).

a. Manusia sebagai reservoir penyakit tropis

Manusia merupakan salah satu reservoir dari beberapa penyakit tropis. Manusia dikatakan sebagai reservoir penyakit tropis apa bila bibit penyakit dapat hidup dan tumbuh dalam tubuh manusia. Penyakit dapat berpindah dari manusia yang satu ke manusia yang lainnya dan dapat

menimbulkan penyakit pada manusia tersebut (orang yang dijangkiti) sehingga reservoir satu-satunya adalah manusia.

Kedudukan manusia sebagai reservoir penyakit tropis dapat dibagi dalam tiga kategori utama yaitu: (1) Manusia sebagai reservoir yang selalu muncul sebagai penderita, seperti pada penyakit cacar air, campak, TBC dan lepra; (2) Kategori kedua, reservoir sebagai penderita maupun sebagai karier seperti pada penyakit difteri, kolera dan tifus abdominalis; (3) Kategori ketiga, manusia sebagai reservoir juga selalu sebagai penderita, tetapi tidak dapat menularkan penyakit secara langsung kepada orang lain, harus melalui perantara vektor misalnya penyakit DBD, Malaria dan Filariasis ataupun Chikungunya.

b. Hewan sebagai reservoir penyakit tropis

Hewan sebagai reservoir (*animal reservoir*) apabila bibit penyakit hidup dalam tubuh hewan dan oleh karena sesuatu hal dapat menyerang manusia. Penyakit tropis yang mengenai manusia dapat berasal dari hewan terutama yang termasuk dalam kelompok zoonosis, yaitu berbagai penyakit yang secara alamiah terjadi pada hewan vertebralis atau hewan bertulang belakang, tetapi penyakit tersebut dapat ditularkan ke manusia. Pada penyakit kelompok zoonosis ini reservoir utamanya adalah hewan. Beberapa penyakit tropis yang tergolong dalam reservoir hewan (*animal rseservoir*) dapat dilihat pada tabel 1.1 berikut ini:

Tabel 1.1 Kelompok Penyakit Tropis Animal Reservoir

No	Nama Penyakit	Reservoir
1	Pes	Tikus
2	Rabies	Anjing, kucing, kera
3	Antraks	Sapi, kambing, domba
4	Bovine Tuberculosis	Sapi
5	Scrubtyphus	Tikus
6	Leptospirosis	Tikus
7	Trichinosis	Babi
8	Brucellosis	Sapi, kambing

c. Lingkungan sebagai reservoir penyakit tropis

Lingkungan dapat menjadi reservoir (*environment reservoir*) apabila bibit penyakit dapat hidup untuk sementara di lingkungan. Misalnya pada tanah, tumbuhan ataupun air sampai agen penyakit tersebut dapat menemukan pejamu baru yang rentan. Bibit penyakit dapat hidup di tanah seperti pada penyakit yang dapat ditularkan melalui tanah yaitu penyakit *soil transmitted helminth* (STH). Beberapa penyakit yang termasuk STH antara lain infeksi cacing tambang (*Ancylostoma duodenale* dan *Necator Americanus*) dan cacing gelang (*Asscaris lumbricoides*). Bibit penyakit juga dapat hidup di air misalnya pada beberapa penyakit tropis yang dapat menular melalui oral-fekal seperti penyakit diare yang disebabkan oleh *E.colli* dan penyakit demam tyfoid yang disebabkan oleh *Salmonella thypi*.

3. Tempat Keluar Penyakit dari Pejamu (*Portal of Exit*)

Untuk dapat berkembang biak dan mempertahankan keberadaannya di alam, bibit penyakit harus dapat keluar dari pejamu yang satu dan masuk ke pejamu baru yang sehat. Tempat keluar bibit penyakit dari reservoir manusia dan hewan disebut dengan *portal of*

exit. Bibit penyakit dapat keluar melalui saluran napas, saluran cerna, saluran kemih, kulit, konjungtiva, dan placenta.

4. Tempat masuk Penyakit pada Pejamu (*Portal of Entry*)

Penyakit menular memiliki mekanisme atau rantai penular. Rantai penularan suatu penyakit khususnya penyakit tropis berawal ketika agen penyakit keluar dari tubuh reservor (pejama sebagai sumber penyakit), kemudian memasuki tubuh pejamu yang rentan melalui jalan masuk (*portal of entry*) dan pejamu yang rentan tersebut terinfeksi atau menderita penyakit.

Portal of entry, portal of exit dan transmisi dari beberapa penyakit tropis bertular vektor dapat dilihat pada tabel 1.2 berikut :

Tabel 1.2 *Portal of entry, portal of exit* dan transmisi dari beberapa penyakit tropis bertular vektor

No	<i>Portal of Exit</i>	Transmisi	<i>Portal of Entry</i>	Jenis Penyakit
1	Darah	Artropod (serangga pengisap darah)	Kulit	DBD, Malaria, Chikungunya dan Filariasis
2	Feses/Tinja	Air, makanan, muntahan, lalat	Saluran pencernaan	Tifus, diare
3	Feses/Tinja	Tanah	Saluran pencernaan, kulit	Cacing STH

5. Penularan atau Transmisi Penyakit

Secara umum bentuk penularan penyakit, termasuk pada penyakit tropis ada dua yaitu penularan penyakit yang bersifat langsung dan penularan penyakit yang bersifat tidak langsung.

a. Penularan penyakit yang bersifat langsung

Penularan penyakit secara langsung dikenal sebagai bentuk penularan dari orang ke orang. Penularan penyakit secara langsung ini menunjukkan adanya perpindahan agent penyakit secara langsung dari pejamu atau rseservoir ke pejamu yang rentan. Penularan dapat melalui kontak langsung dengan pejamu yang menderita penyakit, seperti pada saat bersentuhan dengan tangan yang terkontaminasi, sentuhan kulit dengan kulit, berciuman atau berhubungan seksual. Penyakit yang menular secara langsung dari orang ke orang hanya dapat terjadi pada manusia dan reservoir satu-satunya adalah manusia. Beberapa penyakit yang dapat menular secara langsung seperti Covid-19, HIV-AIDS, Sifilis, penyakit kulit dan penyakit saluran napas.

b. Penularan penyakit secara tidak langsung

Penularan secara tidak langsung terjadi ketika agen penyakit berpindah atau terbawah melalui organisme, benda atau melalui perantara ke pejamu yang rentan, sehingga menyebabkan penyakit. Penularan penyakit secara tidak langsung dapat melalui salah satu atau beberapa cara penularan antara lain : (1) Penyakit bawaan udara/pernapasan (*airborne disease/respiratory borne*); penyakit yang menular melalui perantara vektor (*vector borne disease*); (3) Penyakit yang menular melalui lesi (luka terbuka) dan (4) Penyakit bawaan benda mati (*vehicleborne disease/fomiteborne*). Pada pembahasan dalam bab 1 buku ini akan lebih membahas tentang penularan penyakit yang menular secara tidak langsung atau penularan penyakit melalu

perantara vektor. Beberapa penyakit tropis yang proses kejadiannya melalui peran dari pada vektor antara lain penyakit DBD, Chikungunya, Malaria dan Filariasis.

6. Imunitas

Salah satu komponen penting dalam proses terjadinya penyakit tropis adalah faktor imunitas. Sistem imun, sistem kekebalan, atau sistem pertahanan tubuh adalah sel-sel dan banyak struktur biologis lainnya yang bertanggung jawab atas imunitas, yaitu pertahanan pada organisme untuk melindungi tubuh dari pengaruh biologis luar dengan mengenali dan membunuh patogen. Sementara itu, respons kolektif dan terkoordinasi dari sistem imun tubuh terhadap pengenalan zat asing disebut respons imun. Agar dapat berfungsi dengan baik, sistem ini akan mengidentifikasi berbagai macam pengaruh biologis luar seperti dari infeksi, bakteri, virus sampai parasit, serta menghancurkan zat-zat asing lain dan memusnahkan mereka dari sel dan jaringan organisme yang sehat agar tetap berfungsi secara normal.

Beberapa kasus penyakit tropis bertular vektor menunjukkan bukti tentang besarnya peran dari sistem imunitas dalam proses terjadinya suatu penyakit. Misalnya orang yang menderita DBD yang tidak menunjukkan adanya gejala yang berat. Hal ini tentu salah satu penyebabnya adalah sistem imunitas dari host atau inang yang cukup baik.

Konsep Vektor Penyakit Tropis

Pengertian vektor penyakit tropis cukup beragam. Setiap makhluk hidup, selain manusia pembawa penyakit (patogen) dan menyebarkannya. Pada konteks ini, patogen

itu menjalani proses perkembangan, siklus, atau perbanyakkan sebelum ditularkan. Misalnya, lalat, kutu, nyamuk, hewan kecil seperti mencit, tikus, atau hewan pengerat. Sementara itu, dalam *Vector-Borne Disease: Primary Examples* disebutkan vektor penyakit secara umum adalah artropoda yang dapat menularkan berbagai jenis patogen (Timmreck, 2005). Vektor penyakit dapat juga berarti artropoda pembawa agent penyakit (Widoyono, 2005).

Beberapa sumber lain, menyebutkan vektor penyakit adalah serangga atau organisme hidup lain yang berperan sebagai pembawa agen infeksius dari suatu individu terinfeksi ke individu yang rentan (Komisi Nasional Pengendalian Zoonosis, 2012). Definisi lebih luas tentang vektor penyakit menurut *Institute of Medicine (US) Forum on Microbial Threats* (2008) adalah pembawa dan penular agen/patogen penyakit (Widoyono, 2005).

Definisi yang lebih spesifik menurut Rozendaal (1997) dan Awoke et al. (2006), vektor adalah artropoda atau invertebrata lain yang berpotensi menularkan patogen dengan melakukan inokulasi ke dalam tubuh melalui kulit atau membran mukosa, melalui gigitan, atau meletakkan material infeksius pada kulit, makanan, atau obyek lain.

Menurut definisi para ahli dan beberapa lembaga keilmuan tentang vektor tersebut, maka dapat dibuat definisi dari vector - vektor penyakit yaitu merupakan artropoda atau avertebrata (seperti keong) yang bertindak sebagai penular penyebab penyakit (agen) dari hospes pejamu yang sakit ke hospes atau pejamu yang rentan lain. Vektor menyebarkan agen dari manusia atau hewan terinfeksi ke manusia atau hewan rentan melalui kotoran, gigitan, dan cairan tubuh, atau secara tidak langsung melalui kontaminasi makanan (Widoyono, 2005).

Vektor dapat digolongkan menjadi 2 (dua) yaitu:

1. Vektor mekanik

Vektor mekanik yaitu hewan avertebrata yang menularkan penyakit tanpa agen tersebut mengalami perubahan siklus, perkembangan atau perbanyakannya.

2. Vektor biologik.

Vektor biologi dinyatakan sebagai agen penyakit/patogen mengalami perkembangan atau perubahan siklus. Agen penyakit dalam vektor biologik ini akan mengalami perkembangan dan siklus.

Konsep inang reservoir (*reservoir host*) menurut Soeharsono (2005) adalah hewan vertebrata yang berperan sebagai sumber, pembawa agen/organisme patogenik, sehingga dapat berkembang biak secara alami atau berkesinambungan.

Hewan reservoir kadang menunjukkan gejala klinik atau gejala penyakit yang bersifat ringan atau penyebab kematian. Inang reservoir penyakit meliputi manusia dan hewan vertebrata yang menjadi tempat tumbuh dan berkembangbiaknya patogen.

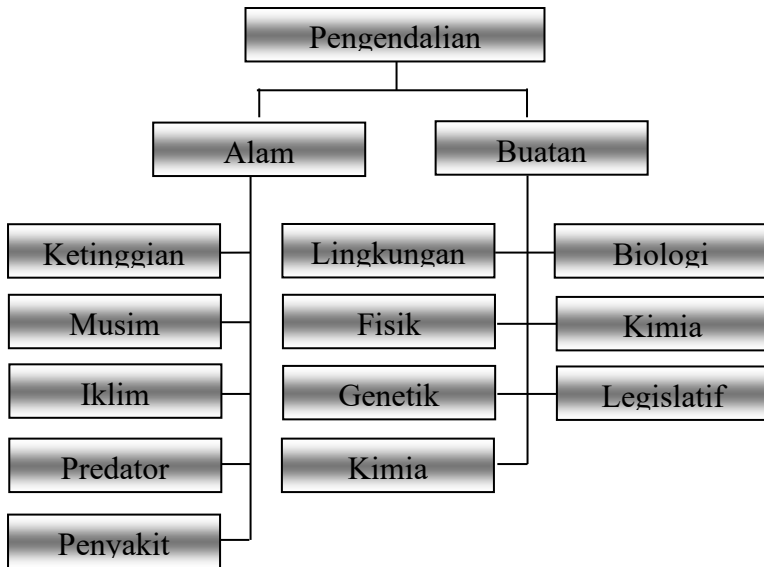
Untuk definisi vektor dan reservoir penyakit sendiri, sebenarnya telah dirumuskan dan dirujuk dari *International Health Regulations (IHR)* (*World Health Organization*, 2005) sebagai serangga atau hewan lain yang biasanya membawa organisme patogenik/kuman penyakit dan merupakan faktor risiko bagi kesehatan masyarakat, sedangkan reservoir adalah hewan dan tumbuhan sebagai tempat hidup patogen penyakit (Widoyono, 2005).

Konsep Pengendalian Vektor

Dalam PERMENKES RI No 374/MENKES/PER/III/2010, pengendalian vektor adalah semua kegiatan atau tindakan yang ditujukan untuk:

1. Menurunkan populasi vektor serendah mungkin sehingga keberadaannya tidak lagi beresiko untuk terjadinya penularan penyakit tular vektor di suatu wilayah atau kawasan.
2. Menghindari kontak dengan vektor sehingga penularan penyakit tular vektor dapat dicapai dengan Pengendalian Vektor Terpadu (PVT) merupakan pendekatan yang menggunakan kombinasi beberapa metode pengendalian vektor yang dilakukan berdasarkan azas keamanan, rasionalitas dan efektifitas pelaksanaannya serta dengan mempertimbangkan kelestarian keberhasilannya (Khairiyati L., 2021).

Menekan kepadatan vektor, sehingga tidak menyebabkan masalah (menularkan penyakit) bagi manusia dan ternak. Usaha pemberantasan (eradikasi) vektor adalah tidak memungkinkan (konsep di ubah menjadi pengendalian) tidak menimbulkan kerusakan atau gangguan terhadap tata lingkungan hidup. Secara garis besar metode pengendalian vektor penyakit tropis dapat dilakukan menjadi dua yaitu secara alami dan secara buatan. Selengkapnya konsep pengendalian vektor penyakit tropis dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1.2 Konsep

Metode Pengendalian Vektor Penyakit Tropis

Teknik pengendalian vektor bertujuan untuk memutuskan rantai kehidupan vektor pada tingkat kehidupan yang paling lemah, baik tingkat pradewasa maupun dewasa. Ada beberapa yang menjadi target dan tujuan pengendalian vektor antara lain:

1. Menghindari atau mengurangi gigitan vektor.
2. Membunuh vektor terinfeksi parasit (utama).
3. Membunuh vektor stadium pradewasa.
4. Menghilangkan atau mengurangi habitat vektor.

Pengendalian vektor penyakit sangat diperlukan bagi beberapa macam penyakit karena berbagai alasan, yaitu:

1. Ada beberapa penyakit yang bertular vektor yang obat atau vaksinnnya belum ditemukan, sebagai contohnya hampir semua penyakit yang disebabkan oleh virus.

2. Belum ada obat ataupun vaksinnnya sudah ada, tetapi kerja obat tadi belum efektif, terutama untuk penyakit parasiter.
3. Berbagai penyakit didapat pada banyak hewan selain manusia, sehingga sulit dikendalikan.
4. Penyakit bertular vektor yang penularannya sangat cepat, karena vektornya yang bergerak cepat, seperti insekta yang bersayap.
5. Sering menimbulkan cacat dan kematian, seperti filariasis, malaria, dan demam berdarah dengue (DBD).

Macam Pengendalian Vektor

1. Pengendalian Kimiawi

Pengendalian vektor selama 30-40 tahun terakhir ini dilakukan secara kimiawi dengan menggunakan insektisida. Hasil yang dicapai cukup memadai, tetapi karena pemberantasan tersebut terputus-putus akibat masalah politis, maka terjadi resistensi vektor terhadap insektisida. Selain itu, insektisida yang digunakan bersifat persisten (DOT) sehingga terjadi pencemaran lingkungan. Karenanya dibutuhkan jenis insektisida yang baru lagi dan mudah terurai. Jadi pemberantasan kimiawi ini menjadi semakin mahal. Selain itu, pertumbuhan penduduk yang cepat membutuhkan lebih banyak lahan untuk bercocok tanam, bermukim dan berkarya, sehingga terjadi sarang-sarang insekta baru, terutama di daerah kumuh dan persawahan, persampahan dan drainase.

2. Pengendalian Biologi

Pengendalian secara biologis dilakukan dengan dua cara, yakni:

a. Memelihara musuh alaminya

Musuh alami insekta dapat berupa pemangsanya ataupun mikroba penyebab penyakitnya. Untuk ini perlu diteliti lebih lanjut pemangsa dan penyebab penyakit mana yang paling efektif dan efisien mengurangi populasi insekta. Untuk ini perlu juga dicari bagaimana caranya untuk melakukan pengendalian pertumbuhan pemangsa dan penyebab penyakit ini apabila populasi vektor sudah terkendali jumlahnya.

b. Mengurangi fertilitas insekta

Untuk cara kedua ini pernah dilakukan dengan meradiasi insekta jantan sehingga steril dan menyebarkannya di antara insekta betina. Dengan demikian telur yang dibuahi tidak dapat menetas. Cara kedua ini dianggap masih terlalu mahal, dan efisiensinya masih perlu dikaji.

3. Pengendalian Rekayasa

Pengendalian secara rekayasa pada hakekatnya ditujukan untuk mengurangi sarang insekta (*breeding places*) dengan melakukan pengelolaan lingkungan, yakni melakukan manipulasi dan modifikasi lingkungan. Manipulasi adalah tindakan sementara sehingga keadaan tidak menunjang kehidupan vektor. Sebagai contoh adalah perubahan niveau air atau membuat pintu air sehingga salinitas air dapat diatur. Modifikasi adalah tindakan untuk memperbaiki kualitas lingkungan secara permanen, seperti pengeringan, penimbunan genangan, perbaikan tempat pembuangan sampah sementara maupun akhir (TPS, TPA), dan konstruksi serta pemeliharaan saluran drainase. Pada hakekatnya pengelolaan ini bersifat lebih permanen (jangka panjang) dibanding dengan cara kimiawi, tetapi memerlukan modal awal

yang cukup tinggi, sehingga di negara berkembang pengendalian vektor secara rekayasa sering kali menjadi terkebelakang. Saat ini, pengendalian vektor sebaiknya menjadi suatu program kerja yang terpadu dalam semua proyek pembangunan, mengingat bahwa pembangunan dapat menimbulkan sarang insekta, sehingga di satu pihak diinginkan peningkatan kesejahteraan ataupun mencegah penyakit (penyakit diare dengan memberi penyediaan air bersih), tetapi di lain pihak proyek tadi menimbulkan penyakit baru, bawaan vektor (genangan air buangan, bak mandi sebagai sarang nyamuk *Aedes* penyebar DBD).

Daftar Pustaka

- Akbar, H. (2018) *Pengantar Epidemiologi*. Bandung: PT. Refika Aditama.
- Akbar, H. and Maulana Syaputra, E. (2019) 'Faktor Risiko Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kabupaten Indramayu', *MPPKI (Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia): The Indonesian Journal of Health Promotion*, 2(3), pp. 159–164. doi: 10.31934/mppki.v2i3.626.
- Akbar, H., Oruh, S. and Agustang, A. (2021) 'Indeks Prediktif Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) di Kabupaten Indramayu', *Jurnal Kesehatan*, 14(2), pp. 76–82. doi: 10.32763/juke.v14i2.289.
- Id, A. Z. *et al.* (2022) 'PLOS ONE Prevalence and intensity of soil-transmitted helminth infections and associated risk factors among household heads living in the peri-urban areas of Jimma town , Oromia , Ethiopia: A community-based cross-sectional study', (July 2021), pp. 1–17. doi: 10.1371/journal.pone.0274702.
- Irma *et al.* (2021) 'Pengaruh Infeksi Penyakit Tropis terhadap Kejadian Gizi Kurang pada Balita di Wilayah Kabupaten Buton Utara', *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, 20 No.2(2), pp. 34–38.
- Irma (2022) *Epidemiologi Penyakit Malaria: Menelaah Kejadian & Faktor Risiko pada Anak*. Malang: Literasi Nusantara.
- Irwan (2016) *Epidemiologi Penyakit Menular, Pengaruh Kualitas Pelayanan... Jurnal EMBA*. Jakarta.
- Ishak, H. and Hasanuddin, U. (2019) *Pengendalian vektor*.
- Khairiyati L. (2021) *Buku Ajar Pengendalian Vektor dan Binatang Pengganggu*. Edited by A. N. Rahmat. Banjar Baru: CV Mien.
- Nugrahaeni DK. (2011) *Konsep Dasar Epidemiologi*. Edited by M. Ester. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.

- Sabilu, Y. and Af, S. M. (2021) 'Hubungan Iklim dengan Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) The Relationship between Climate with Dengue Hemorrhagic Fever (DHF)', 12, pp. 266–272.
- Tachibana N, Shishime E, Murai K, T. K. (1990) 'Clinical and etiological studies of tsutsugamushi disease in Miyazaki district--correlation of serological type of R. tsutsugamushi to clinical feature', *Kansenshogaku Zasshi*, 64(1), pp. 76–9. doi: 10.11150.
- Widoyono (2005) *Penyakit Tropis : Epidemiologi, Penularan, Pencegahan & Pemberantasannya*. Semarang: Erlangga.

Profil Penulis



Irma, AMK., S.KM., M.Ked.Trop.

Lahir di Lagundi, pada 1 Juli 1978. Penulis tercatat sebagai lulusan S2 Kedokteran Tropis Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga. Pria yang kerap disapa Irman ini adalah anak ke 3 dari pasangan La Aama (ayah) dan Wa Noni (ibu). Sebelum integrasi sebagai dosen tetap pada Departemen Epidemiologi FKM UHO Kendari, penulis merupakan seorang perawat pada RSUD Provinsi Sulawesi Tenggara (2003 – 2016) dan sebagai Kepala Seksi Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Menular pada Dinkes Kabupaten Buton Utara Provinsi Sulawesi Tenggara (2017 – 2019). Kiprah penulis dalam mengembangkan Tri Dharma Perguruan Tinggi, selain sebagai dosen profesional, penulis juga aktif dalam melakukan kegiatan penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Berbagai artikel ilmiah hasil penelitian yang dilakukan telah dimuat pada jurnal nasional terakreditasi dan jurnal internasional terindeks scopus. Penulis sukses menulis buku perdana ber-ISBN dan memiliki HaKI yang berjudul “Epidemiologi Penyakit Malaria: Menelaah Kejadian dan Faktor Risiko pada Anak” dengan ISBN 978-623-362-588-3. Adapun *bookchapter* lainnya berjudul “Teori Kesehatan Lingkungan dengan nomor ISBN 978-623-3292-894-0 dan “Manajemen Bencana dan Kejadian Luar Biasa” dengan ISBN 978-623-195-099-4

Email Penulis:

irmankedtrop15@uho.ac.id/irmankedtrop15@gmail.com

INSIDEN DAN PENYEBARAN PENYAKIT YANG DITIMBULKAN OLEH VEKTOR DI INDONESIA

Veronika Simangunsong, SKM.
BTKLPP Kelas 1 Manado

Penyakit Tular Vektor

Penyakit tular vektor dan binatang pembawa penyakit merupakan penyakit yang ditularkan melalui vektor dan hewan pembawa penyakit, seperti malaria, demam berdarah, filariasis, chikungunya, radang otak JE, rabies, leptospirosis, pes, dan demam keong, penyakit tersebut menjadi tantangan serius dalam kesehatan masyarakat Indonesia. Penyakit-penyakit ini masih menyebabkan tingginya angka kesakitan dan kematian, bahkan berpotensi menciptakan kejadian luar biasa atau wabah, serta berdampak negatif pada perekonomian masyarakat (Permenkes 50, 2017).

Vektor dan hewan pembawa penyakit di Indonesia telah diidentifikasi, khususnya terkait dengan penyakit menular tropis. Hal ini mencakup penyakit yang umum dan juga penyakit menular tropis yang berpotensi menjadi wabah. Karena berbagai jenis penyakit tropis tersebut dapat ditularkan oleh vektor dan hewan zoonosis, usaha untuk mengendalikan vektor dan hewan pembawa

penyakit menjadi bagian penting dalam upaya mengatasi penyakit menular tropis.

Ada 6 penyakit tular vektor yang masih merupakan masalah kesehatan di Indonesia, yaitu: Malaria, Demam Berdarah Dengue (DBD), Filariasis, Chikungunya, Japanese Encephalitis, dan Pes. Penyakit-penyakit ini berpotensi menimbulkan kejadian luar biasa (KLB) dan pengendaliannya merupakan prioritas Pembangunan Kesehatan. Kedatangan penyakit tular vektor ini terkadang menghentak kesadaran kita akan perlunya memelihara kondisi lingkungan di sekitar manusia (Murti, 2003).

Di Indonesia, terutama di daerah tropis, terdapat sembilan penyakit menular yang berasal dari hewan, termasuk tetapi tidak terbatas pada lepra, frambusia, filariasis, ensefalitis Jepang, rabies, leptospirosis, pes, dan infeksi cacing (Murti, 2003).

Sebanyak 25 jenis nyamuk telah terbukti berperan sebagai vektor Malaria di Indonesia dan 22 jenis nyamuk terbukti berperan sebagai vektor Filariasis. Telah dibuat pula peta penyebaran berbagai jenis nyamuk yang berpotensi menularkan DBD dan Chikungunya. Sedangkan, penyebaran 11 jenis nyamuk yang berpotensi menularkan Japanese Encephalitis juga telah terdeteksi di Indonesia. Selain itu dilakukan pula pengendalian vektor dengan intervensi kimiawi menggunakan insektisida, intervensi biologis dengan memanfaatkan hewan pemangsa serangga, dan intervensi lingkungan. Upaya pengendalian vektor juga diperkuat dengan penggunaan kelambu di seluruh daerah endemis malaria, dan pada kurun waktu tahun 2009-2014 telah didistribusikan sebanyak 15 juta kelambu berinsektisida.

Salah satu pengendalian penyakit tular vektor yang ditularkan oleh nyamuk adalah pengendalian Malaria.

Penyakit ini merupakan salah satu sasaran Millenium Development Goals (MDGs). Indonesia bertekad mencapai Eliminasi Malaria, sesuai dengan instruksi Presiden Susilo Bambang Yudoyono pada acara Peringatan Hari Malaria Sedunia tahun 2008. Pemerintah - dengan dukungan seluruh masyarakat mentargetkan akan mengeliminasi Malaria di Indonesia pada tahun 2030.

Eliminasi Malaria di Indonesia diperkuat dengan berbagai upaya, yaitu : 1) Gerakan Berantas Kembali Malaria yang dilaksanakan di daerah-daerah melalui kemitraan Pemerintah dengan Masyarakat untuk mempercepat pencapaian Eliminasi Malaria., 2) Pembentukan Malaria Center di beberapa Provinsi dan Kabupaten sebagai pusat kegiatan terpadu pengendalian Malaria untuk memperkuat upaya pencapaian Eliminasi Malaria di lapangan, 3) Pengendalian Malaria dengan dukungan Upaya Kesehatan Berbasis Masyarakat, yaitu melalui Desa Siaga, Pos Malaria Desa, dan Posyandu untuk memperkuat Pengendalian Malaria di tingkat desa.

Penyakit tular vektor lain yang ditularkan oleh nyamuk adalah Demam Berdarah Dengue (DBD). Meskipun KLB DBD kadang-kadang masih terjadi di Indonesia, akan tetapi berkat upaya pengendalian yang telah dilaksanakan selama lima dasa warsa terakhir ini, angka kematian (Case Fatality Rate) DBD telah berhasil ditekan di bawah 1% selama 22 tahun terakhir sejak tahun 2000. Angka CFR telah dapat ditekan kurang dari 1%, berkat penatalaksanaan kasus DBD di fasilitas kesehatan yang sangat baik.

Malaria

Malaria merupakan salah satu penyakit menular yang masih sering ditemukan di berbagai negara di seluruh dunia (Arsin, 2012). Suatu kondisi penyakit yang disebabkan oleh parasit dari kelompok Plasmodium yang

menyebarkan melalui gigitan nyamuk betina dari jenis *Anopheles*. Penyakit ini menginfeksi organ-organ seperti otak, hati, dan ginjal, menyebabkan parasit tumbuh serta berkembang di dalam tubuh (Prabowo, 2004).

Secara umum, terdapat empat varian malaria, yakni tropika, tertiana, ovale, serta quartana. Lebih dari satu juta jiwa kehilangan nyawa setiap tahun akibat penyakit ini (Mashoedi, 2012). Proses penyebaran malaria di suatu wilayah mencakup tiga faktor utama, yakni individu yang terinfeksi dengan atau tanpa gejala klinis, nyamuk atau vektor penyebab penyakit, dan manusia yang dalam keadaan sehat. Faktor-faktor lingkungan seperti fisik, kimia, biologis, serta aspek sosial dan budaya masyarakat setempat memiliki dampak signifikan terhadap penyebaran penyakit malaria. Interaksi antara perubahan cuaca dan iklim, aktivitas penggalan tambak, deforestasi, serta daerah dengan banyak genangan air, semak belukar, dan lingkungan yang tidak sehat akan mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan agen penyebab malaria (Hamzah dkk).

Pada tahun 2018, diperkirakan terdapat sekitar 228 juta kasus infeksi, dengan jumlah kematian mencapai 405.000 jiwa akibat malaria secara global. Kelompok yang paling rentan terhadap penyakit ini adalah anak-anak di bawah usia 5 tahun, yang menyumbang sekitar 67% dari total kematian dunia akibat malaria. Kasus malaria terbanyak terjadi di Afrika (93%), diikuti oleh wilayah Asia Tenggara (3,4%) dan wilayah Mediterania Timur (2,1%). Hampir semua negara di kawasan Asia Tenggara melaporkan adanya kasus malaria. Pada tahun 2018, Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) memperkirakan terdapat sekitar 8 juta kasus dan 11.600 kematian akibat malaria di wilayah Asia Tenggara. Penderita yang sebelumnya telah terinfeksi malaria akan sulit didiagnosis, karena tubuh

mereka telah beradaptasi dengan penyakit tersebut sehingga gejala klinis sulit dikenali.

Faktor-faktor yang berkontribusi pada prevalensi penyakit malaria adalah risiko dari perilaku dan lingkungan. Faktor-faktor risiko perilaku meliputi tidak menggunakan kelambu saat tidur, keluar di malam hari, memiliki pekerjaan rendah, serta pendapatan yang kurang memadai. Selain itu, perilaku lain yang berkontribusi adalah kebiasaan tidur di tempat terbuka atau luar rumah, dan frekuensi kunjungan ke daerah penelitian. Sementara itu, faktor risiko yang terkait dengan lingkungan dan tempat tinggal dipengaruhi oleh faktor seperti kelembaban, intensitas curah hujan, kondisi satwa dan tumbuhan, suhu, serta aktivitas penebangan hutan. Karena sebagian besar wilayah Asia Tenggara berada di daerah tropis, maka faktor-faktor ini cenderung berkontribusi pada peningkatan prevalensi malaria (Sutarto, 2017).

Faktor-faktor yang meningkatkan risiko terkena penyakit malaria adalah perilaku manusia (seperti tidak menggunakan kelambu saat tidur, beraktivitas di malam hari, jenis kelamin pria, dan pekerjaan berisiko) serta pengaruh lingkungan tempat tinggal (misalnya, warga desa, kondisi rumah yang tidak memadai, terbuka lebar, atau berdekatan dengan kandang hewan dan tempat berkembang biaknya nyamuk). Berdasarkan penelitian di beberapa negara Asia Tenggara, faktor risiko yang paling dominan dan sering ditemukan adalah perilaku individu. Dianjurkan agar negara-negara dengan tingkat kejadian malaria yang relatif tinggi berupaya memperbaiki atau mengurangi faktor-faktor risiko yang mempengaruhi kejadian malaria. Ini dapat tercapai melalui komitmen masyarakat dalam mengubah pola hidup dan perilaku, serta partisipasi tenaga medis dan pemerintah setempat dalam upaya penanggulangan malaria (Devi dkk, 2022).

Demam Berdarah Dengue (DBD)

Demam berdarah dengue (DBD) adalah salah satu jenis penyakit yang disebabkan oleh virus dengue, dan penyebarannya dibantu oleh vektor perantara yaitu nyamuk *Aedes aegypti*. Isu mengenai DBD ini merupakan permasalahan yang kompleks, terutama dalam hal pengendalian yang belum mencapai hasil yang diinginkan. Kejadian kasus DBD masih sering dan meluas. Lebih dari 2,8 miliar orang yang tinggal di daerah tropis dan sub-tropis berisiko terkena DBD. Setiap tahun, sekitar 50 juta orang diperkirakan terinfeksi penyakit ini. DBD endemik di lebih dari 100 negara di seluruh dunia, termasuk Indonesia. Penyakit ini sering terjadi di daerah perkotaan, dan saat ini kasus DBD juga semakin meluas di daerah pedesaan. Sampai saat ini, belum ada model pengendalian DBD yang efektif, terutama yang melibatkan partisipasi aktif masyarakat (WHO, 2015).

Pada tahun 1968, Demam Berdarah Dengue (DBD) pertama kali diidentifikasi di Surabaya (Istiqomah, 2016). Sejak saat itu, penyebaran penyakit ini terus meningkat dan meluas. Risiko terinfeksi DBD kini mengancam seluruh wilayah Indonesia. Hampir sepanjang tahun, penyakit DBD menjadi masalah umum di seluruh Indonesia, terutama saat memasuki awal musim hujan (WHO, 2005).

Berdasarkan data dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia hingga tanggal 28 Agustus 2014, tercatat ada 48.905 individu yang terjangkit Demam Berdarah Dengue (DBD) dengan jumlah kematian sebanyak 376 kasus (CFR: 0,7%). Demam Berdarah Dengue (DBD) merupakan suatu kondisi infeksi akut yang disebabkan oleh virus dengue. Virus ini termasuk dalam kelompok Flavivirus yang terdiri dari RNA untai positif, dan masuk dalam famili Flaviviridae. Terdapat empat serotipe dari virus ini, yaitu DEN-1, DEN-2, DEN-3, dan DEN-4. Penyakit DBD

menyebarkan melalui gigitan nyamuk *Aedes Aegypti* betina yang membawa virus dengue dalam tubuhnya (Yohan, 2018). Walaupun ada beberapa jenis nyamuk lain seperti *Aedes Polynesiensis*, *Aedes Scutellaris*, dan *Aedes Albopictus* yang juga dapat menjadi vektor penyakit DBD, namun jenis-jenis ini kurang umum ditemukan (Setiabudi, 2019).

Faktor-faktor yang memicu terjadinya demam berdarah dengue meliputi nyamuk *Aedes aegypti* sebagai agen utama penularan virus dengue, menjaga kekebalan tubuh untuk mencegah infeksi penyakit DBD, dampak lingkungan di sekitar rumah yang berperan dalam siklus hidup dan pertumbuhan nyamuk *Aedes aegypti*, serta pentingnya mengubah perilaku manusia dalam upaya memberantas nyamuk dan larva *Aedes aegypti* guna mencegah penyakit demam berdarah dengue pada anak-anak dan keluarga (Melissa dkk, 2021).

Penyakit demam berdarah dengue (DBD) telah menjadi penyakit yang umum dijumpai di kota-kota besar di Indonesia. Berdasarkan proyeksi dari Intergovernmental Panel on Climate Change pada tahun 1996, diperkirakan bahwa jumlah kasus DBD di Indonesia bisa meningkat tiga kali lipat pada tahun 2070 (Margareta, 2007).

Filariasis

Filariasis merupakan suatu penyakit menular kronis yang diakibatkan oleh infeksi cacing filaria yang termasuk dalam kelas nematoda dan ditularkan melalui berbagai jenis nyamuk. Cacing ini bertahan hidup di dalam saluran getah bening. Pada tahap akhir penyakit, dapat menyebabkan kecacatan permanen seperti pembengkakan pada kaki, lengan, payudara, dan organ reproduksi, baik pada pria maupun wanita (Ardias dkk, 2012). Tanda-tanda klinis yang muncul baik dalam bentuk akut maupun kronis dari kondisi ini bisa

mengurangi tingkat kesehatan serta kualitas sumber daya manusia. Dampaknya bisa menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan karena individu yang terkena dampak tidak mampu berkinerja maksimal dalam jangka waktu yang panjang, bahkan hingga sepanjang hidup.

Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) telah menetapkan Tujuan Global untuk Penghapusan Filariasis Limfatik sebagai Masalah Kesehatan Masyarakat pada Tahun 2020. Program penghapusan ini dilaksanakan melalui pemberian pengobatan massal menggunakan DEC (Diethyl Carbamazine Citrate) dan Albendazol setiap tahun selama 5 tahun di daerah-daerah yang endemis, serta perawatan kasus klinis baik yang akut maupun kronis, guna mencegah cacat dan mengurangi jumlah penderita. Di Indonesia, penghapusan penyakit kaki gajah akan dijalankan secara bertahap, dimulai pada tahun 2002 di 5 kabupaten percontohan. Setiap tahunnya, program ini akan diperluas ke wilayah-wilayah lainnya (Depkes RI, 2002).

Di Indonesia, penyebab filariasis adalah tiga jenis cacing filaria, yakni *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi*, dan *Brugia timori*, sementara penyebaran penyakit ini terjadi melalui gigitan nyamuk. Di Indonesia hingga saat ini, telah diidentifikasi 23 jenis nyamuk dari kelompok *Mansonia*, *Anopheles*, *Culex*, *Aedes*, dan *Armigeres* yang memiliki potensi menjadi vektor filariasis. Sepuluh spesies nyamuk *Anopheles* telah diidentifikasi sebagai penyebar *W. bancrofti* di daerah pedesaan, sementara *Culex quinquefasciatus* menjadi vektor utama di daerah perkotaan. Terdapat pula enam jenis nyamuk *Mansonia* yang berperan sebagai vektor *B. malayi*, dan di wilayah Indonesia bagian timur, *Anopheles barbirostris* juga berperan sebagai vektor filariasis (Depkes RI, 2002).

Pada tahun 2004, sekitar 120 juta orang di 83 negara di berbagai belahan dunia terinfeksi oleh penyakit filariasis, terutama terjadi di negara-negara tropis dan beberapa wilayah subtropis (Depkes RI, 2009:25). Di Indonesia, Filariasis disebabkan oleh berbagai jenis cacing filaria seperti *Wuchereria bancrofti*, *Brugia timori*, dan *Brugia malayi*. *Wuchereria bancrofti* tersebar di berbagai wilayah seperti Sumatera, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, Nusa Tenggara, Maluku, dan Papua. Jenis *W. bancrofti* yang khususnya ditemukan di pedesaan masih melimpah di Papua dan Nusa Tenggara Timur, sementara yang jenis perkotaannya dijumpai di kota-kota seperti Jakarta, Bekasi, Semarang, Tangerang, Pekalongan, dan Lebak. *Brugia malayi* menyebar di wilayah Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan beberapa pulau di Maluku. Sementara *Brugia timori* ditemukan di kepulauan seperti Flores, Alor, Rote, Timor, dan Sumba, biasanya berkembang endemis di daerah-daerah persawahan (Kemenkes, 2018).

Sebanyak 70% dari total kasus filariasis di Indonesia disebabkan oleh *Brugia malayi*. Pada tahun 2017, Provinsi Papua menjadi wilayah dengan jumlah kabupaten/kota endemis filariasis paling tinggi, mencapai 23 kabupaten/kota. Disusul oleh Provinsi Nusa Tenggara Timur dengan 18 kabupaten/kota daerah endemis filariasis, dan Provinsi Aceh, Sulawesi Tenggara, serta Papua Barat yang masing-masing memiliki 12 kabupaten/kota daerah endemis filariasis, berada di peringkat terbanyak ketiga. Pada tahun 2018, tercatat sebanyak 10.681 kasus filariasis di seluruh Indonesia, dengan 236 dari total 514 kabupaten teridentifikasi sebagai daerah endemis (Kemenkes RI, 2018).

Menurut Nasrin et al. (2008), tingkat insiden Filariasis pada pria lebih tinggi daripada insiden pada wanita karena umumnya pria lebih sering berinteraksi dengan

vektor penyakit ini akibat pekerjaan mereka pada malam hari. Kehadiran di luar rumah meningkatkan kemungkinan terkena gigitan nyamuk vektor Filariasis secara lebih sering, sehingga meningkatkan risiko terjangkit penyakit ini. Temuan ini konsisten dengan penelitian oleh Putri Widiastuti (2015) yang menunjukkan bahwa 72,5% penderita Filariasis memiliki kebiasaan keluar rumah di malam hari dan mayoritas dari mereka memiliki pekerjaan yang berisiko (60%). Jenis pekerjaan yang paling umum dilakukan sebelum tertular Filariasis adalah sebagai petani, buruh tani, dan pedagang. Jika mempertimbangkan hubungan antara pekerjaan berisiko dan jenis kelamin, terlihat bahwa 72% pria memiliki pekerjaan berisiko, sedangkan hanya 37% wanita yang memiliki pekerjaan berisiko. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pria memiliki kecenderungan yang lebih besar untuk berinteraksi dengan nyamuk penular Filariasis melalui pekerjaan berisiko.

Chikungunya

Chikungunya merupakan jenis penyakit menular yang disebabkan oleh virus Chikungunya (CHIK), yang termasuk dalam keluarga *Togaviridae*, genus *Alphavirus*. Penularan CHIK dapat terjadi melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* (nyamuk demam kuning) dan *Aedes albopictus* (nyamuk harimau Asia) yang berperan sebagai vektor potensial penyakit Chikungunya. Hingga saat ini, penyakit Chikungunya tetap menjadi permasalahan kesehatan masyarakat yang signifikan (Ditjen P2 PL, 2015).

Dari catatan sejarah, dugaan telah muncul mengenai Kejadian Luar Biasa (KLB) Chikungunya pada berbagai waktu dan tempat, seperti pada tahun 1779 di Batavia dan Kairo, 1823 di Zanzibar, 1824 di India, 1870 di Zanzibar, 1871 di India, 1901 di Hongkong, Burma, dan

Madras, serta 1923 di Calcutta. Sejak tahun 1952 hingga saat ini, virus ini telah tersebar secara luas di wilayah Afrika, merambah ke Amerika dan Asia. Virus Chikungunya akhirnya menjadi endemis di Asia Tenggara mulai tahun 1954. Pada akhir tahun 1950 dan 1960, virus ini mengalami perkembangan di sejumlah lokasi seperti Thailand, Kamboja, Vietnam, Manila, dan Burma. Pada tahun 1965, tercatat terjadi KLB di Sri Lanka (Kemenkes RI, 2012).

Pada tahun 1973, KLB penyakit Chikungunya pertama kali dilaporkan dan dicatat di Indonesia, tepatnya di Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur, serta di DKI Jakarta. Kemudian, pada tahun 1982, Chikungunya merebak di Kuala Tungkal, Provinsi Jambi, dan pada tahun 1983, kasusnya juga terdeteksi di Daerah Istimewa Yogyakarta. Sejak tahun 1999, laporan KLB Chikungunya semakin meningkat, termasuk di Muara Enim pada tahun tersebut, diikuti oleh Aceh pada tahun 2000, serta di beberapa wilayah di Jawa Barat seperti Bogor, Bekasi, dan Depok pada tahun 2001 (Sumber: Ditjen P2 PL, 2015).

Berdasarkan laporan SDKI tahun 2012, tercatat sekitar 1.831 kasus Chikungunya di Indonesia. Angka ini menunjukkan penurunan dibandingkan dengan tiga tahun sebelumnya, di mana pada tahun 2011 mencapai 2.998 kasus, tahun 2010 mencatat 52.703 kasus, dan tahun 2009 mencatat 83.756 kasus (Kemenkes RI, 2013).

Virus ini merupakan penyakit yang cenderung sembuh secara alami dan tidak fatal, tetapi dapat signifikan menghambat efisiensi kerja bagi yang terinfeksi. Meskipun tidak berakibat fatal, dampaknya dapat mengganggu produktivitas individu. Selain itu, penyakit ini sering berpotensi menimbulkan Kejadian Luar Biasa (KLB) dalam suatu wilayah (Anies, 2006).

Japanese Encephalitis (JE)

Penyakit JE adalah infeksi akut pada sistem saraf pusat (SSP) yang menyebar melalui gigitan nyamuk yang mengandung virus JE. Virus ini termasuk dalam keluarga flavivirus. Penyakit ini pertama kali diidentifikasi pada tahun 1871 di Jepang dan ditemukan menyerang sekitar 6.000 orang pada tahun 1924. Virus JE pertama kali diisolasi pada tahun 1934 dari jaringan otak pasien yang meninggal karena ensefalitis. Kejadian luar biasa pertama kali tercatat pada tahun 1935 dan hampir setiap tahun terjadi kejadian serupa, mulai dari tahun 1946 hingga tahun 1950 (Soedarma dkk, 2008).

Penyakit ini tersebar secara endemik di wilayah Asia, meliputi negara-negara seperti Jepang, Filipina, Taiwan, Korea, China, Indo China, Thailand, Malaysia, Indonesia, dan India. Setiap tahun, diperkirakan terjadi sekitar 35.000 kasus Ensefalitis Jepang di Asia. Penyakit ini paling umum menjangkiti anak-anak berusia antara 1 hingga 15 tahun.

Di Indonesia, pada tahun 1972, virus JE pertama kali berhasil diisolasi dari nyamuk di daerah Bekasi. Endemisitas penyakit JE ditemukan tersebar di hampir semua provinsi di Indonesia, dimana mayoritas masyarakat tinggal berdekatan dengan hewan ternak mereka. Data yang berasal dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (Kemkes RI) antara tahun 1993 hingga 2000 menunjukkan bahwa spesimen positif penyakit JE ditemukan di 14 Provinsi, yaitu Bali, Riau, Jawa Barat, Jawa Tengah, Lampung, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Sumatera Utara, Kalimantan Barat, Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan, dan Papua (Novie, 2016).

Pes

Penyakit pes adalah salah satu jenis penyakit zoonosis, yakni penyakit yang awalnya menginfeksi hewan rodensia, namun bisa menular ke manusia lewat gigitan pinjal. *Xenopsylla cheopis* merupakan jenis pinjal tikus yang terkenal sebagai penular biologi penyakit pes (Meri dkk, 2020). Penyakit tersebut sebelumnya telah menjadi pandemi di berbagai wilayah dunia dan telah merenggut banyak nyawa akibatnya, dengan ribuan kematian dalam setiap kejadian wabah (Azrul, 1990).

Di Indonesia, wabah penyakit pes pertama kali memasuki wilayah pada tahun 1910 melalui Pelabuhan Surabaya, yang diintroduksi oleh tikus yang membawa pinjal dari Pelabuhan Rangoon di Myanmar. Penyakit ini kemudian menyebar ke Yogyakarta pada tahun 1916 dan ke daerah Surakarta pada tahun 1915 (Kementerian Kesehatan RI, 2014).

Infeksi penyakit pes timbul karena adanya tikus liar yang membawa bakteri *Yersinia pestis* dalam peredaran darah tubuh mereka. Pinjal menghisap darah dari tikus yang mengandung bakteri tersebut, kemudian bakteri *Yersinia pestis* berkembang biak di perut pinjal. Saat pinjal menggigit manusia, bakteri ini pun dapat menginfeksi manusia. Penyakit pes termasuk dalam kategori penyakit re-emerging, yaitu jenis penyakit yang bisa muncul kembali setiap saat, berpotensi menyebabkan Kejadian Luar Biasa (KLB).

Sejak tahun 1910 hingga 1960, ketika wabah penyakit pes pertama kali muncul di Indonesia, tercatat bahwa sekitar 245.375 orang telah kehilangan nyawa akibat penyakit ini. Kabupaten Boyolali, wilayah yang rentan terhadap penyakit pes, mengalami kasus pertamanya pada tahun 1986, dimana ada sekitar 101 orang yang terinfeksi, dan dari jumlah tersebut, 42 orang meninggal dunia (tingkat

kematian 43%). Pada tahun 1970, Kabupaten Boyolali kembali menghadapi kasus penyakit pes, dengan 11 orang terinfeksi, dan dari jumlah tersebut, tiga orang meninggal dunia (tingkat kematian 27,3%) (Dinkes Boyolali, 2013).

Daftar Pustaka

- Anies. (2006). *Seri lingkungan dan penyakit; manajemen berbasis lingkungan, solusi mencegah dan menanggulangi penyakit menular*. Jakarta: Gramedia.
- Ardias, Onny Setiani, Yusniar Hanani D. (2012). Faktor Lingkungan dan Perilaku Masyarakat yang Berhubungan dengan Kejadian Filariasis di Kabupaten Sambas, *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia* Vol. 11 No. 2 / Oktober 2012
- Arsin AA. (2012). *Malaria di Indonesia: tinjauan aspek epidemiologi*. Jakarta: Masagera Press.
- Azrul. A. (1990). *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*. Mutiara Sumber Widya. Jakarta.
- Depkes RI, 2009, *Pedoman Program Eliminasi Filariasis Di Indonesia*, Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Devi A.R., Raniand C.P., Nabila A.S., Dwi S.S.R. (2022). BALABA Vol. 18 No. 1, Juni 2022: 79-86 <https://doi.org/10.22435/blb.v18i1.5002>
- Dinkes Boyolali. (2014). *Evaluasi Kegiatan Pes Tahun 2013 dan Rencana Kegiatan Pes Tahun 2014 Kabupaten Boyolali*. Boyolali: Bidang P3PL Dinkes Kabupaten Boyolali
- Ditjen P2 PL. (2015). *Rencana Aksi Program PP dan PL 2015-2019*. Jakarta: Ditjen P2 PL.
- Hamzah H., Anita C., Nur Alam F. (2014). Determinan Kejadian Malaria di Wilayah Endemis. Kesmas, *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional* Vol. 8, No. 7, Februari 2014
- Hikmah M, Kasmini HOW. (2015). Faktor yang berhubungan dengan kejadian kematian akibat demam berdarah dengue. *Unnes Journal of Public Health*.
- Istiqomah M, Syahrul F. (2016). *Faktor Risiko Aktivitas, Mobilitas, dan Menggantungkan Pakaian Terhadap Kejadian Demam Berdarah Pada Anak [Thesis]*. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga.

- Kemenkes RI. (2012). Pedoman Pengendalian Demam Chikungunya (2 ed.). Jakarta: Ditjen P2 PL.
- Kemenkes RI. (2013). Pusat Data dan Informasi Profil Kesehatan Indonesia 2012. Jakarta: Kemenkes RI
- Kemenkes RI. (2014). Petunjuk Teknis Pengendalian Pes. 4th ed. Jakarta: Direktorat Jenderal Pengendalian Penyakit dan Penyehatan Lingkungan, Kementerian Kesehatan RI.
- Kemenkes RI. (2018). Menuju Indonesia Bebas Filariasis. Infodatin Pusat Data Dan Informasi Kementerian Kesehatan RI. 2018. 1-10p.
- Margareta Maria Sintorini (2007). KESMAS, Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional Vol. 2, No. 1, Agustus 2007
- Mashoedi. (2012). Faktor perilaku yang berpengaruh terhadap kejadian malaria di daerah endemis malaria. *Jurnal Sains Medika*. 2012; 3(2): 168-76
- Melissa G. Tansil, Novie H. R., Rocky Wilar. (2021). Faktor Risiko Terjadinya Kejadian Demam Berdarah Dengue Pada Anak, *Jurnal Biomedik*. 2021;13(1):90-99, <https://doi.org/10.35790/jbm.13.1.2021.31760>
- Meri D. S., Endah S., Emantis R., Sutyarso. (2020). *Jurnal Medika Malahayati*, Volume 4, Nomor 2, April 2020, Identifikasi Ektoparasit pada Tikus (*Rattus Sp.*) Sebagai Vektor Penyakit PES di Areal Pelabuhan Panjang Kota Bandar Lampung
- Murti, B. (2003). Prinsip-Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan. Airlangga University Press. Surabaya.
- Nasrin, Onny S, Budiyono. (2009). Faktor-Faktor Lingkungan dan Perilaku Yang Berhubungan dengan Kejadian Filariasis di Kabupaten Bangka Barat. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. 1 April 2009;8(1):35-38.
- Novie H. Rampengan. (2016). *Jurnal Biomedik (JBM)*, Volume 8, Nomor 2 Suplemen, Juli 2016, hlm. S10-S22,

- Prabowo A. (2004). Malaria: mencegah dan mengatasi. Jakarta: Puspa Swara.
- Setiabudi, Djatnika, (2019). IDAI. Memahami demam berdarah dengue part 1. Infeksi dan Penyakit Tropis.
- Sutarto, Cania B. (2017). Faktor lingkungan, perilaku dan penyakit malaria. J Kesehatan dan Agromedicine.
- WHO, (2005). Pencegahan dan Pengendalian Dengue dan Demam Berdarah Dengue, Panduan Lengkap, Jakarta.
- WHO. (2019). World malaria report 2019. Geneva: World Health Organization; 2019.
- Yohan B. (2018). Demam Berdarah Dengue: Problematika Interaksi Virus, Pejamu, Vektor. Ejikman Institute for molecular biology.

Profil Penulis



Veronika Simangunsong, SKM.

Penulis dilahirkan di Kota Batam, Provinsi Kepulauan Riau, pada Tanggal 18 Oktober 1995. Merupakan anak ke-tiga dari pasangan Bapak Pahala Simangunsong dan Ibu Rosda Manurung. Penulis menyelesaikan program S1 di Program Studi Kesehatan Masyarakat Peminatan Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara lulus tahun 2017. Saat ini penulis bekerja sebagai Entomolog Kesehatan di Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BTKLPP) Kelas 1 Manado, Kementerian Kesehatan RI. Sehari-harinya bekerja di Laboratorium Entomologi, berwenang untuk melakukan kegiatan teknis fungsional pengamatan, penyelidikan, pemberantasan dan pengendalian terhadap vektor penyakit/serangga pengganggu. Selain itu penulis juga pernah menulis jurnal internasional dan buku.

Email Penulis: verooctavia@gmail.com

PENGENDALIAN VEKTOR SECARA KIMIAWI

Apriyani, SKM., M.P.H

Universitas Widya Gama Mahakam Samarinda

Pengendalian vektor merupakan Upaya untuk mengurangi atau menekan populasi vektor serendah-rendahnya sehingga tidak berarti lagi sebagai penular penyakit dan bertujuan pula untuk menghindari kontak antara vektor dengan manusia (Gandahusada, 1998 dalam Utami, 2020). Upaya penanggulangan atau pengendalian vektor dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya secara kimia atau kimiawi. Upaya pengendalian dilakukan sesuai dengan jenis vektornya supaya tepat sasaran. Berikut akan dibahas berbagai upaya pengendalian beberapa contoh vektor seperti nyamuk, lalat, kecoa, kutu serta kutu busuk.

Pengendalian Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit melalui metode kimia dengan menggunakan bahan kimia (pestisida) untuk menurunkan populasi Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit secara cepat dalam situasi atau kondisi tertentu, seperti KLB/wabah atau kejadian matra lainnya. Belajar dari pembasmian malaria yang menggunakan bahan kimia berupa Dichloro Diphenyl Trichloroethane (DDT), di satu sisi sangat efektif dapat menurunkan angka kesakitan dan kematian malaria, namun di sisi lainnya penggunaan DDT secara masif tanpa adanya pengawasan dapat menyebabkan dampak

persistensi yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan lingkungan yang luas dan resistensi Vektor sasaran (Permenkes RI, 2017).

Pengendalian dengan menggunakan bahan kimia (*chemical control*) Cara ini lebih mengutamakan penggunaan pestisida/rodentisida untuk peracunan. Penggunaan insektida di lahan basah dan berair sangat tidak dianjurkan. Pencemaran air dan terganggunya habitat di dalam air yang diakibatkan oleh pengaplikasian insektisida dapat mengganggu ekosistem. Penaburan insektisida cair berupa minyak dapat dilakukan dengan kondisi tertentu, misalnya (Khairiyat *et al.*, 2021):

Kondisi wabah dan perlu penanganan cepat

Potensi terjadinya kerusakan lingkungan sangat rendah

Pada kolam atau lagoon yang tidak tertapakai sehingga dapat berpotensi sebagai tempat habitat vektor.

Pengendalian Nyamuk

Pengendalian vektor secara kimia dilakukan dengan menggunakan insektisida. Terdapat berbagai macam insektisida, salah satunya adalah golongan organofosfor. Insektisida golongan organofosfor yang sering digunakan untuk pengendalian vektor DBD adalah malathion dan temephos (Utami, 2020).

Pengendalian nyamuk dicapai dengan insektisida terhadap larva atau nyamuk dewasa. Larvasida ditempatkan dalam air di mana larva berkembang atau dimana air akan terakumulasi dan menyediakan habitat bagi larva. Sebelumnya larvasida digunakan termasuk senyawa anorganik arsenat seperti tembaga, bahan bakar minyak, dan bahan kimia organoklorin seperti dichlorodiphenyl-trikloroetana (DDT) dan dieldrin. Saat ini, kategori larvasida terdaftar adalah minyak light mineral, organofosfat, dan regulator

serangga- pertumbuhan. Cepat minyak degradable tersebar di permukaan air, menembus sistem trakea larva dan pupa dan mencekik mereka. Organofosfat, seperti temephos, malathion, dan klorpirifos, berfungsi sebagai racun saraf. Serangga-pertumbuhan regulator methoprene adalah meniru hormon remaja dan mengganggu metamorfosis dan munculnya. Jenis tertentu dan formulasi (debu, serbuk, cair larut dalam air, emulsi, cairan yang larut dalam minyak, granul, pelet, briket) dari larvisida direkomendasikan tergantung pada biologi nyamuk sasaran, jenis dan ukuran habitat, metode aplikasi, komposisi kimia dari air, dan adanya organisme nontarget yang mungkin terpengaruh. Beberapa dapat dirumuskan untuk slow release dari carrier. Ini dapat diterapkan untuk mengeringkan tanah, melepaskan bahan aktif ketika terendam (Ishak, 2018).

Larvisida Organik Sintetis

Penemuan pada tahun 1940-an dari insektisida organoklorin menyebabkan ditinggalkannya di sebagian besar tempat metode pengendalian nyamuk tradisional dan adopsi penyemprotan tempat berkembang biak dengan senyawa baru. Pada tahun 1950an Insektisida organoklorin kehilangan banyak keefektifannya di banyak tempat sebagai hasilnya dari pengembangan resistensi oleh beberapa spesies nyamuk. Juga muncul bahwa Organoklorin sangat gigih di dalam tanah dan di jaringan tanaman dan hewan. Insektisida ini tidak lagi direkomendasikan oleh WHO untuk pengendalian nyamuk Larva, meski dengan pengecualian dieldrin mereka masih bisa digunakan aman untuk penyemprotan dinding di rumah (Ishak, 2018).

Senyawa organofosfat, karbamat dan piretroid kurang kuat, cepat rusak di lingkungan, Oleh karena itu

direkomendasikan sebagai larvida. Namun, piretroid sangat toksik terhadap ikan dan tidak boleh digunakan dimana ada ikan atau krustasea. Kontaminasi air. Dengan larvida ini bersifat sementara dan sebagian besar bahan kimia hilang dari air dalam sehari, meskipun senyawa organo-fosfor dapat bertahan lebih lama. Dalam situasi di mana nyamuk telah mengembangkan ketahanan terhadap semua yang konvensional Larvida, pertimbangan dapat diberikan untuk menggunakan minyak larvicidal, yang lebih mahal regulator pertumbuhan serangga, atau bakteri larvisida sebagai alternatif. Dua kelompok terakhir adalah tidak beracun untuk ikan, mamalia dan kebanyakan organisme non target lainnya di lingkungan. Diformulasikan sebagai briket pelepasan lambat yang menunjukkan efektivitas residu yang lebih baik genangan air yang tergolong volume relatif kecil dari yang lain larvisida (Ishak, 2018).

Adulticides diterapkan pada permukaan di mana nyamuk dewasa akan beristirahat atau di udara di mana nyamuk terbang. Residu Insektisida diterapkan pada permukaan tempat istirahat nyamuk agar toksisitas dapat bertahan selama beberapa hari sampai berbulan-bulan. program pemberantasan malaria global, di mana penyemprotan DDT pada dinding bagian dalam dari tempat tinggal manusia pada interval 6 bulan mematikan semua nyamuk hinggap di dinding ini sebelum atau setelah pengambilan darah. Di daerah di mana vektor menggigit manusia terutama di dalam rumah, ini secara paling efektif memutus penularan malaria sampai populasi nyamuk berkembang resisten terhadap insektisida atau ketika program ditinggalkan. Pendekatan ini masih digunakan secara luas di beberapa daerah. Residu Adulticides juga dapat digunakan di luar rumah pada vegetasi atau struktur yang berfungsi sebagai tempat berteduh. Adulticid cenderung memiliki

efek jangka pendek, karena sinar matahari, angin, dan hujan menyebabkan insektisida menurun. Adulticides ditujukan untuk antara kontak langsung dan tetesan dibawa udara (Ishak, 2018).

Adulticides nyamuk terdiri dari dua jenis: *Thermal Fogging* dan *Penyemprotan ultra-Low-volume (ULV)*. Keduanya dapat diterapkan dengan peralatan tangan, kendaraan bermotor, atau pesawat. Fogging termal melibatkan pencampuran insektisida dengan cairan yang mudah menguap seperti solar. Campuran dipanaskan, menciptakan kabut insektisida melalui daerah yang akan disemprot. Pendekatan ULV melibatkan nozel khusus dan pompa yang mengeluarkan tetesan halus insektisida, membentuk kabut yang melewati daerah sasaran. Saat ini, insektisida terdaftar untuk digunakan dalam kabut dan semprotan volume rendah adalah organofosfat, karbamat, pyrethrins, dan piretroid sintetis. Resistensi terhadap insektisida merupakan konsekuensi penting dari penggunaannya dan telah berkembang di banyak populasi nyamuk. Mekanisme resistensi fisiologis telah baik ditandai secara biokimia dan genetik. Resistensi perilaku juga ditemukan. Ini biasanya perubahan perilaku menggigit atau perilaku beristirahat, sehingga nyamuk tidak lagi kontak dengan residu insektisida (Ishak, 2018).

Contoh penyakit yang ditularkan melalui nyamuk yaitu malaria. Malaria ditularkan oleh nyamuk anopheles. Alternatif solusi masalah resistensi vektor anopheles dewasa terhadap insektisida yaitu melalui program pengendalian vektor terpadu. Insektisida sintetis hemat biaya dan ramah lingkungan perlu dikembangkan. Adanya rekayasa ekologi atau lingkungan, modifikasi rumah, biopestisida dan insektisida mikroba yang tahan lama (Musfirah, 2017).

Pengendalian Lalat

Lalat memiliki peran atau potensi dalam penyebaran banyak agen penyakit, yaitu protozoa, cacing, virus, bakteri dan jamur (Hastutiek and Fitri, 2013). Pengendalian dengan insektisida harus dilakukan hanya dalam waktu singkat bila benar-benar diperlukan karena lalat mengembangkan resistansi dengan sangat cepat. Penerapan insektisida efektif untuk sementara dapat menyebabkan kontrol yang sangat cepat, yang penting selama wabah kolera, disentri atau trachoma (Ishak, 2018).

1. Penguap Dichlorvos

Alat penguap insektisida seperti potongan bahan penyerap yang diresapi dengan diklorom tersedia secara komersial. Mereka melepaskan dikloromos perlahan selama jangka waktu sampai tiga bulan dengan syarat ventilasi terbatas. Sebagian besar strip dibuat untuk menangani ruangan dengan luas 15-30 m³. Metode ini efektif hanya di tempat dengan sedikit ventilasi. Ada kemungkinan bahaya beberapa efek toksik pada manusia dan metode ini tidak boleh digunakan di ruangan tempat bayi atau orang tua sedang tidur.

2. Pengenalan bahan beracun ke tempat peristirahatan

Gagasan untuk menyediakan tempat peristirahatan yang beracun bagi lalat didasarkan pada pengamatan bahwa lalat rumah lebih suka beristirahat di malam hari di tepian, senar, kabel, plafon dan sebagainya. Bahan yang bisa diberikan insektisida meliputi bednets, gorden, tali katun, kain atau kain kasa dan strip kertas yang kuat. Strip bisa efektif selama beberapa minggu di daerah tropis dan beriklim sedang. Cara ini murah, memiliki efek residu yang panjang dan cenderung memicu resistensi insektisida

daripada semprotan residu. Namun, tidak bekerja di ruangan dengan draft udara di bawah langit-langit, yang terjadi di banyak kamar berventilasi dan kandang kuda. Jumlah lalat terbang pada awalnya dikurangi agak lambat dan metode kimia lainnya mungkin lebih efektif dalam memberikan hasil langsung.

3. Aplikasi

Bahan dicelupkan ke dalam emulsi insektisida yang diencerkan, dengan beberapa gula, gliserol atau atraktan dan lem atau minyak lainnya untuk membuat film tahan lama. Setelah dicelupkan, cairan dibiarkan menetes dan strip menjadi kering. Metode lama memanfaatkan ranting ranting yang direndam dalam larutan beracun.

Insektisida lebih aman untuk manusia dan lebih disukai saat ini adalah senyawa organofosfat seperti diazinon, fenclorophos, malathion, fenthion, dimethoate dan trichlorfon; karbamat seperti propoksur dan dimetilan; dan piretroid seperti cypermethrin, deltamethrin, permethrin dan cyfluthrin.

Saat menyiapkan bahan, perlu diingat bahwa konsentrasi insektisida yang tinggi mungkin bisa menangkal atau mengiritasi lalat. Konsentrasi yang lebih rendah mungkin lebih efektif. Daya tarik atau repellency beberapa dosis dapat diuji dalam kondisi lapangan. Kekuatan larutan 1-10% biasanya memberikan hasil yang baik dengan insektisida organofosfor dan karbamat.

Bahan yang diresapi ditangguk kan di bawah langit-langit atau tempat yang terkena lalat dengan luas sekitar 1 meter per meter persegi luas lantai. Bagian vertikal atau loop lebih menarik bagi lalat daripada

yang horisontal, dan warna merah atau gelap lebih baik daripada cahaya. Bahan dapat dilekatkan dengan stapel dan pinning atau dapat ditangguhkan dari garis horisontal yang diregangkan sepanjang plafon. Tali atau pita juga dapat diregangkan pada bingkai yang kemudian dapat dipindahkan sesuai kebutuhan. Strip dapat digunakan di kandang hewan, peternakan unggas, pasar, toko, restoran dan lain lain.

4. Penanganan tempat peristirahatan dengan residu insektisida

Permukaan tempat lumpur dapat disemprot dengan insektisida tahan lama. Metode ini memiliki efek langsung dan jangka panjang. Bergantung pada insektisida, bahan permukaan dinding, suhu, kelembaban, paparan sinar matahari dan tingkat resistensi pada lalat, efektivitas residu dapat bertahan dari beberapa hari sampai minggu. Penting untuk mengetahui di mana lalat menghabiskan sebagian besar waktunya di malam hari. Hanya permukaan yang telah diamati untuk digunakan sebagai tempat peristirahatan harus disemprotkan. Penyemprotan sisa terutama dilakukan pada unit hewan di peternakan.

Pemilihan insektisida sulit karena hasil yang diberikan oleh senyawa tertentu cenderung baik di satu area dan mengecewakan di tempat lain. Resiko resistensi yang berkembang pada lalat lebih besar dengan semprotan residu dibandingkan dengan perlakuan kimia lainnya yang digunakan untuk melawan lalat dewasa.

5. Insektisida

Sebelum seleksi sebaiknya berkonsultasi dengan pakar pengendalian hama. Aplikasi dibuat dengan penyemprot yang dioperasikan dengan tangan atau penyemprot yang dioperasikan dengan tenaga pada tekanan rendah untuk mencegah partikel insektisida hanyut.

a. Penyemprotan ruang

Lalat dapat dengan cepat dilumpuhkan dan dibunuh oleh *fogging* atau larutan insektisida aerosol atau emulsi. Penanganan dilakukan dengan menyemprotkan dengan kaleng semprot aerosol bertekanan, penyemprot yang dioperasikan dengan tangan atau penyemprot yang dioperasikan dengan daya portabel kecil. Prinsipnya adalah mengisi ruang dengan kabut tetesan kecil yang dilakukan saat serangga terbang.

Untuk sebagian besar senyawa organofosfat ada beberapa pembatasan di beberapa negara yang mereka gunakan di perusahaan susu, pabrik pengolahan makanan atau tempat lain di mana makanan terpapar, dan beberapa senyawa ini juga dibatasi untuk pemaparan terhadap ayam, sapi perah dan hewan lainnya yang ada. selama penyemprotan. Dibandingkan dengan penyemprotan sisa permukaan peristirahatan, penyemprotan ruang memiliki efek langsung namun bersifat jangka pendek. Risiko perkembangan resistensi insektisida kurang. Metode ini bisa digunakan di dalam ruangan, di luar ruangan dan untuk penyemprotan langsung pada lalat.

b. Penanganan ruang dalam ruangan

Di kandang hewan, semprotan ruang terutama digunakan sebagai suplemen untuk perawatan residu atau umpan beracun, namun di peternakan dimana penanganan berakhir gagal (karena resistensi), penyemprotan ruang yang sering digunakan sebagai alat utama pengendalian kimia. Insektisida yang dipilih harus aman untuk digunakan pada hewan piaraan. Penanganan harus dilakukan bila sebanyak mungkin lalat ada di dalam ruangan, misalnya di sore hari.

c. Penanganan ruang di luar ruangan

Perlakuan semacam ini digunakan untuk pengendalian sementara lalat secara cepat, mis. pada pembuangan sampah dimana penutup tanah yang memadai tidak memungkinkan, di tempat rekreasi, pasar dan industri makanan, atau untuk pengendalian wilayah di kota-kota terutama dalam keadaan darurat. Sebagai aturan, metode ini hanya memiliki efek sementara dan hanya membunuh lalat yang terbuka di luar rumah. Lalat di dalam rumah atau beristirahat di lokasi yang terlindung bisa bertahan; yang muncul dari tempat berkembang biak tidak terkendali. Penanganan ruang harus diterapkan saat kepadatan terbang berada pada puncak, misalnya di pagi hari. Penanganan harian selama periode dua minggu dapat mengurangi kepadatan ke tingkat di mana kontrol lebih lanjut dapat diperoleh dengan penanganan pada interval yang lebih lama, mis. 1-2 minggu.

Salah satu upaya pengendalian vektor lalat secara fisik mekanik adalah dengan menggunakan fly trap. Fly trap merupakan sebuah alat yang digunakan untuk memerangkap lalat dalam jumlah cukup besar. Eco-friendly fly trap adalah alat inovasi perangkap lalat sederhana dan ramah lingkungan. Alat ini terbuat dari ember cat bekas yang diberi warna kuning. Lalat menyukai warna kuning tua (Wulandari, Saraswati and Martini, 2015). Hal ini dikarenakan lalat menyukai warna yang cerah dan pekat (Fitri and Sukendra, 2020).

Pengendalian Kecoa

Kecoa sulit dikendalikan dengan insektisida karena beberapa alasan, salah satunya adalah resisten terhadap senyawa yang umum digunakan. Selain itu, banyak insektisida yang resisten dan oleh karena itu dihindari. Kontrol kimia hanya memberikan bantuan sementara dan, sedapat mungkin, harus disertai dengan perbaikan sanitasi lingkungan dan rumah. Insektisida diterapkan untuk tempat beristirahat dan bersembunyi sebagai semprotan residu dan debu insektisida. Aplikasi ini efektif untuk periode mulai dari beberapa hari ke bulan, tergantung pada insektisida dan substrat di mana ia disimpan. Insektisida juga dapat dikombinasikan dengan atraktan sebagai umpan beracun (Ishak, 2018).

Berbagai upaya baik secara fisik, kimia, biologi serta perbaikan sanitasi dapat diterapkan dalam pengendalian kecoa. Mayoritas masyarakat lebih memilih dengan cara kimiawi karena racun bersifat *knock down* dan lebih praktis aplikasinya. Metode ini memiliki risiko terhadap kesehatan karena residu racun/bahan kimia yang digunakan akan berdampak bagi kesehatan manusia. Terlebih jika aplikasi insectisida ini berlangsung terus

menerus selama periode waktu tertentu (Firdaust and Purnomo, 2019).

Kecoa *Blattella germanica* resisten terhadap beberapa organoklorin, organofosfat, karbamat dan insektisida piretroid. Kecoa *Blatta orientalis*, *Periplaneta americana* dan *Periplaneta brunnae* sedikit resisten, terutama untuk DDT dan Chlordane. Baru-baru ini, kecoa *Periplaneta americana* telah ditemukan resisten terhadap triklorofon di Cina dan kecoa *Periplaneta brunnae* untuk diazinon di Amerika Serikat (Ishak, 2018).

1. Frekuensi penanganan

Berapa lama insektisida tetap efektif tergantung pada sejumlah faktor, seperti ketelitian aplikasi, kecepatan re- infestasi, bahan kimia, dosis dan formulasi, jenis permukaan, suhu dan kelembaban, dan jumlah yang dikenakan. Insektisida umumnya bertahan lebih lama dicat dari pada permukaan yang tidak dicat dan lebih lama pada kayu dari pada batu bata atau blok permukaan. Sering mencuci dari permukaan ditangani atau pelapis debu atau minyak dapat membuat insektisida tidak berguna. Sebuah penanganan tunggal jarang menghasilkan pemberantasan. Sebagian besar spesies, penanganan tambahan diperlukan pada interval bulanan untuk membunuh nimfa yang baru menetas atau untuk mencegah infestasi ulang.

2. Semprotan residu

a. Semprotan residu biasanya diterapkan dengan rumah tangga penyemprot jenis plunger penyemprot atau penyemprot udara tangan-kompresi. Penyemprot dilengkapi dengan nozel pinstream untuk menyemprot insektisida ke

celah- celah dan daerah-daerah yang sulit dijangkau. Semprotan kipas yang lebih luas berguna untuk daerah yang lebih mudah diakses. semprot harus membasahi permukaan secara menyeluruh tapi tidak ke titik air yang mengalir atau menetes.

- b. Sebuah volume empat liter insektisida diencerkan per 100 m² disemprotkan di petak lebar 30-50 cm sering tepat. insektisida dapat diaplikasikan dengan kuas cat ketika peralatan lainnya tidak tersedia. perlakuan menyeluruh dari permukaan dan tempat sembunyi sangat penting untuk kontrol yang efektif. Biasanya, perlakuan awal yang berat diikuti oleh tindak lanjut perlakuan periodik. Saluran pembuangan disemprot sekali dengan klorpirifos atau diazinon mungkin tetap bebas kecoa bebas selama sembilan bulan atau lebih.

3. Insektisida

Karena perkembangan resistensi, dan alasan lingkungan, hidrokarbon diklorinasi telah digantikan oleh insektisida organophosphat dan karbamat, piretroid sintetis dan, Insect growth regulators. Insect growth regulators merupakan senyawa sangat beracun bagi larva serangga atau pupa, mengganggu perkembangannya menjadi dewasa. IGR memiliki toksisitas yang sangat rendah untuk organisme non-target. Penggunaannya dibatasi oleh biaya tinggi dan ketersediaan terbatas, tetapi mereka mungkin nilai yang cukup mana kecoa sudah kebal terhadap insektisida lain yang umum digunakan.

Pengendalian Kutu

Metode pengendalian yang digunakan bergantung pada pentingnya masalah kesehatan. Perawatan individu atau kelompok dapat dilakukan dimana kutu hanya merupakan gangguan. Kampanye berskala besar direkomendasikan untuk mengendalikan epidemi penyakit epidemik.

Bersihkan secara teratur dengan sabun dan air hangat dan sisir biasa dapat mengurangi jumlah nimfa dan orang dewasa. Namun, pencucian tidak akan menghilangkan telur, yang menempel erat pada rambut. Sisir kutu khusus dengan gigi halus yang sangat ketat sangat efektif dalam menghilangkan kedua orang dewasa dan telur. Mencukur kepala efektif dan ukuran ini kadang-kadang diadopsi dengan anak laki-laki; Namun, hal itu sering dikecam dan seharusnya tidak dipaksakan.

Insektisida

Aplikasi insektisida pada rambut memberikan kontrol yang paling efektif. Mereka bisa dalam bentuk shampo, lotion, emulsi atau bubuk. Beberapa piretroid adalah produk yang paling direkomendasikan, karena tidak menyebabkan sensasi terbakar pada kulit kepala atau efek samping lainnya yang terkadang dikaitkan dengan insektisida lain, seperti lindane. Formulasi bubuk atau debu biasanya kurang efektif dan kurang dapat diterima untuk digunakan daripada lotion atau emulsi. Formulasi sabun yang mengandung permetrin 1% dapat diaplikasikan sebagai shampo.

Cara membuat insektisida debu, shampo dan lotion. Debu insektisida dapat dibuat dengan menambahkan bubuk insektisida (bubuk yang dapat dibasahi) ke bedak untuk mendapatkan dosis bahan aktif yang direkomendasikan (dalam gram). Sampo insektisida dibuat serupa dengan

menambahkan bubuk insektisida atau konsentrat emulsi untuk shampo rambut dengan pH netral. Lotion insektisida dibuat dengan mencampur konsentrat yang dapat diemulsikan dengan air atau alkohol.

Sabun sabun insektisida adalah formulasi permetrin murah yang baru saja dikembangkan (1%) yang efektif dalam membunuh kutu kepala. Ini juga bisa digunakan melawan kutu kudis. Bagaimana cara menggunakan Bar bisa dijadikan shampo. Oleskan pada rambut basah, kerjakan ke dalam busa dan pijat seluruhnya ke kulit kepala. Biarkan tetap di kepala selama 10 menit, lalu bilas dan keringkan rambut. Kutu mati bisa disisirdi atas handuk. Ulangi prosedur setelah tiga hari. Rambut akan tetap bebas dari reinfestasi setidaknya selama beberapa minggu.

Premix permetrin dengan minyak mineral pada suhu kamar dan tambahkan campuran ke minyak kelapa di mana antioksidan telah dibubarkan. Untuk campuran ini, tambahkan larutan soda kaustik pada suhu sekitar, dengan pengadukan yang cepat. Bila semua soda kaustik telah ditambahkan, taburi tanah liat dan tuangkan emulsi ke dalam cetakan, di mana reaksinya berlanjut selama 12 jam. Keesokan harinya, potong balok menjadi bar 40 g. Jika batangnya dililitkan dalam film polipropilena dan ditempatkan di kotak kedap udara, produk ini akan mempertahankan keefektifannya selama lebih dari dua tahun. Jika mereka dikemas dalam kantong sandwich plastik kecil, atau dibungkus dalam kotak kedap udara, umur simpan adalah satu tahun. Jika produk akan habis dalam beberapa minggu pembuatannya, kemasan murah sudah cukup.

Daftar Pustaka

- Firdaust, M. and Purnomo, B.C. (2019) 'Mechanical Vector Control of Periplaneta Americana with Baiting Gel Application Containing Borax and Sulfur Material', *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 11(4), p. 331. Available at: <https://doi.org/10.20473/jkl.v11i4.2019.331-338>.
- Fitri, A. and Sukendra, D.M. (2020) 'Efektivitas Variasi Umpan Organik pada Eco Friendly Fly Trap sebagai Upaya Penurunan Populasi Lalat', *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*, 4(Special 2), pp. 448–459.
- Hastutiek, P. and Fitri, L.E. (2013) 'POTENSI Musca domestica Linn. SEBAGAI VEKTOR BEBERAPA PENYAKIT', *Jurnal Kedokteran Brawijaya*, 23(3), pp. 125–136. Available at: <https://doi.org/10.21776/ub.jkb.2007.023.03.4>.
- Ishak, H. (2018) *Pengendalian Vektor*, Masagena Press. Makassar: Masagena Press.
- Khairiyat, L. et al. (2021) *Buku Ajar Pengendalian Vektor dan Binatang Pengganggu*.
- Musfirah (2017) 'Pengendalian Kimia dan Resistensi Vektor Anopheles Dewasa pada Kawasan Endemis Malaria di Dunia', *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 11(1), pp. 46–51.
- Permenkes RI (2017) *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan untuk Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit serta Pengendaliannya*.
- Utami, P.D. (2020) 'Pengendalian Nyamuk Aedes Demam Berdarah Dengue Aegepty Sebagai vektor Malathion Dan Temephos Dengan Insektisida', *Hang Tuah Medical Journal*, 5 No.2, pp. 49–50.

Wulandari, D., Saraswati, L. and Martini, M. (2015) 'Pengaruh Variasi Warna Kuning Pada Fly Grill Terhadap Kepadatan Lalat (Studi Di Tempat Pelelangan Ikan Tambak Lorok Kota Semarang) Effect of Variation the Color Yellow on Fly Grill To Density of Flies (Study At Fish Ouction Place Tambak Lorok Semarang Cit', *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, 3(3), pp. 130–140.

Profil Penulis



Apriyani, SKM., M.P.H

Dilahirkan di Kabupaten Soppeng Provinsi Sulawesi Selatan pada tanggal 04 April 1991, yang merupakan putri kedua dari pasangan Bapak Abdul Rauf (Alm) dan Ibu Nuhare. Suami penulis yaitu Samsuriadi. Penulis menempuh S1 di Program Studi Kesehatan Masyarakat Universitas Mulawarman, penulis memilih peminatan Kesehatan Lingkungan (2009-2013). Kemudian melanjutkan S2 Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada, dengan peminatan Kesehatan Lingkungan (2014-2016).

Penulis mulai bekerja sebagai Dosen pada tahun 2017 di Universitas Widya Gama Mahakam Samarinda. Selain sebagai dosen, penulis juga memiliki pengalaman distruktural yaitu sebagai Sekretaris Program Studi Kesehatan Masyarakat dan pernah menjabat sebagai Wakil Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat. Selain itu, penulis juga pernah menjadi pengelola salah satu jurnal penelitian kesehatan masyarakat yang terakreditasi Sinta 4. Penulis juga aktif dalam kegiatan tridharma, rutin melakukan kegiatan penelitian dan pengabdian setiap semester, dimana *output* dari kegiatan tersebut disubmit ke jurnal. Artikel ilmiah penulis yang telah terbit ada diberbagai jurnal terakreditasi dan juga aktif dalam penyusunan Book Chapter. Selain itu, penulis juga aktif dalam organisasi profesi yaitu Ikatan Ahli Kesehatan Masyarakat Indonesia (IAKMI). Penulis pernah mengampu mata kuliah seperti Dasar Kesehatan Lingkungan, Penyediaan Air Bersih, *International Public Health Issue*, Pengendalian Vektor dan Binatang Pengganggu, Seminar Kesehatan Lingkungan, Pencemaran Lingkungan serta Perubahan Iklim dan Kesehatan.

Email Penulis: riri.april4491@gmail.com

PENGENDALIAN VEKTOR SECARA HAYATI

Aldiana Astuti, S.ST., M.Biomed.
Poltekkes Kemenkes Kupang

Pendahuluan

Pengendalian vektor secara hayati adalah suatu metode pengendalian atau pengurangan populasi vektor penyakit dengan memanfaatkan agen hayati seperti organisme hidup atau produk-produk yang dihasilkan oleh organisme hidup. Pendekatan ini bertujuan untuk mengurangi penyebaran penyakit yang ditularkan oleh vektor seperti nyamuk, tikus, lalat, kutu, dan serangga lainnya (Adrianto et al.,2014). Metode pengendalian vektor secara hayati melibatkan penggunaan organisme hidup yang memiliki peran dalam mengurangi atau mengontrol populasi vector (Kementerian Kesehatan RI., 2016). Beberapa contoh pengendalian vektor secara hayati meliputi:

1. Penggunaan agen biologis: Organisme hidup seperti bakteri, virus, jamur, atau parasit yang menginfeksi atau menyebabkan penyakit pada vektor. Organisme ini dirancang atau dimanfaatkan untuk mengendalikan populasi vektor tertentu.

2. Penggunaan predator alami: Memanfaatkan predator alami dari vektor penyakit untuk mengurangi populasi vektor. Contohnya, penggunaan ikan pemakan nyamuk dalam kolam atau sungai untuk mengurangi populasi nyamuk.
3. Penggunaan perangkap dan metode pengendalian mekanis: Metode ini melibatkan penggunaan perangkap dan alat mekanis untuk menangkap atau membunuh vektor. Contohnya, perangkap nyamuk elektronik yang menarik nyamuk dengan cahaya atau panas, kemudian membunuhnya atau menangkap mereka.
4. Penggunaan insektisida nabati: Menggunakan bahan-bahan alami seperti minyak tumbuhan atau ekstrak tanaman yang memiliki efek insektisida untuk mengontrol populasi vektor. Bahan-bahan nabati ini lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan insektisida sintetis. (Nasirian & Salehzadeh., 2019).

Penggunaan Agen Biologis

Penggunaan agen biologis dalam pengendalian vektor melibatkan penggunaan organisme hidup yang memiliki kemampuan untuk menginfeksi atau menyebabkan penyakit pada vektor yang ditargetkan. Ini adalah salah satu pendekatan yang digunakan dalam pengendalian vektor secara hayati. Berikut adalah penjelasan yang lebih panjang dan jelas mengenai penggunaan agen biologis dalam pengendalian vektor.

Penggunaan agen biologis melibatkan pemanfaatan organisme hidup yang memiliki efek negatif pada populasi vektor, seperti bakteri, virus, jamur, dan parasit. Organisme-organisme ini memiliki sifat-sifat khusus yang memungkinkan mereka untuk menginfeksi, menghambat

pertumbuhan, atau bahkan membunuh vektor yang menjadi target pengendalian (Cavalcanti et al, 2007).

1. Bakteri: Salah satu contoh penggunaan bakteri dalam pengendalian vektor adalah *Bacillus thuringiensis* (Bt). Bt menghasilkan kristal protein toksin yang bersifat fatal bagi larva nyamuk. Ketika larva nyamuk memakan Bt, kristal protein toksin ini akan diaktivasi dalam saluran pencernaan mereka dan menyebabkan kerusakan pada sistem pencernaan yang mengakibatkan kematian larva. Bakteri Bt sering digunakan dalam bentuk larvasida yang ditempatkan di genangan air tempat nyamuk berkembang biak.
2. Virus: Virus-virus dapat digunakan sebagai agen biologis dalam pengendalian vektor. Virus-virus ini menginfeksi dan menghancurkan populasi serangga vektor. Contoh penggunaan virus adalah virus yang menginfeksi nyamuk *Aedes aegypti* yang merupakan vektor penyakit demam berdarah. Virus-virus ini dapat menyebar melalui populasi nyamuk dan mengurangi kelangsungan hidup mereka.
3. Jamur: Jamur seperti *Metarhizium anisopliae* dan *Beauveria bassiana* adalah contoh lain dari agen biologis yang digunakan dalam pengendalian vektor. Jamur-jamur ini dapat menginfeksi dan menghancurkan serangga vektor. Misalnya, *Metarhizium anisopliae* menginfeksi kutu busuk dan menyebabkan kematian pada populasi kutu busuk. Ketika kutu busuk terpapar oleh spora jamur, jamur akan tumbuh dan menyebar dalam tubuh kutu busuk, akhirnya menyebabkan kematian.
4. Parasit: Parasit seperti nematoda juga dapat digunakan sebagai agen biologis dalam pengendalian vektor. Nematoda adalah cacing mikroskopis yang dapat menginfeksi serangga vektor dan menyebabkan

penyakit atau kematian pada mereka. Contoh penggunaan nematoda adalah dalam pengendalian lalat dengan menggunakan *Steinernema feltiae* yang menginfeksi dan membunuh lalat.

Penggunaan agen biologis dalam pengendalian vektor memiliki keuntungan tertentu. Pertama, organisme-organisme ini cenderung lebih aman bagi manusia dan lingkungan dibandingkan dengan penggunaan insektisida kimia yang kuat. Kedua, mereka sering kali memiliki sifat spesifik terhadap vektor tertentu sehingga pengendalian dapat ditargetkan secara efektif. Namun, ada juga tantangan dan keterbatasan dalam penggunaan agen biologis, seperti stabilitas dan efektivitas dalam kondisi lingkungan yang bervariasi (Nasirian & Salehzadeh., 2019).

Penting untuk mencatat bahwa penggunaan agen biologis dalam pengendalian vektor harus dilakukan dengan hati-hati dan memperhatikan faktor-faktor seperti keamanan, dampak lingkungan, dan etika. Penelitian lebih lanjut dan uji coba yang cermat diperlukan sebelum penggunaan agen biologis ini dapat diterapkan secara luas dalam pengendalian vektor penyakit (Mulyatno et al., 2012).

Penggunaan predator alami merupakan salah satu metode dalam pengendalian vektor yang melibatkan pemanfaatan predator alami untuk mengurangi populasi vektor penyakit. Dalam konteks pengendalian nyamuk vektor, salah satu contohnya adalah penggunaan ikan pemakan nyamuk.

Berikut penjelasan lebih detail dan contoh tambahan mengenai penggunaan predator alami dalam pengendalian vektor:

1. Penggunaan ikan pemakan nyamuk: Ikan pemakan nyamuk, seperti ikan guppy (*Poecilia reticulata*) atau ikan moli (*Gambusia affinis*), sering digunakan dalam

pengendalian nyamuk vektor penyakit. Ikan-ikan ini memakan larva nyamuk yang hidup di air, sehingga dapat mengurangi populasi nyamuk secara efektif. Mereka diketahui sangat efektif dalam mengendalikan nyamuk *Aedes aegypti*, yang merupakan vektor penyakit demam berdarah dan virus Zika.

Contoh lain penggunaan predator alami adalah:

2. Burung pemakan serangga: Beberapa jenis burung, seperti burung layang-layang (Hirundinidae) dan burung pipit (Passeridae), merupakan predator alami nyamuk dan serangga lainnya. Mereka memakan nyamuk dewasa, larva, dan pupa yang ada di sekitar mereka. Dengan adanya populasi burung pemakan serangga yang cukup, mereka dapat membantu mengendalikan populasi nyamuk vektor penyakit secara alami.
3. Serangga pemangsa: Beberapa jenis serangga seperti kepik pemangsa (Coccinellidae) dan belalang pemangsa (Orthoptera) juga merupakan predator alami nyamuk dan serangga lainnya. Kepik pemangsa, yang dikenal sebagai kepik ladybug, makan serangga kecil termasuk nyamuk dan serangga yang merusak tanaman. Belalang pemangsa juga dapat memangsa larva nyamuk dan serangga lainnya. Memfasilitasi populasi serangga pemangsa di lingkungan yang rentan terhadap vektor penyakit dapat membantu mengendalikan populasi vektor.
4. Laba-laba: Laba-laba adalah predator alami yang efektif dalam mengendalikan populasi serangga, termasuk nyamuk vektor. Laba-laba jaring umumnya memangsa nyamuk dewasa yang terjebak dalam jaring mereka. Selain itu, laba-laba tanah atau serangga menerkam (predator aktif) dapat memangsa larva nyamuk yang berada di tanah atau air.

5. Hewan lain: Selain contoh-contoh di atas, masih ada banyak hewan lain yang dapat berperan sebagai predator alami vektor penyakit. Misalnya, amfibi seperti kodok dan katak dapat memakan larva nyamuk di perairan. Kadal, ular, dan beberapa mamalia juga dapat memangsa nyamuk dewasa atau larva.

Penggunaan predator alami dalam pengendalian vektor memiliki keuntungan, seperti tidak adanya residu insektisida yang berpotensi berbahaya bagi manusia dan lingkungan. Namun, penggunaan predator alami juga memiliki beberapa pertimbangan, seperti memilih spesies predator yang tidak akan mengganggu ekosistem setempat dan memastikan bahwa predator tersebut tidak menjadi vektor penyakit baru.

Penggunaan predator alami dapat dilakukan dengan memfasilitasi kehadiran mereka di lingkungan yang menjadi habitat vektor penyakit. Misalnya, dengan menyediakan tempat perindukan atau perlindungan bagi ikan pemakan nyamuk di kolam atau sungai. Upaya pengendalian ini harus dilakukan dengan hati-hati dan memperhatikan keseimbangan ekosistem untuk menjaga keberlanjutan lingkungan dan efektivitas pengendalian vektor penyakit.

Penggunaan Perangkap dan Metode Pengendalian Mekanis

Penggunaan perangkap dan metode pengendalian mekanis merupakan salah satu pendekatan dalam pengendalian vektor yang melibatkan penggunaan perangkap dan alat mekanis untuk menangkap atau membunuh vektor. Salah satu contoh yang umum adalah perangkap nyamuk elektronik. Berikut penjelasan yang lebih lengkap mengenai penggunaan perangkap dan metode pengendalian mekanis:

Penggunaan perangkat dan metode pengendalian mekanis melibatkan penggunaan perangkat atau alat mekanis yang dirancang khusus untuk menangkap, membunuh, atau mengurangi populasi vektor penyakit. Tujuan utamanya adalah mengurangi jumlah vektor yang ada dalam suatu area tertentu, sehingga mengurangi risiko penularan penyakit kepada manusia.

Contoh penggunaan perangkat dan metode pengendalian mekanis:

1. Perangkat nyamuk elektronik: Perangkat nyamuk elektronik adalah salah satu contoh yang umum digunakan dalam pengendalian vektor. Perangkat ini biasanya menggunakan cahaya atau panas untuk menarik nyamuk ke dalam perangkat. Ketika nyamuk masuk ke perangkat, mereka dapat dibunuh langsung menggunakan zat kimia, dibakar dengan panas, atau tertangkap dalam wadah yang menghalangi mereka keluar. Perangkat nyamuk elektronik ini efektif dalam mengurangi populasi nyamuk dan mengendalikan penyebaran penyakit yang ditularkan oleh nyamuk.
2. Perangkat lengket: Perangkat lengket menggunakan lem atau bahan perekat lainnya untuk menangkap vektor seperti lalat atau serangga kecil lainnya. Perangkat ini biasanya ditempatkan di area yang sering didatangi oleh vektor, seperti dapur, restoran, atau tempat penampungan sampah. Ketika vektor mendarat di perangkat lengket, mereka akan terperangkap dan tidak dapat terbang lagi. Perangkat lengket ini efektif dalam mengendalikan populasi vektor yang aktif di dalam bangunan atau ruangan tertentu.

3. Perangkap nyamuk berbasis cahaya: Perangkap nyamuk berbasis cahaya menggunakan cahaya yang menarik nyamuk dan serangga lainnya. Misalnya, perangkap dapat menggunakan lampu ultraviolet (UV) atau lampu LED dengan spektrum cahaya tertentu yang menarik nyamuk. Ketika nyamuk mendekati perangkap, mereka dapat terhisap ke dalam perangkap melalui kipas atau sistem hisap udara. Beberapa perangkap nyamuk juga dilengkapi dengan jaring elektrik yang membunuh nyamuk saat mereka terhisap ke dalam perangkap.
4. Perangkap tikus dan tikus mekanis: Perangkap tikus adalah contoh lain dari metode pengendalian mekanis. Perangkap ini dirancang untuk menangkap dan membunuh tikus yang menjadi vektor penyakit. Ada berbagai jenis perangkap tikus yang tersedia, termasuk perangkap pegas tradisional, perangkap lem, dan perangkap elektronik yang mematikan tikus dengan cepat dan efisien.
5. Pengendalian mekanis larva: Selain perangkap untuk vektor dewasa, metode pengendalian mekanis juga dapat digunakan untuk mengendalikan larva vektor yang hidup di air. Contohnya, penggunaan alat pengaduk air atau pompa air yang dapat mengganggu habitat larva nyamuk dan mengurangi populasi mereka.

Keuntungan penggunaan perangkap dan metode pengendalian mekanis adalah mereka tidak bergantung pada bahan kimia dan dapat digunakan di berbagai lingkungan, termasuk dalam ruangan. Namun, efektivitasnya tergantung pada pemilihan perangkap yang tepat, penempatan yang strategis, dan pemeliharaan yang baik.

Penggunaan Insektisida Nabati

Penggunaan insektisida nabati melibatkan penggunaan bahan-bahan alami, seperti minyak tumbuhan atau ekstrak tanaman, yang memiliki efek insektisida untuk mengontrol populasi vektor. Vektor adalah organisme yang dapat membawa dan menyebarkan penyakit kepada manusia, hewan, atau tumbuhan. Contoh vektor yang umum adalah nyamuk, kutu, lalat, dan tikus (Rey et al., 2012).

Insektisida nabati digunakan sebagai alternatif untuk insektisida sintesis, yang dibuat secara kimia. Bahan-bahan nabati ini sering kali lebih ramah lingkungan karena mereka berasal dari sumber alami dan dapat terurai secara alami dalam lingkungan. Ini berarti mereka memiliki dampak yang lebih rendah terhadap ekosistem dan organisme non-target (Bagheri et al, 2015).

Keuntungan penggunaan insektisida nabati antara lain:

1. **Ramah lingkungan:** Bahan-bahan nabati biasanya terbuat dari sumber daya alami dan tidak mengandung bahan kimia sintesis yang berbahaya. Mereka cenderung lebih ramah lingkungan dan tidak meninggalkan residu berbahaya dalam tanah, air, atau udara.
2. **Biodegradable:** Bahan-bahan nabati mudah terurai secara alami dalam lingkungan. Mereka tidak mengakumulasi dalam rantai makanan dan tidak memiliki efek jangka panjang yang merugikan bagi organisme hidup.
3. **Keamanan:** Insektisida nabati umumnya dianggap lebih aman untuk manusia, hewan, dan lingkungan dibandingkan dengan insektisida sintesis. Penggunaan insektisida nabati dapat mengurangi risiko terpapar bahan kimia berbahaya.

4. Pengendalian vektor yang efektif: Bahan-bahan nabati yang memiliki efek insektisida telah terbukti efektif dalam mengendalikan populasi vektor yang menyebarkan penyakit. Mereka dapat mengganggu siklus hidup vektor atau membunuh mereka secara efektif, membantu melindungi manusia, hewan, dan tanaman dari penyakit yang ditularkan oleh vektor tersebut.

Meskipun demikian, perlu dicatat bahwa penggunaan insektisida nabati juga memiliki beberapa keterbatasan. Efektivitasnya mungkin tidak sekuat insektisida sintetis tertentu, dan keberlanjutannya dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti cuaca, tanah, dan metode aplikasi (Mulyatno et al., 2012).

Pada akhirnya, penggunaan insektisida nabati merupakan pilihan yang dapat membantu mengurangi dampak negatif penggunaan insektisida sintetis pada lingkungan dan kesehatan manusia. Namun, seperti halnya dengan semua penggunaan insektisida, penting untuk mengikuti panduan dan rekomendasi penggunaan yang aman serta mempertimbangkan keberlanjutan dan dampak keseluruhan terhadap ekosistem (Hadisaputro., 2012).

Insektisida nabati adalah jenis insektisida yang terbuat dari bahan-bahan alami, seperti minyak tumbuhan, ekstrak tanaman, atau komponen lain yang berasal dari sumber daya nabati. Insektisida ini digunakan untuk mengendalikan dan membasmi serangga pengganggu, seperti nyamuk, kutu, lalat, atau hama tanaman. Insektisida nabati berbeda dari insektisida sintetis yang dibuat secara kimia. Mereka dirancang menggunakan bahan-bahan alami yang memiliki sifat insektisida, seperti mengganggu sistem saraf serangga, menghambat pertumbuhan serangga, atau mengganggu proses fisiologis serangga tertentu (Adrianto et al., 2014).

Bahan-bahan nabati yang umum digunakan dalam insektisida nabati termasuk minyak neem, minyak biji bunga matahari, minyak peppermint, minyak jarak, ekstrak serai, dan banyak lagi. Beberapa tanaman seperti neem dan pyrethrum juga mengandung senyawa-senyawa aktif yang efektif dalam membunuh atau mengusir serangga (Lisdawati., 2012).

Penggunaan insektisida nabati memiliki beberapa keuntungan, termasuk ramah lingkungan, biodegradable, keamanan bagi manusia dan hewan, serta efektivitas dalam mengendalikan populasi serangga pengganggu. Namun, efektivitasnya mungkin bervariasi tergantung pada jenis serangga yang ditargetkan, konsentrasi dan formulasi insektisida nabati yang digunakan, serta kondisi lingkungan tempat aplikasi (Faridah et al., 2017).

Penting untuk dicatat bahwa insektisida nabati, seperti halnya insektisida sintesis, harus digunakan dengan bijaksana dan mengikuti petunjuk penggunaan yang aman. Penggunaan berlebihan atau tidak sesuai panduan dapat mengurangi efektivitasnya atau menimbulkan dampak negatif pada lingkungan. Selalu periksa label produk dan konsultasikan dengan ahli pertanian atau petugas kesehatan terkait sebelum menggunakan insektisida nabati.

Berikut ini adalah beberapa contoh insektisida nabati yang umum digunakan (Adrianto, Subagyo, & Hamidah., 2014):

1. Minyak Neem: Minyak neem diekstraksi dari biji pohon neem (*Azadirachta indica*). Minyak ini mengandung senyawa azadirachtin yang memiliki efek insektisida, antifungal, dan antiparasit. Minyak neem digunakan untuk mengendalikan berbagai serangga, termasuk kutu daun, ulat, belalang, dan serangga pengisap.

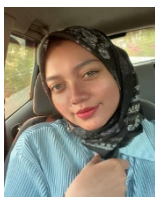
2. Ekstrak Pyrethrum: Pyrethrum adalah ekstrak dari bunga *Tanacetum cinerariifolium*. Ekstrak ini mengandung senyawa pyrethrin yang efektif dalam membunuh serangga. Pyrethrum umumnya digunakan untuk mengendalikan nyamuk, kutu, lalat, dan serangga pengganggu lainnya.
3. Minyak Citronella: Minyak citronella diekstraksi dari tanaman *Cymbopogon*, seperti serai atau lemon grass. Minyak ini memiliki aroma yang kuat dan digunakan sebagai repelen nyamuk. Minyak citronella sering digunakan dalam lilin, lotion, atau produk pengusir nyamuk lainnya.
4. Minyak Peppermint: Minyak peppermint diekstraksi dari daun tanaman peppermint (*Mentha piperita*). Minyak ini memiliki sifat insektisida dan dapat digunakan untuk mengusir serangga seperti semut, kutu, dan lalat.
5. Ekstrak Tanaman Bawang Putih: Bawang putih memiliki sifat insektisida alami. Ekstrak bawang putih dapat digunakan untuk mengontrol hama seperti ulat, kutu, dan serangga pengisap pada tanaman.
6. Minyak Jarak: Minyak jarak diekstraksi dari biji tanaman jarak (*Ricinus communis*). Minyak ini mengandung senyawa ricinoleic acid yang dapat mengganggu sistem pencernaan serangga dan menghambat pertumbuhan mereka.
7. Ekstrak Serai: Ekstrak serai, juga dikenal sebagai citronella grass, mengandung senyawa citronellal yang efektif sebagai repelen nyamuk. Serai sering digunakan dalam produk pengusir nyamuk, seperti lilin atau lotion.

Daftar Pustaka

- Adrianto, H., Subagyo, Y., & Hamidah. (2014). Efektivitas Ekstrak Daun Jeruk Purut (*Citrus hystrix*), Jeruk Limau (*Citrus amblycarpa*), dan Jeruk Bali (*Citrus maxima*) terhadap Larva *Aedes aegypti*. *Jurnal Aspirator*, 6(1): 1-6.
- Damyanti, R. (2008). Hubungan Pengetahuan, Sikap, dan Praktek 3M dengan Keberadaan Jentik *Aedes aegypti* pada Daerah Endemis Demam Berdarah Dengue di Kelurahan Kepolorejo Kecamatan Magetan Kabupaten Magetan 2008. Skripsi. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Dinas Kesehatan Kota Padang. (2016). *Profil Kesehatan Kota Padang 2016*. Dinkes Kota Padang, Padang.
- Faridah, L., Respati, T., Sudigdoadi, S., & Sukandar, H. (2017). Gambaran Partisipasi Masyarakat terhadap Pengendalian Vektor Melalui Kajian Tempat Perkembangbiakan *Aedes aegypti* di Kota Bandung. *Jurnal MKB*, 49 (1).
- Hadisaputro, L.I. (2012). Faktor-Faktor Lingkungan Tempat Penampungan Air (TPA) yang Berhubungan dengan Keberadaan Jentik Nyamuk *Aedes Aegypti* di Desa Katekan Kabupaten Grobongan Tahun 2008. *Jurnal Kesehatan UMS*, 5 (1).
- Kementerian Kesehatan RI. (2016). *Profil Kesehatan Indonesia 2016*. Kemenkes RI, Jakarta.
- Lisdawati. (2012). Pengaruh Partisipasi Masyarakat dan Program Pengendalian DBD yang Dilakukan Oleh Kantor Kesehatan Pelabuhan Kelas I Medan Terhadap Keberadaan Jentik *Aedes aegypti* di Kelurahan Bagan Deli Belawan Tahun 2012. Tesis. FKM USU, Medan.
- Mulyatno K.C., Yamanaka, A., Ngadino, & Konishi, E. (2012). Resistance of *Aedes aegypti* to Temephos in Surabaya, Indonesia. *Shoutheast Asian Journal Tropical Medicine Public Health*, 43(1): 29-33.

- Bagheri, M., Terenius, O., Oshaghi, M. A., Motazakker, M., Asgari, S., Dabiri, F., ... & Chavshin, A. R. (2015). West Nile virus in mosquitoes of Iranian wetlands. *Vector-Borne and Zoonotic Diseases*, 15(12), 750-754.
- Nasirian, H., & Salehzadeh, A. (2019). Effect of seasonality on the population density of wetland aquatic insects: A case study of the Hawr Al Azim and Shadegan wetlands, Iran, *Veterinary World*, 12 (4): 584-592. Abstract.
- Cavalcanti, Luciano Pamplona de Góes, Pontes et al. (2007). Efficacy of fish as predators of *Aedes aegypti* larvae, under laboratory conditions. *Revista de Saúde Pública*, 41(4), 638- 644. Epub June 05, 2007.
- Walton, W. E., Workman, P. D., Randall, L. A., Jiannino, J. A., & Offill, Y. A. (1998). Effectiveness of control measures against mosquitoes at a constructed wetland in southern California. *Journal of vector ecology*, 23, 149-160.
- Rey JR, Walton WE, Wolfe RJ, et al. North American wetlands and mosquito control. *Int J Environ Res Public Health*. 2012;9(12):4537–4605. Published 2012 Dec 10. doi:10.3390/ijerph9124537
- Australian Government. Wetlands Australia National Wetlands Update 2012. Issue No. 20, February 2012 ISSN 1446-4843.
<https://www.environment.gov.au/water/wetlands/publications/wetlands-australia/national-wetlands-update-february-2012-27> N

Profil Penulis



Aldiana Astuti, S.ST., M.Biomed.

Ketertarikan penulis dalam bidang Kesehatan dimulai sejak di bangku kuliah, penulis menyelesaikan D4 di universitas setiabudi Surakarta jurusan Analis Kesehatan kemudian melanjutkan kuliah S2 di universitas Gadjah mada dengan minat emergence of parasitic and infectious diseases prodi magister ilmu biomedik. Penulis memiliki kepakaran dibidang parasit dan mikrobiologi serta biologi molekuler. Dan untuk mewujudkan karir sebagai dosen profesional, penulis pun aktif sebagai peneliti dibidang kepakarannya tersebut. Selain peneliti, penulis juga aktif menulis buku dengan harapan dapat memberikan kontribusi positif bagi bangsa dan negara yang sangat tercinta ini. Buku ini adalah buku keempat penulis, semoga ilmu yang di bagi bisa di serap dengan baik dan bermanfaat untuk orang banyak.

Email Penulis: aldiana.a@yahoo.com

PENGELOLAAN LINGKUNGAN DALAM PENGENDALIAN VEKTOR

Dr. Tri Wahyuni Sukesi, S.Si., M.PH
Universitas Ahmad Dahlan

Pendahuluan

Infeksi yang ditularkan melalui vektor menyumbang lebih dari 17% dari semua penyakit menular, menewaskan lebih dari 700.000 orang setiap tahun. Parasit, bakteri, dan virus semuanya dapat menyebabkannya. Malaria adalah penyakit parasit yang disebarkan oleh nyamuk Anopheles. Ini bertanggung jawab atas sekitar 219 juta penyakit di seluruh dunia dan lebih dari 400.000 kematian per tahun. Mayoritas kematian terjadi pada anak-anak di bawah usia lima tahun. Penyakit virus yang paling sering disebarkan oleh nyamuk Aedes adalah demam berdarah. Demam berdarah mempengaruhi lebih dari 3,9 miliar orang di 129 negara, menghasilkan sekitar 96 juta kasus bergejala dan 40.000 kematian per tahun. Demam Chikungunya, demam virus Zika, demam kuning, demam West Nile, Japanese encephalitis (semua ditularkan oleh nyamuk), dan tick-borne encephalitis (disampaikan oleh kutu) adalah penyakit virus lain yang ditularkan oleh vektor. Banyak penyakit yang ditularkan melalui vektor dapat dihindari dengan mengambil tindakan pencegahan dan memobilisasi masyarakat (World Health Organization, 2020).

Pengertian Vektor

Di Indonesia, vektor dan hewan pembawa penyakit telah ditemukan, terutama yang terkait dengan penyakit menular tropis endemik dan mungkin endemik. Arthropoda yang dapat menularkan, bepergian, dan/atau menularkan penyakit dikenal sebagai vektor (Masri and Purwaamijaya, 2021). Penyakit yang disebarkan oleh hewan perantara disebut sebagai vektor (Sumampouw, 2017).

Salah satu penyakit lingkungan yang dipengaruhi oleh lingkungan fisik, biologis, dan sosial budaya adalah penyakit yang ditularkan melalui vektor. Ketiga elemen ini berinteraksi untuk menentukan kejadian penyakit yang ditularkan melalui vektor di wilayah transmisi. Perubahan iklim, kondisi sosial ekonomi, dan perilaku manusia adalah semua variabel yang berkontribusi terhadap tingginya prevalensi penyakit pada hewan. Perubahan iklim berpotensi meningkatkan bahaya penyakit yang ditularkan melalui vektor. Arthropoda yang dapat menularkan, bepergian, dan/atau menularkan penyakit dikenal sebagai vektor (Sumampouw, 2017).

Penyakit yang Ditularkan Vektor

Di antara berbagai jenis pembawa dan penyakit yang mereka bawa adalah:

1. Nyamuk adalah vektor utama dari berbagai penyakit, termasuk malaria, demam berdarah, dan ensefalitis.
2. Lalat pasir adalah vektor demam pasir dan leishmaniasis.
3. Arthropoda seperti Lalat hitam, lalat rusa, lalat kuda, lalat rumah, lalat tsetse, lalat rumah, Culicoides, kutu, tungau, lebah, tawon, semut, dan kalajengking juga dapat menyebabkan gangguan atau kehilangan instan.

4. Kutu dapat menginfeksi orang dengan penyakit Lyme, demam berbintik Rocky Mountain, Ehrlichiosis, dan berbagai infeksi lainnya.
5. Disentri, kolera, salmonellosis, shigellosis, dan tifus semuanya ditularkan oleh arthropoda.
6. Arthropoda lain yang membahayakan manusia secara langsung, seperti nimfa. Larva lalat ini, kadang-kadang dikenal sebagai belatung, bersembunyi di kulit manusia dan tumbuh di jaringan, menghasilkan ketidaknyamanan dan gatal-gatal yang dikenal sebagai myiasis (Ristiyanto, 2020).

Tabel berikut menunjukkan penyakit yang disebabkan oleh vektor sebagai penyebar penyakit, antara lain:

Tabel 5.1. Penyakit Beserta Penyebab Spesifiknya

Jenis Vektor/Agent	Species Vektor/agent	Nama Penyakit
Metazoa	A. lubricoides N. americanus S. japonicum	Ascariasis Ancylostomiasis Schistosomiasis
Protozoa	P. vivax	Malaria quartana
Fungi	H. capsulatum Candida albicans	Histoplasmosis Candidiasis
Bakteri	M. tuberculosis V. cholerae S. thypi	Tuberculosis Cholera Typhus abdominalis
Nyamuk	F. bancrofti Plasmodium malariae Dengue haemorrhagic fever	Filariasis Malaria Demam Berdarah
Lalat	Vibrio chorella Salmonella shigae Salmonella thyphi	Cholera Dysentri Typhus

Sumber: Masri and Purwaamijaya (2021)

Kumpulan variabel demografis, lingkungan, dan sosial yang kompleks mempengaruhi penyebaran penyakit yang ditularkan melalui vektor. Urbanisasi yang tidak direncanakan, perjalanan dan perdagangan global. Tabel di bawah ini berisi daftar lengkap penyakit yang ditularkan melalui vektor, yang disusun oleh vektor yang menularkannya. Infeksi yang menyebabkan penyakit pada manusia juga dijelaskan dalam daftar.

Tabel 5.2 Daftar penyakit yang Ditularkan Melalui Vektor, Menurut Vektornya

Vector		Disease caused	Type of pathogen
Mosquito	<i>Aedes</i>	Chikungunya Dengue Lymphatic filariasis Rift Valley fever Yellow Fever Zika	Virus Virus Parasite Virus Virus Virus
	<i>Anopheles</i>	Lymphatic filariasis Malaria	Parasite Parasite
	<i>Culex</i>	Japanese encephalitis Lymphatic filariasis West Nile fever	Virus Parasite Virus
Aquatic snails		Schistosomiasis (bilharziasis)	Parasite
Blackflies		Onchocerciasis (river blindness)	Parasite
Fleas		Plague (transmitted from rats to humans) Tungiasis	Bacteria Ectoparasite
Lice		Typhus Louse-borne relapsing fever	Bacteria Bacteria
Sandflies		Leishmaniasis Sandfly fever (phlebotomus fever)	Parasite Virus
Ticks		Crimean-Congo haemorrhagic fever Lyme disease Relapsing fever (borreliosis) Rickettsial diseases (eg: spotted fever and Q fever) Tick-borne encephalitis Tularaemia	Virus Bacteria Bacteria Bacteria Virus Bacteria
Triatome bugs		Chagas disease (American trypanosomiasis)	Parasite
Tsetse flies		Sleeping sickness (African trypanosomiasis)	Parasite

Sumber : World Health Organization (2020)

Standar Baku Mutu

Tabel 5.3 menunjukkan persyaratan kualitas kesehatan lingkungan berikut untuk vektor.

Tabel 5.3. Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan untuk Vektor

Vector		Disease caused	Type of pathogen
Mosquito	<i>Aedes</i>	Chikungunya Dengue Lymphatic filariasis Rift Valley fever Yellow Fever Zika	Virus Virus Parasite Virus Virus Virus
	<i>Anopheles</i>	Lymphatic filariasis Malaria	Parasite Parasite
	<i>Culex</i>	Japanese encephalitis Lymphatic filariasis West Nile fever	Virus Parasite Virus
Aquatic snails		Schistosomiasis (bilharziasis)	Parasite
Blackflies		Onchocerciasis (river blindness)	Parasite
Fleas		Plague (transmitted from rats to humans) Tungiasis	Bacteria Ectoparasite
Lice		Typhus Louse-borne relapsing fever	Bacteria Bacteria
Sandflies		Leishmaniasis Sandfly fever (phlebotomus fever)	Parasite Virus
Ticks		Crimean-Congo haemorrhagic fever Lyme disease Relapsing fever (borreliosis) Rickettsial diseases (eg: spotted fever and Q fever) Tick-borne encephalitis Tularaemia	Virus Bacteria Bacteria Bacteria Virus Bacteria
Triatome bugs		Chagas disease (American trypanosomiasis)	Parasite
Tsetse flies		Sleeping sickness (African trypanosomiasis)	Parasite

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan RI (2023)

Jenis Penularan Vektor

Klasifikasikan transmisi vektor menjadi tiga jenis:

1. Kontak Pribadi atau Langsung

Arthropoda secara langsung mentransfer penyakit atau infestasi dari satu orang ke orang lain melalui kontak langsung. Dua contoh adalah kudis dan pedikulus.

2. Transmisi melalui cara mekanis

Lalat, misalnya, dapat menyebarkan penyakit seperti diare, tipus, keracunan makanan, dan trakoma. Arthropoda diketahui membawa kuman penyakit yang dihasilkan dari kotoran manusia dan darah sebagai vektor mekanis.

3. Penularan melalui cara biologis

Agen penyakit mengalami perubahan siklus dalam tubuh arthropoda, dengan atau tanpa multiplikasi. Transmisi biologis dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis:

a. Propagatif, di mana agen penyakit bereplikasi dalam tubuh vektor daripada melalui perubahan siklus. Basil wabah, misalnya, ditemukan pada kutu tikus.

b. *Cyclo-propagative*, Agen penyakit tidak mengalami perubahan siklus dan berkembang biak di tubuh arthropoda. Parasit malaria pada nyamuk *Anopheles* adalah salah satu contohnya.

c. *Cyclo-development*, yang terjadi ketika agen penyakit berubah secara siklis tetapi tidak bereproduksi dalam tubuh arthropoda. Dua contoh adalah parasit filaria pada nyamuk *Culex* dan cacing pita pada *Cyclops* (Sumampouw, 2017).

Pengendalian Terpadu Vektor

Kontrol vektor terintegrasi dikembangkan melalui proses pengambilan keputusan yang tepat untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya yang tersedia dan melestarikan lingkungan. Pengendalian vektor harus dipandu oleh data berbasis bukti tentang ekologi vektor lokal, pola penularan penyakit, ekosistem, dan perilaku masyarakat spesifik lokasi. Konsep kontrol vektor adalah sebagai berikut (Handiny, Rahma and Rizyana, 2020):

1. Pengendalian vektor harus berbasis bukti dan berdasarkan data dari ekologi vektor lokal, dinamika penularan penyakit, ekosistem, dan perilaku komunitas spesies vektor individu.
2. Pengendalian vektor dilakukan dengan partisipasi aktif dari semua sektor dan program terkait, termasuk lembaga swadaya masyarakat (LSM), kelompok profesi, korporasi/swasta, dan masyarakat.
3. Pengendalian vektor akan dicapai dengan meningkatkan penggunaan metode non-kimia serta aplikasi pestisida yang rasional dan hati-hati.
4. Faktor ekologi dan ekonomi yang secara ekologis jinak dan berkelanjutan harus dipertimbangkan dalam pengendalian vektor.
5. Untuk menargetkan pengelolaan vektor dan sturgeon, spesies yang menghasilkan masalah di wilayah tertentu harus terlebih dahulu dikenali. Strateginya adalah mendeteksi vektor dan sturgeon yang ditemukan di area kontrol (Handiny, Rahma and Rizyana, 2020).

Pengetahuan bioekonomi sangat penting untuk pengelolaan vektor dan hama yang efektif. Pengendalian berhasil dan efisien ketika vektor dan biologi hama dipahami. Hewan, sebagai agen biologis dan penyusup,

memiliki berbagai perilaku gaya hidup yang harus dipahami untuk mengaturnya, khususnya perilaku yang terhubung dengan:

1. Salah satu komponen program pengendalian penyakit yang ditularkan melalui vektor adalah pengendalian vektor.
2. Metode pengendalian vektor mendukung pendekatan PVT.
3. Pestisida yang digunakan untuk pengendalian vektor harus disetujui oleh Menteri Pertanian berdasarkan usulan dan/atau pertimbangan Komisi Pestisida (KOMPES), dengan memperhatikan semua persyaratan teknis WHO.
4. Peralatan pengendalian vektor harus memenuhi standar SNI atau WHO.
5. Individu yang terlatih harus melakukan pengendalian vektor terintegrasi (Handiny, Rahma and Rizyana, 2020).

Strategi Pengendalian Vektor Terpadu

Pengendalian Vektor Terpadu dilaksanakan dengan memanfaatkan bauran langkah-langkah pengendalian vektor berbasis bukti, efektif dan efisien yang terintegrasi, lintas program, lintas sektor, dan berbasis masyarakat:

1. Berdasarkan pemetaan rencana pengelolaan penyakit dan stratifikasi wilayah endemik, mengidentifikasi area/lokasi sasaran untuk kegiatan pengumpulan data vektor.
2. Melakukan survei dinamika transmisi menggunakan data epidemiologi, entomologis, dan perilaku, serta teknik informasi, untuk mengidentifikasi masalah pengendalian vektor secara rasional, efektif, efisien, berkelanjutan, dapat diterima, dan terjangkau.

3. Berdasarkan hasil survei dinamika transmisi, kombinasi metode pengendalian vektor yang efektif dan tujuan yang ditetapkan (kapan dan di mana) dikembangkan, dengan mempertimbangkan sumber daya yang tersedia dan, jika memungkinkan, hasil penelitian kreatif.
4. Menentukan kolaborator dan tanggung jawab mereka dalam inisiatif pengendalian vektor.
5. Terlibat dalam lobi dan hubungan masyarakat untuk mendapatkan partisipasi pemangku kepentingan dan masyarakat.
6. Menyusun strategi pelestarian jenis tanaman baru sejalan dengan tanggung jawab dan kegiatan instansi terkait dalam mengkoordinasikan pemerintah daerah.
7. Melaksanakan rencana departemen untuk pelestarian jenis tanaman baru.
8. Pemberdayaan masyarakat jangka panjang. Memantau dan mengevaluasi program secara teratur untuk meningkatkannya dan menawarkan saran untuk penelitian dan pengembangan (Handiny, Rahma and Rizyana, 2020).

Metode Pengendalian Vektor Terpadu

Beberapa strategi yang digunakan untuk mengelola vektor dan hewan pengganggu tercantum di bawah ini.

1. Metode kimia. Pengendalian pestisida adalah nama yang diberikan untuk metode kimia ini. Sementara pestisida sangat berhasil mengendalikan vektor dan hama, mereka juga dapat menyebabkan masalah besar bagi manusia dan lingkungan. Ini tidak hanya meningkatkan resistensi obat, tetapi juga mencemari lingkungan.

2. Metode fisik dan mekanik. Strategi ini berfokus pada penggunaan dan pengembangan parameter iklim, kelembaban, dan suhu, serta langkah-langkah mekanis seperti perangkap (tikus, burung, dan sebagainya).
 - a. Tempatkan perangkap untuk mencegah tikus, serangga, dan hama lainnya.
 - b. Menggunakan cahaya untuk menarik dan mengusir vektor dan hama.
 - c. Menggunakan panas atau dingin yang ekstrem untuk menghancurkan vektor dan hewan pengganggu.
 - d. Menggunakan suara untuk mencegah atau menarik penyusup dan hewan.
 - e. Pembalikan tanah sebelum penanaman dimulai
 - f. Penggunaan arus listrik di daerah yang dihuni untuk membunuh vektor dan hewan pengganggu.
3. Pendekatan fisiologis. Manipulasi bahan yang menarik atau mengusir vektor dan hewan pengganggu disebut sebagai kontrol fisiologis. Hormon juga digunakan dalam kontrol kendaraan/hewan untuk tujuan yang sama.
4. Tips pengaturan penanaman. Teknik ini umumnya digunakan di bidang pertanian. Beras dan tanaman lainnya harus ditaburkan secara teratur. Waktu tanam, jenis penanaman, dan penggunaan lahan adalah semua elemen yang mempengaruhi sistem tanam dalam contoh ini.
5. Prosedur biologis. Untuk memerangi vektor target dan hewan pengganggu, manajemen biologis dapat dilakukan dengan memanfaatkan tanaman atau

hewan, parasit, predator, dan penyakit. (Pinontoan and Sumampouw, 2019).

6. Cara Mengganggu Keseimbangan Genetik

Melalui pengebirian jantan (prosedur jantan mandul), praktik ini berupaya meminimalkan populasi hewan karier dan gangguan. Penggunaan bahan kimia sebagai inhibitor reproduksi (sterilitas kimia) dan penghilangan (hibridisasi). Selain strategi yang tercantum di atas, berikut ini diketahui untuk membantu mengelola vektor dan hama:

- a. Perbaiki sanitasi. Tujuan dari upaya pembersihan ini adalah untuk menghilangkan sumber makanan yang sangat dibutuhkan (pilihan makanan), lokasi berkembang biak, dan ruang istirahat untuk vektor dan hewan bermasalah. Ketika lingkungan di sekitar kita bebas dari segala macam polusi (sampah, misalnya), jumlah vektor dan hewan pengganggu berkurang secara otomatis.
- b. Anggaran Dasar dan peraturan. Undang-undang dan peraturan ini memang diperlukan untuk mengatur masalah yang berkaitan dengan perusahaan karantina, kontrol impor dan ekspor bahan makanan, embargo, penghancuran bahan makanan atau produk yang dirugikan oleh kinerja vektor dan gangguan hewan, perizinan, dan kegiatan lainnya (Pinontoan and Sumampouw, 2019).

Kegiatan pengendalian vektor terpadu menggunakan satu atau lebih metode pengendalian vektor tergantung pada fase kegiatan. Handiny *et al.* (2020) menjelaskan banyak metode pengendalian vektor yaitu (Handiny, Rahma and Rizyana, 2020).

- a. Strategi pengendalian fisik dan mekanik meliputi upaya fisik dan mekanis untuk mencegah, mengurangi, dan memusnahkan tempat berkembang biak dan populasi vektor, seperti:
 - 1) Manipulasi dan perubahan lingkungan penetasan (3M, pembersihan lumut, penanaman mangrove, drainase, drainase, dan sebagainya).
 - 2) Pasang kelambu.
 - 3) Kenakan pakaian lengan panjang.
 - 4) Menggunakan hewan sebagai umpan nyamuk (cattle barrier)
 - 5) Pasang kawat kasa.
- b. Langkah-langkah pengendalian termasuk organisme biotik predator yang mengkonsumsi larva (ikan, nasi mina, dll), seperti:
 - 1) Bakteri, virus, dan fungi.
 - 2) Manipulasi gen (penggunaan jantan mandul, dll).
- c. Teknik pengendalian kimia. Misalnya:
 - 1) Semprotan permukaan (Space spray)
 - 2) Kelambu yang bersifat insektisida
 - 3) Larvasida
 - 4) Fogging dingin dan panas/ULV
 - 5) Insektisida yang digunakan di rumah (*repellant, mosquito coil, liquid vaporizer, paper vaporizer, mat, aerosol*, dan metode lainnya) (Handiny, Rahma and Rizyana, 2020).

Inisiatif pengendalian vektor menurut Direktur Jenderal P2PL Kementerian Kesehatan (2013) dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Pencegahan (*Prevention*): Gunakan metode seperti sanitasi dan penanaman untuk menjaga jumlah vektor pada tingkat yang tidak menimbulkan kesulitan.
2. Penekanan (*Suppression*): Mengendalikan populasi vektor dengan sanitasi, penanaman, pestisida, dan cara lain.
3. Pembasmian (*Eradication*) : Pengendalian vektor yang bertujuan untuk menghilangkan atau memberantas vektor yang menargetkan wilayah atau bagian tertentu dari wilayah tertentu, seperti dengan menggunakan pestisida (Puspasari *et al.*, 2022).

Pengendalian Vektor Berkelanjutan

Pengendalian vektor merupakan komponen penting dari pencegahan dan pengobatan penyakit karena, untuk beberapa penyakit, vektor adalah satu-satunya target pengendalian yang efektif. Kontrol vektor, ketika direncanakan dan dilaksanakan dengan benar, memiliki potensi untuk mengurangi atau menghilangkan transmisi (World Health Organization, 2013).

Elemen dasar dari sistem pengendalian vektor yang efektif dan adaptif secara lokal bergantung pada:

1. Peningkatan kapasitas manusia, infrastruktur, dan sistem kesehatan di semua sektor yang relevan secara lokal untuk pengiriman, pemantauan dan evaluasi pengawasan vektor dan pengendalian vektor.

2. Peningkatan penelitian dasar dan terapan untuk mendukung pengendalian vektor yang dioptimalkan, dan inovasi untuk pengembangan alat, teknologi, dan pendekatan baru (Epidemiology and Disease Control Division, 2020).

Terdapat 4 pilar pengendalian vektor berkelanjutan yang diadaptasi secara lokal dan efektif, yaitu:

1. Memperkuat antar dan intra sektoral aksi dan kolaborasi
 - a. Menyelaraskan ulang program sehingga staf diperlengkapi untuk mengatasi beberapa vektor dan penyakit dan mengintegrasikan upaya untuk efisiensi yang lebih besar dan efektivitas.
 - b. Memperluas kolaborasi dalam dan luar bidang kesehatan.
2. Melibatkan dan memobilisasi komunitas

Aktifkan komunitas untuk memimpin dan mempertahankan pengendalian vektor kegiatan, seperti menghilangkan vektor habitat dari mereka lingkungan dan memperbaiki perumahan.
3. Tingkatkan vektor pengawasan, dan pemantauan dan evaluasi intervensi
 - a. Memperkuat dan mengintegrasikan nasional pengawasan sistem untuk vektor, intervensi dan penyakit.
 - b. Koordinasi pengawasan dan tindakan antara berdekatan negara.

4. Meningkatkan dan mengintegrasikan alat dan pendekatan
 - a. Pastikan metode pengendalian vektor dipilih dan digabungkan sesuai dengan pengaturan lokal.
 - b. Mengintegrasikan inovasi seperti yang direkomendasikan oleh WHO (World Health Organization, 2017).

Daftar Pustaka

- Epidemiology and Disease Control Division (2020) 'National guidelines on intergrated vector management', (June), pp. 1–140. Available at: http://www.who.int/neglected_diseases/vector_ecology/ivm_concept/en/.
- Handiny, F., Rahma, G. and Rizyana, N.P. (2020) *Buku Ajar Pengendalian Vektor*. Malang: Ahlimedia Book.
- Masri, R.M. and Purwaamijaya, I.M. (2021) *Rekayasa Lingkungan*. Yogyakarta: Deepublish.
- Peraturan Menteri Kesehatan RI (2023) *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Pinontoan, O.R. and Sumampouw, O.J. (2019) *Dasar Kesehatan Lingkungan*. Sleman: Deepublish.
- Puspasari, H.W. *et al.* (2022) *Kesehatan Lingkungan*. Padang: Get press.
- Ristiyanto (2020) *Artropoda Penular Penyakit Nyamuk sebagai Vektor Penyakit*. Yogyakarta: UGM PRESS.
- Sumampouw, O.J. (2017) *Pemberantasan Penyakit Menular*. Yogyakarta: Deepublish.
- World Health Organization (2013) *Handbook For Integrated vector management, World Health Organization*. Geneva 27: World Health Organization. Available at: https://doi.org/10.1564/v24_jun_14.
- World Health Organization (2017) 'Global Vector Control Response 2017 – 2030: A strategic approach to tackle vector-borne diseases', *Who*, pp. 0–3. Available at: http://www.who.int/vector-control/publications/WHO_HTM_GVCR_2017.01/en/.
- World Health Organization (2020) *Vector-borne diseases, 2 March 2020*. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases>.

Profil Penulis



Dr. Tri Wahyuni Sukesi, S.Si., M.PH

Lahir di Kabupaten Sleman D.I Yogyakarta pada Tanggal 20 April 1983. Penulis menyelesaikan program S1 di Program Studi Biologi Universitas Gadjah Mada lulus tahun 2005. Menyelesaikan program S2 di Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada peminatan Kesehatan Lingkungan lulus tahun 2011. Pada tahun 2021 menyelesaikan studi Doktorat dari Program Studi Ilmu Kedokteran dan Kesehatan Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan universitas Gadjah Mada. Penulis tercatat sebagai dosen *homebase* di Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Ahmad Dahlan di Yogyakarta. Penulis aktif sebagai reviewer Jurnal internasional dan nasional, pengelola Jurnal Kesehatan dan pengelolaan Lingkungan, sebagai auditor mutu internal di UAD, serta bertugas sebagai Asesor Beban Kerja Dosen Kemdikbudristek. Penulis saat ini menjabat sebagai menjabat Wakil Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Ahmad dahlan. Aktif di organisasi anggota pengurus di Pengda IAKMI DIY dan anggota *Environmental Hhealth Scientific Association*. Penulis sebagai dosen pengampu mata kuliah Analisis Kualitas Lingkungan, Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL), Sanitasi Tempat tempat Umum (STTU), Pengendalian Vektor Berbasis Lingkungan di Program Studi S1 Kesehatan Masyarakat. Mengajar mata kuliah Toksikologi Kesehatan Masyarakat, Manajemen Kesehatan Lingkungan, Pengendalian Lingkungan dan vektor, Manajemen Laboratorium kesehatan Lingkungan di Program Studi S2 Magister Kesehatan Masyarakat.

Email Penulis: tri.sukesi@ikm.uad.ac.id

PENGENDALIAN VEKTOR SECARA GENETIK

apt. Dedes Handayani, S.Farm., M.Si.

Kantor Kesehatan Pelabuhan Kelas II Pekanbaru

Epidemiologi penyakit tular vektor sangat erat kaitannya dengan segitiga penyakit tular vektor yakni *agent, host dan environment* yang diperkenalkan pertama kali sebagai teori trias epidemiologi atau *epidemiologic triangle* oleh Profesor Jhon E. Gordon dan La Richt dari Harvard University pada tahun 1950 (Purnama, 2017). Trias epidemiologi menjelaskan interaksi antara agen, host dan lingkungan yang merupakan faktor pendukung terjadinya penyakit. Agen merupakan elemen hidup dan tak hidup yang apabila berinteraksi efektif dengan host dapat menyebabkan proses penyakit. Agen penyakit bisa dari agen non biologi (bahan kimia, pestisida, limbah industri, kebisingan, radiasi dan lain-lain) ataupun agen biologi seperti mikroba pathogen yakni, bakteri, virus, jamur, protozoa.

Host atau pejamu adalah manusia atau hewan yang menjadi tempat terjadinya proses alamiah penyakit. Pejamu memberikan tempat dan penghidupan kepada suatu pathogen. Dalam konsep penyakit tular vektor yang menjadi host adalah vektor, dimana virus atau bakteri pathogen dapat hidup dan berkembang biak didalam tubuh vektor. Vektor berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No.50 Tahun 2017 adalah *arthropoda* yang

dapat menularkan, memindahkan dan/atau menjadi sumber penularan penyakit. Beberapa vektor dapat berperan sebagai vektor biologi ada juga yang berperan sebagai vektor mekanik, namun ada juga vektor yang berperan sebagai vektor biologi dan mekanik. Nyamuk *Aedes sp.* dan *Anopheles sp.* merupakan vektor biologi dimana pada tubuh nyamuk tersebut terjadi perkembangbiakan virus dengue dan malaria. Sedangkan lalat dapat dikatakan sebagai vektor biologi dan mekanik karena selain dapat menyebarkan penyakit melalui kotorannya, lalat juga dapat memindahkan sumber penyakit melalui kaki-kakinya sehingga menyebabkan kontaminasi pada makanan yang dapat menyebabkan penyakit diare.

Pengendalian vektor berdasarkan Permenkes Nomor 50 Tahun 2017 adalah upaya untuk mengurangi atau melenyapkan faktor risiko penyakit dan /atau gangguan kesehatan yang disebabkan oleh vektor penyakit. Pengendalian vektor dapat dilakukan dengan beberapa metode, yakni metode fisik, biologi, kimia, pengelolaan lingkungan dan yang saat ini yang paling gencar dilaksanakan adalah pengendalian vektor secara genetik. Pengendalian vektor secara genetik dapat juga disebut sebagai teknik rekayasa genetik. Penerapan rekayasa genetik antara lain: manipulasi gen, teknologi rekombinan DNA, kloning gen, dan modifikasi gen. Pembahasan pada bab ini akan berfokus pada manipulasi gen atau rekayasa genetika pada vektor nyamuk.

Penerapan Bioteknologi Genetika

Kemajuan-kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi yang telah ada baik di bidang fisika, kimia, matematika dan biologi telah memicu majunya bioteknologi. Selain itu, banyak hal yang juga ikut berperan dalam memicu lahirnya bioteknologi, diantaranya adalah karena semakin

besar tuntutan untuk mencapai target yang diinginkan dengan proses yang lebih cepat dan terobosan yang inovatif yang bisa menguntungkan bagi umat manusia. Bioteknologi juga memiliki peran penting dalam ilmu pengetahuan dewasa ini, bioteknologi sendiri mengalami berbagai pembaruan dari bioteknologi yang bersifat tradisional kearah bioteknologi yang modern. Manfaat bioteknologi bagi kehidupan manusia dalam meningkatkan kesejahteraan dan perbaikan hidup telah terbukti, antara lain penerapannya untuk memerangi kelaparan, mengatasi kelangkaan sumber daya energi, mengurangi pencemaran lingkungan dan masih banyak lagi. Bioteknologi modern berkembang pesat setelah genetika molekuler berkembang dengan baik. Dimulai dengan pemahaman tentang struktur DNA pada tahun 1960an dan hingga berkembangnya berbagai teknik molekuler telah menjadikan pemahaman tentang gen menjadi semakin baik. Gen atau yang sering dikenal dengan istilah DNA, merupakan materi genetik yang bertanggung jawab terhadap semua sifat yang dimiliki oleh makhluk hidup (Sutarno, 2014). Genetika merupakan ilmu yang mempelajari bagaimana sifat-sifat suatu makhluk hidup ini diturunkan dari induk kepada keturunannya. Sebagian besar dari sifat yang dimiliki oleh suatu makhluk hidup dikendalikan oleh gen-gen yang berada di dalam inti sel (nukleus), dan pola penurunannya dipelajari dalam Genetika Mendel (Mendelian Genetics).

Beberapa metode dan prinsip penerapan bioteknologi genetik antara lain (Rahayu,1999);

1. Manipulasi Genetik

Manipulasi genetik merupakan teknik rekayasa genetik dengan cara memisahkan DNA pada kromosom atau DNA genom dari komponen sel. Penambahan detergen digunakan untuk menghancurkan membrane sel, setelah itu

ditambahkan protease untuk mendegradasi protein, serta penambahan RNase untuk mendegradasi RNA sehingga yang tinggal adalah DNA. Pemanasan pada ekstrak DNA dengan suhu 900°C digunakan untuk menginaktivkan enzim yang mendegradasi DNA. Larutan DNA selanjutnya dipresipitasi dengan etanol dan dapat dilarutkan lagi dengan air.

2. PCR (*Polimerase Chain Reaction*)

PCR merupakan teknik perbanyakan potongan DNA pada daerah tertentu yang antara dua buah primer oligonukleotida secara *in vitro*. Proses ini hampir sama dengan replikasi DNA secara *in vivo*. Bahan-bahan yang dibutuhkan pada proses ini antara lain DNA untai ganda yang berfungsi sebagai cetakan yang mengandung DNA yang akan diperbanyak untuk pembentukan molekul baru, deoksinukleosida trifosfat (dNTP), enzim DNA polimerase, dan sepasang primer oligonukleotida. Proses PCR terdiri dari tiga tahap secara berurutan, yaitu denaturasi (pemisahan) template rantai DNA, annealing (penempelan) pasangan primer di DNA target serta extension (pemanjangan) primer atau reaksi polimerisasi yang dikatalisis oleh DNA polymerase.

3. RT-PCR (*Reverse Transcription Polimerase Chain Reaction*)

RT-PCR merupakan bagian dari proses PCR. Perbedaannya dengan PCR biasa, pada RT-PCR ada satu siklus tambahan yaitu adanya perubahan RNA menjadi complementary DNA (cDNA) dengan cara menambahkan enzim Reverse Transkriptase. Enzim tersebut dapat membentuk molekul DNA secara *in vitro* dengan memakai template RNA. Bahan yang diperlukan antara lain DNA Polimerase, primer,

buffer, dan dNTP, tetapi template yang digunakan adalah RNA murni.

4. Metode Deteksi Produk PCR

Hasil dari PCR adalah amplicon atau segmen DNA yang berjumlah jutaan copy, namun tidak terlihat dengan mata telanjang. Oleh sebab itu, perlu prosedur untuk dapat melihat secara visual produk agar dapat diketahui hasilnya dan apakah sudah sesuai yang diinginkan. Salah satu teknik prosedur tersebut yaitu elektroforesis gen agarosa. Media yang biasanya dipakai adalah gel agarosa atau poliakrilamid. Prosedur ini berdasar pada pergerakan molekul dalam larutan penyangga dengan pengaruh medan listrik. Elektroforesis gen agarosa ini menghasilkan pemisahan antara fragmen DNA yang berukuran lebih besar dari 100 pb, sedangkan Elektroforesis poliakrilamid dapat memisahkan yang berukuran 1 pb, dan ini biasanya digunakan dalam prosedur penentuan urutan DNA (sekuensing). Larutan DNA dalam gel agarosa apabila dialiri arus listrik, maka bergerak ke arah kutub positif, fragmen DNA yang berukuran lebih kecil akan bergerak lebih dulu, jadi mampu memisahkan fragmen DNA berdasarkan ukurannya. Agar terlihat maka ditambahkan etidium bromide, sehingga pita fragmen DNA akan terlihat jika disinari UV. Panjang amplicon dapat diperkirakan dengan cara membandingkan dengan pita DNA standar.

5. Sekuensing DNA

Urutan asam amino protein dapat diketahui dari urutan nukleotida suatu gen. hal tersebut dapat diketahui dari metode sekuensing DNA. Saat ini sekuensing DNA lebih banyak digunakan dibanding sekuensing protein karena lebih murah. Metode

sekuensing DNA yang sering digunakan yaitu dengan metode dideoksi Sanger. Tiga tahapannya antara lain pembentukan fragmen DNA untai tunggal, pemisahan fragmen dengan elektroforesis, dan pembacaan hasil.

6. Teknik Hibridisasi

Teknik ini digunakan untuk mengidentifikasi dan memisahkan fragmen DNA dari fragmen lain. Teknik ini juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi klon yang mengandung DNA sisipan. Salah satu manfaat teknik hibridisasi adalah dalam menjawab bagaimana regulasi ekspresi gen. Misalnya bagaimana sel merespon perubahan atau paparan dari lingkungan. Sel kulit yang terpapar, misalnya panas secara terus menerus, akan menghasilkan enzim (mRNA) yang akan merepair sel yang rusak karena paparan panas tadi. Pada kondisi normal, tanpa paparan, sel tidak akan memproduksi enzim (mRNA) tadi. Melalui hibridisasi, kita dapat mendeteksi ekspresi gen yang diinduksi (misal panas). Sel kulit diambil, kemudian dikultur di laboratorium. Isolasi mRNA dari sel kulit tersebut kemudian dipisahkan dengan gel elektroforesis, kemudian ditransfer ke membrane nitroselulose, probenya dirancang (probe merupakan oligonukleotida untai tunggal yang komplemen dengan urutan DNA yang ingin dicari), selanjutnya dihibridisasi dengan probe. Dengan autoradiografi, akan terlihat ketebalan pita yang menunjukkan jumlah mRNA tertentu dalam sel.

7. Analisis Analisis Restriction Fragment Length polymorphism (RFLP)

RFLP merupakan marker genetik untuk membuat peta gen. Sebagian besar DNA eukariot tidak mengkode protein. Pada daerah noncoding lebih banyak terjadi mutasi dibandingkan di dalam gen,

namun mutasi ini tidak berpengaruh terhadap sel, jaringan, organ dan organisme. Karena mutasi di daerah noncoding tidak berdampak pada perubahan fenotip, sehingga tidak menunjukkan perbedaan diantara individu. Dengan teknik ini banyak penemuan mutasi gen yang berhubungan dengan penyakit manusia.

Di bidang kesehatan, rekayasa genetik melalui DNA rekombinan, telah dihasilkan produk-produk biologis seperti hormone, dihasilkan dari prosedur rekayasa tersebut. Contoh produk farmasi hasil teknologi rekayasa genetika (DNA rekombinan) adalah produk insulin, hormone adenocorticotropic (untuk pengobatan rematik), alfa dan gamma interferon (untuk terapi kanker dan infeksi), Sel beta faktor pertumbuhan (untuk pengobatan kelainan imun), Erythropoietin (untuk Pengobatan anemia), Hormon pertumbuhan manusia, Lympotoxin (untuk antitumor), Vaksin hepatitis B, Interleukin-2 (untuk pengobatan kanker), Antibodi monoclonal (terapi kanker dan rejeksi transplantasi), Nerve growth factor (untuk memperbaiki syaraf yang rusak), Praurokinase (sebagai antikoagulan, dan untuk terapi serangan jantung), serta Platelet-derived growth factor (untuk mengobati atherosclerosis). Selain itu teknologi rekayasa genetika juga bermanfaat untuk diagnosis penyakit infeksi dan penyakit genetik. Di bidang bioteknologi lainnya, reproduksi merupakan bidang yang terus berkembang. Inseminasi buatan dan seksing sperma, transfer embrio, bayi tabung, kriopreservasi embrio, hewan transgenik, kloning, kloning terapeutik, adalah contoh penerapan rekayasa genetik di bidang bioteknologi. Rekayasa genetika bidang bioteknologi juga dikembangkan untuk pengendalian penularan penyakit yang ditularkan oleh vektor nyamuk.

Rekayasa Genetika pada Vektor Nyamuk

Rekayasa genetika adalah upaya untuk melakukan modifikasi molekul genetik dari suatu organisme sehingga diperoleh sifat baru yang dimiliki. Teknik rekombinasi molekul DNA yang pertama kali diperkenalkan oleh Paul Berg tahun 1972, kemudian dikembangkan oleh Perusahaan Genetech Tahun 1976 dengan memproduksi insulin manusia melalui teknik ini. Pada konteks pengendalian vektor, sebagian besar sampai saat ini berfokus pada konstruksi rekayasa untuk menekan kepadatan populasi nyamuk.

Aplikasi rekayasa genetika pada nyamuk meliputi teknik pejantan mandul atau Teknik Serangga Mandul (TSM), intervensi nyamuk dengan gen dominan mematikan atau *release of insects with dominant lethality* (RIDL), serta intervensi gen penyandi (Gen Drives) guna mendapatkan nyamuk yang inkompeten dalam penularan agent penyakit demam berdarah.

1. Teknik Pejantan Mandul/Teknik Serangga Steril/*Sterile Insect Technique* (SIT)

Teknik serangga mandul didasarkan pada pelepasan serangga jantan yang disterilkan, biasanya dengan cara penyinaran radiasi, untuk menekan populasi nyamuk vektor. SIT dilakukan dengan cara menginduksi agar terjadi mutasi dan mematikan secara acak pada sel germinal, yang bekerja pada telur pada wanita untuk mencegah pembuahan. Konsepnya adalah jantan mandul akan kawin dengan betina liar sehingga tidak menghasilkan keturunan. Tantangan utama aplikasi di lapangan adalah ketersediaan infrastruktur di daerah endemik untuk mendukung pemeliharaan vektor target dalam jumlah besar. Teknologi baru untuk pembiakan nyamuk, terutama *Aedes*, saat ini tersedia di berbagai negara; namun,

prosedur dalam proses sterilisasi masih diperlukan pengembangan untuk menghindari kerusakan somatik, yang mengakibatkan umur nyamuk menjadi lebih pendek, masalah dengan seksual, dan aktivitas nyamuk jantan pada umumnya (Achee et al., 2019).

Di Indonesia penelitian tentang teknik pejantan mandul pernah diujicobakan di Kota Semarang pada tahun 2015. Hasilnya terdapat penurunan populasi nyamuk setelah pelepasan nyamuk pejantan mandul. Keterbatasan dari teknik ini adalah keberlanjutan dan biaya yang besar (Setyaningsih et al., 2015).

2. Teknologi Nyamuk Berwolbachia

Berdasarkan siklus hidup nyamuk, para peneliti mulai memfokuskan pada stadium larva nyamuk yang mungkin menjadi alternatif untuk upaya eliminasi populasi target. Wolbachia merupakan salah satu genus bakteri yang hidup sebagai parasit pada hewan arthropoda dan secara alamiah dapat menularkan ke lebih dari setengah species serangga. (Hilgenboecker, Hammerstein, Schlattmann, Telschow, & Werren, 2008). Wolbachia juga ditemukan pada 60 persen species serangga seperti ngengat, lalat buah, capung, hingga nyamuk, namun bakteri ini tidak terdapat pada nyamuk *Aedes aegypti* yang selama ini dikenal sebagai vektor penular virus dengue (Tantowarjoyo, 2014). Wolbachia mampu mengintervensi masa hidup nyamuk, mengganggu sistem reproduksi, dan menghambat replikasi virus dengue dalam tubuh nyamuk (Bian, Xu, Lu, Xie, & Xi, 2010; Jeffery et al., 2009). Sehingga dengan adanya bakteri Wolbachia pada nyamuk *Aedes aegypti* membuat nyamuk tidak bisa menyebarkan virus dengue (DeNoon, 2011).

Teknologi nyamuk berwolbachia merupakan program dari World Health Organization yang diberi nama World Mosquito Program (WMP) yang bekerjasama dengan institute Pendidikan dan Penelitian di Indonesia serta negara lainnya demi menurunkan populasi Aedes aegypti. World Mosquito Program saat ini telah menjalankan proyek Wolbachia di 11 negara, yaitu di Indonesia, Australia, Vietnam, Sri Lanka, Kiribati, Vanuatu, Fiji, New Caledonia, Mexico, Colombia, dan Brazil. Teknologi nyamuk berwolbachia pada prinsipnya adalah menyisipkan bakteri Wolbachia yang diinokulasikan ke dalam telur nyamuk Aedes aegypti. Dari telur-telur ini, nyamuk baru dengan Wolbachia dibiakkan, kemudian dilakukan produksi nyamuk secara massal. Nyamuk jantan dan betina ber-Wolbachia dipisahkan. Nyamuk jantan dipelihara kemudian dilepaskan ke alam bebas sedangkan nyamuk betina dibiakkan di laboratorium untuk produksi selanjutnya.

Terdapat tiga skenario dalam melakukan transfer Wolbachia ke generasi selanjutnya yaitu:

- a. Jika nyamuk jantan yang ber-Wolbachia dan dilepaskan keluar ke alam terbuka sehingga nantinya nyamuk jantan kawin dengan nyamuk betina liar, maka nyamuk betina tersebut tetap bertelur tetapi tidak dapat menetas;
- b. Skenario kedua yaitu jika nyamuk jantan ber-Wolbachia akan kawin dengan nyamuk betina ber-Wolbachia maka akan memproduksi telur dan anak-anak nyamuk tersebut tidak dapat menularkan dengue lagi; dan
- c. Skenario ketiga yaitu jika nyamuk betina yang ber-Wolbachia dilepaskan dan kawin dengan nyamuk jantan liar maka telur yang dihasilkan

adalah anak-anak nyamuk yang tidak memiliki virus dengue. Dari tiga skenario tersebut dari pertimbangan dampak pada manusia, lingkungan, dan hewan, WMP memilih skenario untuk melepaskan nyamuk betina ber-wolbachia dikarenakan jika melepaskan nyamuk jantan ber-Wolbachia maka populasi nyamuk akan berkurang. *Release period* yang dilakukan oleh WMP adalah 6 bulan dan populasi nyamuk ber-Wolbachia sudah hampir menyebar cukup besar dan diharapkan nyamuk liar nantinya akan memiliki Wolbachia.

3. Penyebaran Nyamuk dengan Gen yang Dominan Mematikan

Strategi pelepasan serangga dengan gen dominan mematikan/release of insects with dominant lethality (RIDL) bertujuan mengurangi populasi vektor (pendekatan self-limiting) melalui individu yang membawa gen transgenik, yang menasar pada stadium larva akhir dan kepompong untuk mencegah kelangsungan hidup imago. Berbeda dengan penekanan populasi berbasis SIT dan Wolbachia, untuk teknologi RIDL, telur harus dibuahi terlebih dahulu untuk mendapatkan dampak yang diinginkan (Phuc, Kim H. et al. 2007). Teknologi rekayasa genetika yang digunakan pada RIDL adalah rekombinasi DNA. Penelitian mengenai RIDL dikembangkan Oxitec Ltd., yang mampu menghasilkan strain transgenik pertama yang direkayasa untuk membawa gen lethal dominan. Strain ini membawa gen yang dapat mencegah siklus metamorfosis nyamuk *Aedes aegypti* dari stadium larva menuju pupa dan diperoleh hasil tingkat eliminasi populasi yang lebih besar. Strain yang pernah dikembangkan, yaitu strain *Aedes aegypti*

OX3604C membawa informasi genetik yang mengakibatkan nyamuk betina yang tidak dapat terbang. Kondisi tersebut secara efektif mematikan karena nyamuk betina yang tidak dapat terbang jelas tidak mampu bereproduksi, mencari makan, atau menghindari predator alaminya pada akhirnya nyamuk ini tidak dapat berfungsi menjadi vektor dengue. Penelitian efektivitas metode RIDL dengan strain OX3604C, menunjukkan hasil dimana hampir seluruh telur hasil reproduksi nyamuk jantan *Aedes aegypti*OX3604C dengan nyamuk betina normal dalam 8 minggu membawa gen letal dominan yang diharapkan. Hal itu menunjukkan bukti bahwa metode RIDL efektif dalam mengendalikan vektor dan juga lebih ramah lingkungan bila dibandingkan dengan penggunaan insektisida. Namun tetap, aplikasinya di lapangan banyak gangguan karena persaingan perkawinan dan biaya yang masih dirasakan sangat besar. Meskipun strategi RIDL telah maju, kekhawatirannya adalah bahwa penurunan populasi *A. aegypti* tidak disertai penurunan vektor sekundernya yaitu oleh *A. albopictus*. Sebagai catatan bahwa pengendalian populasi dengan teknik apa pun terdapat peluang adanya serangan dan penggantian oleh pesaing. Di Panama, enam bulan setelah pelepasan OX513A *A. aegypti* berhenti, tidak ada bukti penurunan kepadatan *A. Albopictus* (Achee et al., 2019).

4. Gen Penyandi (Gen drives)

Gen penyandi adalah konstruksi transgenik yang memiliki sifat untuk menyerang populasi spesies target. Penerapan konsep untuk pengendalian nyamuk dipelopori oleh Austin Burt pada awal 2003 dan sejak itu banyak dikembangkan penelitian untuk mengonstruksi dan memodifikasi sifat yang

diinginkan pada nyamuk. Desain penyandi atau gen penentu saat ini didasarkan pada *Palindromic Repeats*—sistem *CRISPR-associated protein 9* (*CRISPR-Cas9*). Prinsipnya elemen transgenik harus disisipkan secara tepat dalam urutan yang disiapkan untuk dipisahkan. Untuk mencapai hal tersebut, sebuah “kaset” diintegrasikan dengan “gen knock-in”. Konsep ini dirancang untuk memasukkan dan menonaktifkan gen kesuburan spesifik jenis kelamin, menekan populasi yang menghasilkan “alel sterilitas”. Pendekatan ini dijelaskan pada sebuah studi laboratorium untuk membuktikan prinsip aplikasi pada vektor malaria Afrika *Anopheles gambiae* dan dapat dengan cepat diadaptasikan ke *A. aegypti* dan *A. albopictus*. Gen drive terbukti kurang berfungsi secara efisien di lapangan dibanding di laboratorium. Jika gen penyandi berfungsi dengan efisien di lapangan seperti dalam teori, pendekatan pengendalian ini berpotensi untuk memberantas spesies target meskipun tidak sampai mendepopulasi secara total (Acheet et al., 2019). Desain gen penyandi untuk pengendalian vektor belum optimal untuk dirilis di lapangan; sebuah gen penyandi yang menyebabkan kemandulan betina hanya akan berfungsi secara optimal jika betina benar-benar subur. Pada aplikasi konsep ini, evaluasi terhadap dampak ekologis dari pemusnahan spesies harus dipertimbangkan secara baik. Hewan dengan gen penyandi menjadi organisme baru hasil rekayasa genetika, keamanannya perlu dievaluasi menurut kriteria tertentu (National Academies of Sciences. Committee on Gene Drive Research in Non-Human Organisms. 2016). Gen penyandi juga dapat diterapkan dalam strategi penggantian populasi yaitu dengan menggunakan kendali penggerak struktur gen untuk memberikan resistensi nyamuk terhadap

patogen tertentu yang menghasilkan populasi yang menjadi resisten dari patogen. Prinsip ini telah dibuktikan di laboratorium menggunakan vektor malaria Asia *Anopheles stephensi* (Gantz VM, et al. 2015). Pada *Aedes*, konstruksi antivirus dapat dirancang dengan teknik tersebut, menargetkan satu atau beberapa virus. Peningkatan resistensi terhadap virus tertentu tidak membuat nyamuk lebih rentan terhadap virus lainnya (Achee et al., 2019).

Bioetika dalam Rekayasa Genetika Nyamuk

Bioetika merupakan bagian dari etika yang digunakan untuk menjelaskan dimensi etis dari semua aspek teknologi dan makhluk hidup termasuk penerapannya dalam kehidupan. Perkembangan keilmuan khususnya biologi, kesehatan, dan kedokteran yang pesat dapat menimbulkan masalah etik. Oleh karena itu diperlukan rumusan panduan dalam pengembangan dan aplikasi ilmu pengetahuan dan teknologi berupa rumusan etika ilmu pengetahuan dan etika penelitian (Murti et al., 2021). Salah satu strategi penanggulangan penyakit demam berdarah adalah pengendalian vektor nyamuk penular. Pengembangan teknologi pengendalian vektor tidak terlepas dari penelitian uji coba baik di laboratorium maupun aplikasi di lapangan yang melibatkan nyamuk dan manusia baik langsung maupun tidak langsung. Apalagi dalam rekayasa genetika, diperlukan obyek khususnya nyamuk yang diintervensi sesuai dengan yang diinginkan dengan berbagai teknik rekayasa genetika. Eksploitasi hewan coba dalam pengujiannya telah menimbulkan berbagai macam reaksi oleh masyarakat khususnya kelompok penyayang binatang. Alasannya, dapat menimbulkan rasa sakit dan tidak nyaman bagi hewan. Oleh karena itu paling tidak mengurangi jumlah jumlah yang hewan yang digunakan jika tidak dapat digantikan dengan obyek lain. Penelitian dengan

menggunakan nyamuk dalam rekayasa genetika memiliki beberapa tujuan, antara lain untuk meramalkan efek yang mungkin timbul dalam percobaan, seperti efek letal, resistensi, maupun infertilisasi.

Teknik rekayasa genetik yang telah berkembang, antara lain manipulasi gen, teknologi rekombinan DNA, kloning gen, dan modifikasi gen. sedangkan aplikasi rekayasa genetika pada nyamuk meliputi teknik pejantan mandul atau Teknik Serangga Mandul (TSM), Teknologi nyamuk berwolbachia, intervensi nyamuk dengan gen dominan mematikan atau release of insects with dominant lethality (RIDL), serta intervensi gen penyandi (Gen Drives) guna mendapatkan nyamuk yang inkompeten dalam penularan agent penyakit demam berdarah.

Daftar Pustaka

- Achee, N.L. Grieco, J.P., Vatandoost, H, Seixas, G. Pinto, (2019). *Alternative Strategies for Mosquito-Borne Arbovirus Control*. PLoS Neglected Tropical Disease 13 (1), pp 1-22
- Bian, G., Xu, Y., Lu, P., Xie, Y., & Xi, Z. (2010). *The Endosymbiotic Bacterium Wolbachia Induces Resistance to Dengue Virus in Aedes aegypti*: e1000833. PLoS Pathogens, 6(4). <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1371/journal.ppat.1000833>
- DeNoon, D. J. (2011). *Germ-Infected Mosquitoes Can't Spread Dengue*. Retrieved April 11, 2016, from <http://www.webmd.com/news/20110824/germ-infected-mosquitoescant-spread-dengue>
- Gantz, V.M., Jasinskiene, N., Tatarenkova, O., Fazekas, A., Macias, V.M., Bier, E., et al. 2015. *Highly Efficient Cas9- Mediated Gene Drive for Population Modification of the Malaria Vector Mosquito Anopheles stephensi*. Proc Natl Acad Sci USA, 112(49), pp.6736
- Hilgenboecker, K., Hammerstein, P., Schlattmann, P., Telschow, A., & Werren, J. H. (2008). *How many species are infected with Wolbachia? – a statistical analysis of current data: Wolbachia infection rates*. FEMS Microbiology Letters, 281(2), 215– 220. <http://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2008.01110.x>
- Jeffery, J. A., Yen, N. T., Nam, V. S., Nghia, L. T., Hoffmann, A. A., Kay, B. H., & Ryan, P. A. (2009). *Characterizing the Aedes aegypti Population in a Vietnamese Village in Preparation for a WolbachiaBased Mosquito Control Strategy to Eliminate Dengue*: e552. PLoS Neglected Tropical Diseases, 3(11), e552. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1371/journal.pntd.0000552>
- Murti, A.B., Alvionita, D., & Gani, A.R.F., 2021. *Prinsip Etika dalam Penelitian Biologi*. Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha, 8(3), pp.95–101.

- Menteri Kesehatan. *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 50 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan untuk Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit Serta Pengendaliannya*. Jakarta
- National Academy of Sciences., 2016. *Gene Drives on the Horizon: Advancing Science. Navigating Uncertainty, and Aligning Research with Public Values*. Washington, DC: National Academies Press
- Phuc, H.K., Andreasen, M.H., Burton, R.S., Vass, C., Epton, M.J., Pape, G., Fu, G., Condon, K.C., Scaife, S., Donnelly, C.A., Coleman, P.G., White-Cooper, H., & Alphey, L., 2007. Late-acting Dominant Lethal Genetic Systems and Mosquito Control. *BioMed Central*, 5(11), pp.1-11
- Purnama, S.G. (2017). *Dasar-Dasar Kesehatan Lingkungan*. Bali: Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana.
- Rahayu, E.S. (1999). *Rekayasa Genetik*. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada
- Setiyaningsih, R., Agustini, M., & Rahayu, A., 2015. *Pengaruh Pelepasan Nyamuk Jantan Mandul Terhadap Fertilitas dan Perubahan Morfologi Telur Aedes aegypti*. *Vektora: Jurnal Vektor Dan Reservoir Penyakit*, 7(2), pp.71-78.
- Sutarno (2015). *Genetika Non-Mendel. DNA mitokondria dan perannya dalam produksi hewan dan kelainan pada manusia*. ISBN no 978-979-498-872-5. UNS Press, Solo
- Tantowarjoyo, W. (2014, September). *Cara Baru Atasi Demam Berdarah, UGM Perluas Pelepasan Nyamuk Ber-Wolbachia*. Retrieved March 27, 2016, from <http://ugm.ac.id/id/berita/9319> cara baru atasi demam berdarah ugm. perluas.pelepasan.nyamuk.ber Wolbachia

Profil Penulis



apt. Dedes Handayani, S.Farm., M.Si.

Penulis dilahirkan di Kota Pekanbaru Provinsi Riau pada Tanggal 14 April 1983. Merupakan anak perama dari pasangan H. Gunadi dan Ibu Hj. Murniati. Penulis menyelesaikan program S1 di Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi lulus tahun 2013 dan menyelesaikan Program Profesi Apoteker pada institut yang sama. Pada Tahun 2018 penulis melanjutkan Pendidikan pada Program Pasca Sarjana, Program Studi Ilmu Lingkungan Peminatan Kesehatan Lingkungan, Universitas Riau lulus tahun 2020. Kecintaan menulis penulis menular dari bakat sang suami yang merupakan cerpenis dan sastrawan riau, Dr. Griven Herrie Putera, M.Ag. Penulis merupakan ASN Kementerian Kesehatan yang awalnya ditempatkan pada Kantor Kesehatan Pelabuhan Kelas III Dumai, pengangkatan tahun 2001. Namun pada Tahun 2005, penulis pindah tugas ke Kantor Kesehatan Pelabuhan Kelas II Pekanbaru mengikuti suami yang juga seorang ASN, hingga saat ini. Karya ilmiah penulis telah terbit pada Jurnal Farmasi Indonesia, Jurnal Kesehatan Komunitas selain itu penulis juga aktif dalam menulis *book chapter*. *Book chapter* pertama penulis berjudul Sistem Surveilans Kesehatan Masyarakat, dimana penulis berkontribusi pada *chapter*/bab “Surveilans Kesehatan Lingkungan”. Penulis juga aktif mengikuti kegiatan ilmiah dan organisasi keprofesian yaitu Perhimpunan Ahli Entomologi Indonesia (PEKI) dan Ikatan Apoteker Indonesia (IAI).

Email Penulis: dedeshandayani1983@gmail.com

PENGENDALIAN VEKTOR SECARA TERPADU

Depi Yulyanti, S.KM., M.Kes.
STIKes Indramayu

Pendahuluan

Penyakit tular vektor merupakan penyakit yang menular melalui hewan perantara (vektor). Penyakit tular vektor meliputi malaria, arbovirosis seperti Dengue, Chikungunya, Japanese B Encephalitis (radang otak), filariasis limfatik (kaki gajah), pes (sampar) dan demam semak (scrub typhus). Penyakit tersebut hingga kini masih menjadi masalah kesehatan masyarakat di Indonesia dengan angka kesakitan dan kematian yang cukup tinggi dan berpotensi menimbulkan kejadian luar biasa (KLB) Penyakit tular vektor merupakan satu diantara penyakit yang berbasis lingkungan yang dipengaruhi oleh lingkungan fisik, biologi dan sosial budaya.

Ketiga faktor tersebut akan saling mempengaruhi kejadian penyakit tular vektor di daerah penyebarannya. Beberapa faktor yang menyebabkan tingginya angka kesakitan penyakit bersumber binatang antara lain adanya perubahan iklim, keadaan sosial ekonomi dan perilaku masyarakat. Perubahan iklim dapat meningkatkan resiko kejadian penyakit tular vektor.

Faktor resiko lainnya adalah keadaan rumah dan sanitasi yang buruk, pelayanan kesehatan yang belum memadai, perpindahan penduduk yang non-imun ke daerah endemis. Mengingat keberadaan vektor dipengaruhi oleh lingkungan fisik, biologis dan sosial budaya, maka pengendaliannya tidak hanya menjadi tanggung jawab sektor kesehatan saja tetapi memerlukan kerjasama lintas sektor dan program.

Pengendalian vektor dilakukan dengan memakai metode pengendalian vektor terpadu yang merupakan suatu pendekatan yang menggunakan kombinasi beberapa metoda pengendalian vektor yang dilakukan berdasarkan pertimbangan keamanan, rasionalitas dan efektifitas pelaksanaannya serta dengan mempertimbangkan kesinambungannya.

Keunggulan Pengendalian Vektor Terpadu (PVT) adalah:

1. Meningkatkan keefektifan dan efisiensi berbagai metode/cara pengendalian
2. Meningkatkan program pengendalian terhadap lebih dari satu penyakit tular vektor
3. Melalui kerjasama lintas sektor hasil yang dicapai lebih optimal dan saling menguntungkan.

Pemerintah Pusat, Pemerintah Daerah provinsi, dan Pemerintah Daerah kabupaten/kota dalam menyelenggarakan Kesehatan Lingkungan menggunakan pendekatan *one health*. Pendekatan *one health* merupakan upaya yang dilaksanakan secara terpadu dengan lintas sektor dan lintas program dalam rangka pencegahan dan pengendalian penyakit dan faktor risiko penyakit yang ada pada manusia, hewan, dan lingkungan yang menjadi ancaman nasional dan global. Pendekatan *one health* diterapkan pada:

1. Upaya Penyehatan air, udara, Tanah, dan Pangan;
2. Pengamanan; dan
3. Pengendalian vektor dan binatang pembawa penyakit. (Permenkes RI No.374, 2010).

Implementasi Pengendalian Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit dengan konsep *One Health* meliputi keterpaduan langkah dan tindakan secara lintas program dan atau lintas sektor (LP/LS). Pengendalian vektor dan Binatang Pembawa Penyakit tidak akan maksimal hasilnya jika hanya dilakukan oleh sektor kesehatan. Hal ini dikarenakan jumlah Vektor yang banyak dan penyebarannya sangat luas dfberbagai kondisl dan lokast, Oleh karena itu harus dldukung oleh semua pihak, baik masyarakat, lintas sektor dan lintas program.

Pendekatan *One Health* dalam Pengendalian Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit masih harus ditingkatkan dengan penguatan kapasitas dan sumber daya untuk mendukung de ec *prevent*, dan *control* di mastng-masing kementerian dan lembaga. Peningkatan peran individu, keluarga, dan masyarakat, termasuk kalangan swasta dan dunia usaha juga rnenjadl hal penting untuk terus dilakukan penguatan (Permenkes, 2023).

Pendekatan *One Health* dalam Penyelenggaraan Kesehatan Lingkungan

Organisasi Dunia untuk Pangan dan Pertanian (FAO) Organisasi Dunia untuk Kesehatan Hewan (OIE), Organisasi Dunia untuk Lingkungan (UNEP) dan Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menyepakati makna terbaru dari *One Health* dalam pertemuan *One Health High Level Expert Panel* (OHHLEP), yang anggotanya mewakili dan berbagai disiplin ilmu dan kebijakan lintas sektor yang relevan dengan *One Health*. dari seluruh dunia, Definisi *One Health* yang dikembangkan oleh OHHLEP

menyatakan bahwa *One Health* adalah pendekatan terpadu dan pemersatu yang bertujuan untuk pencegahan, prediksi, deteksi dan respon terkait dengan ancaman kesehatan global *One Health* menyeimbangkan dan mengoptimalkan kesehatan manusia, hewan, dan lingkungan termasuk ekosistem.

Di Indonesia sejak tahun 2015 konsep *one health* sudah dilaksanakan terutama dalam Penanggulangan Penyakit Zoonosis yang melibatkan lintas sektor terkait. Lintas sektor di tingkat pusat antara lain Kementerian Koordinator Pembangunan Manusia dan Kebudayaan, Kementerian Dalam negeri, Kementerian Kesehatan, Kementerian Pertanian, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Kementerian Perhubungan, Kementerian Pekerjaan umum dan Perumahan Rakyat, Kementerian Desa dan Pembangunan Daerah Tertinggal, serta kementerian lain yang terkait, sementara itu, lintas sektor di daerah antara lain dinas kesehatan, dinas pendidikan, dinas pekerjaan umum, dinas pertanian, dinas peternakan, dan dinas lain yang terkait, Kunci utama *One Health* adalah koordinasi, kolaborasi, dan komunikasi untuk pencegahan (*prevention*), pendeteksian (*detection*), dan pengendalian (*control*) penyakit. tular Vektor dan zoonotik yang dapat menyerang kesehatan manusia, hewan serta lingkungan. Pendekatan *One Health* dapat membantu mengatasi berbagai jenis ancaman kesehatan masyarakat. termasuk penyakit yang ditularkan melalui Vektor, ketahanan pangan. mengurangi infeksi penyakit yang diduga resisten antibiotik, meningkatkan kesehatan manusia dan hewan, dan melindungi kesehatan global. Dengan memperhatikan kesehatan kolektif manusia, hewan, dan lingkungan. Penerapan *One Health* dapat mencegah ancaman wabah dan pandemi baru berikutnya. Implementasi Pengendalian Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit dengan konsep *One Health* meliputi

keterpaduan langkah dan tindakan secara lintas program dan atau lintas sektor (LP/LS). Pengendalian vektor dan Binatang Pembawa Penyakit tidak akan maksimal hasilnya jika hanya dilakukan oleh sektor kesehatan. Hal ini dikarenakan jumlah Vektor yang banyak dan penyebarannya sangat luas diberbagai kondisi dan lokasi, Oleh karena itu harus didukung oleh semua pihak, baik masyarakat, lintas sektor dan lintas program.

Pendekatan *One Health* dalam Pengendalian Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit masih harus ditingkatkan dengan penguatan kapasitas dan sumber daya untuk mendukung *detect prevent*, dan *control* di masing-masing kementerian lembaga. Peningkatan peran individu, keluarga, dan masyarakat, termasuk kalangan swasta dan dunia usaha juga menjadi hal penting untuk terus dilakukan penguatan. Penetapan SBMKL Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit menjadi salah satu komponen penting untuk dapat mendukung pencegahan dan pengendalian penyakit tular Vector dan zoonotik. Penetapan SBMKL Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit harus didukung dengan pembuktian dari hasil berbagai penelitian (Permenkes, 2023).

Konsep Pengendalian Vektor Terpadu

Pengendalian Vektor Terpadu merupakan pendekatan Pengendalian Vektor menggunakan prinsip-prinsip dasar manajemen dan pertimbangan terhadap penularan dan pengendalian penyakit. Pengendalian Vektor Terpadu dirumuskan melalui proses pengambilan keputusan yang rasional agar sumber daya yang ada digunakan secara optimal dan kelestarian lingkungan terjaga.

1. Pengendalian vektor harus berdasarkan data tentang bioekologi vektor setempat, dinamika penularan penyakit, ekosistem, dan perilaku masyarakat yang bersifat spesifik lokal (*evidence based*)

2. Pengendalian vektor dilakukan dengan partisipasi aktif berbagai sektor dan program terkait, LSM, organisasi profesi, dunia usaha/swasta serta masyarakat
3. Pengendalian vektor dilakukan dengan meningkatkan penggunaan metode non kimia dan menggunakan pestisida secara rasional serta bijaksana
4. Pengendalian vektor harus mempertimbangkan kaidah ekologi dan prinsip ekonomi yang berwawasan lingkungan dan berkelanjutan.

Strategi Pengendalian Vektor Terpadu

Penyelenggaraan PVT menggunakan kombinasi beberapa metode pengendalian vektor yang efektif dan efisien yang berbasis bukti (*evidence based*) dan dilaksanakan secara terpadu, lintas program, lintas sektor, serta bersama masyarakat.

Arah kebijakan dan strategi kegiatan Direktorat Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Tular Vektor dan Zoonotik mendukung kebijakan dan strategi Ditjen P2P dan Kementerian Kesehatan sehingga ditetapkan arah kebijakan dan strategi Direktorat Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Tular Vektor dan Zoonotik.

Upaya Pencegahan dan Pengendalian DBD terdiri dari 3 pilar pendekatan, yaitu:

1. Surveilans Kasus dan Vektornya
2. Manajemen Kasus dan
3. Pengendalian Vektornya.

Tiga pilar tersebut diperkuat dengan keterlibatan sektor lain dalam bentuk Kelompok kerja Operasional (Pokjanal). Penguatan Pelayanan Kesehatan sangat diperlukan dan tidak kalah pentingnya adalah keterlibatan masyarakat

dalam upaya pemberdayaan masyarakat melalui Gerak 1 Rumah 1 Jumantik. Strategi terpenting dalam penanggulangan DBD adalah pemberdayaan masyarakat yang diarahkan pada Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN) dengan 3 M Plus, yaitu Menguras bak penampungan air, Menutup wadah air, dan Mendaur ulang (barang-barang yang tak digunakan lagi agar tidak menjadi tempat genangan air), Plus mencegah gigitan dengan penggunaan repellent, memberantas jentik nyamuk dengan larvasida. Upaya ini diperkuat dengan *Gerakan Satu Rumah Satu Jumantik*, yaitu gerakan untuk mewujudkan di setiap rumah, selalu ada satu orang anggota keluarga yang berperan sebagai Juru Pemantau Jentik (Jumantik). Jumantik bertugas memeriksa dan memastikan bahwa tidak ada jentik nyamuk di rumah tersebut setiap hari. Strategi untuk pencapaian tujuan Penanggulangan Zoonosis di Indonesia dengan menerapkan konsep *One Health* (Bagus, 2017).

Langkah-Langkah Pengendalian Vektor Terpadu

Sebagaimana Permenkes Nomor 374 Tahun 2010 tentang Pengendalian Vektor, Pengendalian Vektor Terpadu (PVT) merupakan pendekatan yang menggunakan kombinasi beberapa metode pengendalian vektor yang dilakukan berdasarkan azas keamanan, rasionalitas dan efektifitas pelaksanaannya serta dengan mempertimbangkan kelestarian keberhasilannya. Menurut Permenkes Nomor 50 Tahun 2017, upaya pengendalian vektor terpadu dapat dilakukan dengan berbagai cara, antara lain: (Permenkes, 2017)

1. **Biofisika**, misalnya melepaskan predator dan pemasangan perangkap
2. **Biokimiawi**, misalnya melepaskan predator dan menggunakan pestisida

3. **Bioenviro**, misalnya melepaskan predator dan melakukan rekayasa lingkungan
4. **Fisikakimiawi**, misalnya pemasangan perangkap dan menggunakan kelambu berpestisida
5. **Biofisikakimiawi**, misalnya melepaskan predator, pemasangan perangkap, dan menggunakan kelambu berpestisida
6. **Bioenvirofisikakimiawi**, misalnya melepaskan predator, melakukan rekayasa lingkungan, pemasangan perangkap, dan menggunakan pestisida. (Kemenkes RI., 2020).

Dalam upaya pelaksanaan pengendalian vektor secara terpadu diperlukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menentukan sasaran area/lokasi kegiatan pengumpulan data vektor berdasarkan pemetaan dan stratifikasi wilayah endemis yang dibuat oleh program penanggulangan penyakit
2. Melakukan Survei Dinamika Penularan (SDP) untuk mengidentifikasi metode pengendalian vektor dengan mempertimbangkan REESAA (rasional, efektif, efisien, sustainable, acceptable, affordable) berdasarkan data dan informasi epidemiologi, entomologi dan perilaku masyarakat
3. Menentukan kombinasi metode pengendalian vektor yang efektif dan sasaran yang jelas (tepat waktu dan lokasi) berdasarkan hasil SDP, dengan mempertimbangkan tersedianya sumber daya yang ada, serta hasil penelitian inovatif yang tepat guna
4. Mengidentifikasi mitra dan perannya dalam upaya pengendalian vektor
5. Melakukan advokasi dan sosialisasi untuk mendapatkan komitmen dari pihak-pihak terkait

6. dan masyarakat Menyusun rencana kegiatan PVT oleh masing-masing sektor terkait sesuai dengan peran dan fungsinya dalam koordinasi pemerintah daerah
7. Mengimplementasikan PVT sesuai dengan rencana masing-masing sektor terkait
8. Melakukan pemberdayaan masyarakat secara berkelanjutan
9. Melakukan monitoring dan evaluasi secara berkala untuk penyempurnaan program dan memberikan masukan bagi penelitian dan pengembangan.

Pengorganisasian Pengendalian Vektor Terpadu

Pelaksanaan Pengendalian Vektor Tepadu (PVT) merupakan bagian integral dari kegiatan pengendalian penyakit tular vektor dalam bentuk kelompok kerja atau nama lain yang sejenis yang anggotanya terdiri atas para pemangku kepentingan masyarakat dibawah koordinasi Pemerintah dan Pemerintah Daerah Pelaksanaan pengendalian vektor yang dilakukan oleh pemerintah maupun masyarakat dilaporkan secara berkala paling lambat 3 bulan kepada dinas kesehatan kabupaten/kota (Permenkes RI No.374, 2010).

Pelaksanaan pengendalian vektor dan binatang pembawa penyakit memerlukan pendekatan oleh tenaga yang kompeten dalam melaksanakan berbagai kegiatan pengendalian, termasuk surveilans yang dilaksanakan oleh Pemerintah di tingkat pusat sampai kabupaten/kota, dan Puskesmas sebagai ujung tombak pelayanan kesehatan (Kemenkes RI., 2022).

Dalam rangka peningkatan pengendalian vektor terpadu berbagai upaya yang dapat dilakukan, antara lain:

1. Bimbingan teknik pengendalian vektor terpadu di wilayah provinsi dan kabupaten/kota serta UPT Kemenkes (BTKLPP dan KKP)
2. Monitoring dan evaluasi pengendalian vektor terpadu di wilayah provinsi dan kabupaten/kota serta UPT Kemenkes (BTKLPP dan KKP)
3. Distribusi NSPK pengendalian vektor terpadu di wilayah provinsi dan kabupaten/kota serta UPT Kemenkes (BTKLPP dan KKP)
4. Distribusi bahan dan peralatan pengendalian vektor terpadu di wilayah provinsi dan kabupaten/kota serta UPT Kemenkes (BTKLPP dan KKP)
5. Peningkatan kapasitas entomolog kesehatan dalam pengendalian vektor terpadu di wilayah provinsi dan kabupaten/kota serta UPT Kemenkes (BTKLPP dan KKP)
6. Sosialisasi dan Penggerakan Masyarakat, LP-LS dalam pengendalian vektor terpadu di wilayah provinsi dan kabupaten/kota (Kemenkes RI., 2020).

Metode dalam Pengendalian Vektor Terpadu

Pengendalian Vektor Terpadu merupakan kegiatan terpadu dalam pengendalian vektor yang menggunakan satu atau kombinasi beberapa metode. Beberapa metode pengendalian vektor sebagai berikut:

1. Metode pengendalian fisik dan mekanis adalah upaya-upaya untuk mencegah, mengurangi, menghilangkan habitat perkembangbiakan dan populasi vektor secara fisik dan mekanik
 - a. Modifikasi dan manipulasi lingkungan tempat perindukan (3M, pembersihan lumut, penanaman bakau, pengeringan, pengaliran/drainase, dan lain-lain)

- b. Pemasangan kelambu
 - c. Memakai baju lengan panjang
 - d. Penggunaan hewan sebagai umpan nyamuk (*cattle barrier*)
 - e. Pemasangan kawat kasa
2. Metode pengendalian dengan menggunakan agen biotik
- a. Predator pemakan jentik (ikan, mina padi dan lain-lain)
 - b. Bakteri, virus, fungi
 - c. Manipulasi gen (penggunaan jantan mandul, dll)
3. Metode pengendalian secara kimia
- a. *Surface spray* (IRS)
 - b. Kelambu berinsektisida
 - c. Larvasida
 - d. *Space spray* (pengabutan panas/*fogging* dan dingin/ULV)
 - e. Insektisida rumah tangga (penggunaan repelen, anti nyamuk bakar, liquid vaporizer, paper vaporizer, mat, aerosol dan lain-lain) (Permenkes RI No.374, 2010).

Pengaruh terbesar sebagai vektor untuk organisme yang menyebabkan penyakit manusia dikenal sebagai malaria, filariasis, ensefalitis, Yellow Fever, dan demam berdarah Dengue. Penyakit ini terutama berkembang di daerah tropis. menyebabkan kematian dini dan penyakit kronis, membatasi sumber daya pelayanan kesehatan dan mengurangi produktivitas manusia, sehingga semakin kesulitan ekonomi (Hoedojo & Zulhasril, 2013).

Monitoring dan Evaluasi Pengendalian Vektor Terpadu

Monitoring dan evaluasi dalam pengendalian vektor yang dilaksanakan oleh pemerintah meliputi:

1. Pemerintah dan Pemerintah daerah melakukan monitoring dan evaluasi terhadap penyelenggaraan pengendalian vektor
2. Monitoring dan evaluasi dilaksanakan secara berjenjang mulai dari tingkat desa, kecamatan, kabupaten/kota, provinsi dan pusat
3. Monitoring dan evaluasi yang dilakukan oleh Pemerintah daerah harus dilaporkan kepada Pemerintah secara berkala dan berjenjang
4. Laporan meliputi metode yang digunakan dan hasil pengendalian
5. Tata cara monitoring dan evaluasi pelaksanaan pengendalian vektor sebagaimana dimaksud.

Pihak Swasta yang melakukan pengendalian vektor wajib melaporkan kegiatannya kepada Dinas Kesehatan kabupaten/kota. Apabila pihak swasta melakukan pelanggaran maka dapat dikenakan sanksi administratif. Sanksi administratif yang dapat diberikan berupa:

1. Teguran Lisan,
2. Teguran Tertulis;
3. Pencabutan izin operasional (Permenkes RI No.374, 2010).

Pembinaan dan Pengawasan Pengendalian Vektor Terpadu

Menteri, kepala dinas kesehatan provinsi, dan kepala dinas kesehatan kabupaten/kota melakukan pembinaan dan pengawasan terhadap penerapan Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan (SBMKL) dan Persyaratan

Kesehatan, persyaratan teknis, dan penyelenggaraan Kesehatan Lingkungan sesuai dengan tugas, fungsi, dan kewenangan masing-masing. Dalam melakukan pembinaan dan pengawasan. Menteri, kepala dinas kesehatan provinsi, dan kepala dinas kesehatan kabupaten/kota berkoordinasi dengan pimpinan kementerian/lembaga atau organisasi perangkat daerah terkait. Melakukan pembinaan dan pengawasan dapat melibatkan organisasi profesi perguruan tinggi, asosiasi, lembaga swadaya masyarakat, swasta, dan masyarakat. Tujuan Pembinaan dan pengawasan yaitu untuk:

1. Mencegah timbulnya risiko buruk bagi kesehatan;
2. Terwujudnya lingkungan yang sehat; dan
3. Kesiapsiagaan bencana.

Pelaksanaan Pembinaan dilakukan melalui:

1. Advokasi dan sosialisasi;
2. Peningkatan jejaring kerja atau kemitraan;
3. Pendidikan dan pelatihan teknis;
4. Bimbingan teknis;
5. Pemberian penghargaan; dan/atau
6. Pembiayaan program.

Sasaran pengawasan dilakukan terhadap masyarakat dan setiap pengelola, penyelenggara, atau penanggung jawab lingkungan Permukiman, Tempat Kerja, Tempat Rekreasi, serta Tempat dan Fasilitas Umum yang menyelenggarakan Kesehatan Lingkungan, termasuk produsen/penyedia/penyelenggara Air Minum dan Pangan Olahan Siap Saji. Pengawasan dilakukan secara berkala, dan sewaktu-waktu dalam rangka tindak lanjut pengaduan masyarakat, kejadian luar biasa/wabah dan

bencana lainnya. Proses pelaksanaan Pengawasan dilakukan melalui:

1. Pemantauan dan evaluasi terhadap penyelenggaraan Kesehatan Lingkungan;
2. Pemeriksaan kualitas media lingkungan Permukiman, Tempat Kerja, Tempat Rekreasi, serta Tempat dan Fasilitas Umum, termasuk produsen/penyedia/penyelenggara Air Minum dan Pangan Olahan Siap Saji.

Pengawasan dilakukan dalam rangka:

1. Memberikan rekomendasi perbaikan kepada pengelola, penyelenggara, atau penanggung jawab lingkungan Permukiman, Tempat Kerja, Tempat Rekreasi, serta Tempat dan Fasilitas Umum, termasuk produsen/penyedia/penyelenggara Air Minum dan Pangan Olahan Siap Saji;
2. Penilaian kepatuhan pengelola, penyelenggara, atau penanggung jawab lingkungan Permukiman, Tempat Kerja, Tempat Rekreasi, serta Tempat dan Fasilitas Umum, termasuk produsen/penyedia/penyelenggara Minum dan Pangan Olahan Siap Saji terhadap ketentuan dalam Peraturan Menteri ini;
3. Evaluasi kebijakan; dan/atau
4. Pemberian sanksi administratif atau penegakan hukum lainnya.
5. Pembinaan dan pengawasan perlu terus secara berkelanjutan dilakukan agar terjadi peningkatan inovasi pengendalian vektor, yang di dalamnya termasuk pengendalian vektor terpadu, dan pengendalian vektor secara biologis (Kemenkes, 2020).

Daftar Pustaka

- Bagus, I. (2017). Bahan Ajar Kesehatan Masyarakat Veteriner Universitas Udayana Denpasar-Bali. *Simdos Unud*, 1–26.
- Hoedojo, R., & Zulhasril. (2013). Pengendalian Vektor. In *Parasitologi Kedokteran FKUI* (Issue 03041065).
- Kemenkes. (2020). Permenkes RI Nomor 21 Tahun 2020. *Kementerian Kesehatan RI*, 9(May), 6. https://www.slideshare.net/maryamkazemi3/stabilit-y-of-colloids%0Ahttps://barnard.edu/sites/default/files/inline/student_user_guide_for_spss.pdf%0Ahttp://www.ibm.com/support%0Ahttp://www.spss.com/sites/dm-book/legacy/ProgDataMgmt_SPSS17.pdf%0Ahttps://www.n
- Kemenkes RI. (2020). Rencana Aksi Kegiatan (Rak) 2020-2024. *Direktorat Pencegahan Dan Pengendalian Penyakit Tular Vektor Dan Zoonotik Kementerian Kesehatan*, 12–26.
- Kemenkes RI. (2022). Standar Profesi Entomolog Kesehatan. In *Standar Profesi Entomolog Kesehatan*.
- Permenkes. (2017). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2017 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Untuk Vektor Dan Binatang Pembawa Penyakit Serta Pengendaliannya. *Permenkes RI No.50*, 5(1), 1–8. <https://ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/siklus/article/view/298%0Ahttp://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.jana.2015.10.005%0Ahttp://www.biomedcentral.com/1471-2458/12/58%0Ahttp://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&P>
- Permenkes. (2023). Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan. *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 Tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang*

Kesehatan Lingkungan, 151(2), 10–17.
[https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/245563/
permenkes-no-2-tahun-2023](https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/245563/permenkes-no-2-tahun-2023)

Permenkes RI No.374, 2010. (2010). Menteri Kesehatan
Republik Indonesia Nomor :
374/Menkes/Per/III/2010. *Pengendalian Vektor*, 1.

Profil Penulis



Depi Yulyanti, S.KM., M.Kes.

Penulis adalah Dosen Program Studi Sarjana Kesehatan Masyarakat Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Indramayu. Lahir di Talaga, 27 Maret 1990. Menyelesaikan Pendidikan S1 Prodi Ilmu Kesehatan Masyarakat di Universitas Siliwangi tahun 2012, Menyelesaikan Program Pendidikan S2 di Program Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro tahun 2015 dengan Beasiswa Pendidikan Pascasarjana Dalam Negeri (BPPDN). Tahun 2018 Lolos mengikuti program *Short Course Universal Health Coverage* dalam bidang *Health Science di Coventry University, United Kingdom*. Tahun 2020 mendapatkan amanah menjadi Ketua Program Studi Sarjana Kesehatan Masyarakat. Aktif sebagai peneliti Ilmu Kesehatan Masyarakat dalam Bidang Administrasi dan Kebijakan Kesehatan. Selain peneliti, penulis juga aktif menulis buku dan aktif juga menjadi pengurus Asosiasi Institusi Pendidikan Tinggi Kesehatan Masyarakat Indonesia (AIPTKMI) Regional Jakarta, Banten dan Jawa Barat, Pengurus Daerah Jawa Barat Ikatan Ahli Kesehatan Masyarakat Indonesia (IAKMI).

Email Penulis: depi.yulyanti@gmail.com

PENGENDALIAN VEKTOR NYAMUK

Dr. Ratna Dian Kurniawati., M.Kes.
Universitas Bhakti Kencana

Iklim dan Lingkungan Habitat Vektor Nyamuk

Indonesia sebagai negara kepulauan dengan posisi astronomis di garis khatulistiwa pada 6° LU- 11° LS dan 95° BT- 141° BT memiliki iklim tropis. Posisi matahari yang selalu vertikal dengan suhu udara yang rata-rata tinggi berkisar antara $20-23^{\circ}$ C dimana beberapa wilayah dapat mencapai 30° C suhu tahunannya. Wilayah kepulauan mempunyai peran besar dimana Indonesia dikelilingi oleh laut atau Samudra. Dampaknya tentu dengan adanya iklim tropis dimana iklim laut berperan dominan dengan sifat lembab dan intensitas hujan yang tinggi pada tekanan udara yang rendah. Secara umum Indonesia bermusim penghujan dan kemarau. Hal ini terjadi akibat dari pergerakan peredaran matahari yang berpengaruh pada peredaran pola angin. *Ring of fire* menjadi salah satu faktor yang mempengaruhi iklim di setiap wilayah di Indonesia. Gunung-gunung tersebar di pulau besar seperti Sumatra, Jawa, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua, sehingga mempengaruhi variasi unsur iklim di setiap wilayahnya.

Selain iklim laut terdapat juga iklim muson atau iklim musim dan Iklim panas atau iklim tropis (tropika). Iklim muson atau iklim musim ditentukan oleh perubahan angin musiman yang berubah setiap 6 bulan per periodenya. Iklim musim terdiri angin musim barat daya (Muson Barat) dan angin musim timur laut (Muson Timur). Dimana angin Muson Barat bertiup pada Oktober hingga April dengan sifat basah sehingga membawa musim hujan/penghujan dan angin Muson Timur bertiup pada Mei hingga September dengan sifat kering sehingga wilayah yang dilalui mengalami musim kering/kemarau. Lalu ada iklim panas atau iklim tropis (tropika) yang terdiri musim kemarau dan musim hujan. Iklim panas tidak dapat dihindari mengingat posisi Indonesia di garis khatulistiwa. Suhu panas yang tinggi sepanjang tahun mendorong penguapan tinggi sehingga mengakibatkan hujan. Tingginya curah hujan akibat dari ketiga jenis iklim tersebut menjadikan bervariasinya curah hujan pada tiap wilayah di Indonesia dengan kisaran sekitar 2.500 mm/tahun.

Pada hakekatnya iklim dan cuaca memiliki arti yang berbeda meskipun unsur pembentuknya sama. Iklim merupakan keadaan rata-rata cuaca dalam jangka waktu relatif lama pada suatu wilayah sedangkan cuaca merupakan kondisi angin, suhu matahari, suhu udara, tekanan udara, curah hujan pada waktu dan tempat tertentu. Unsur inilah yang dapat mempengaruhi derajat kesehatan masyarakat terutama dari persebaran vektor pada setiap tahunnya. Iklim tropis dengan suhu panas (26-35°C) dan kelembaban yang tinggi merupakan kondisi yang disukai nyamuk dimana nyamuk lebih aktif menggigit.

Climate change atau perubahan iklim masih menjadi isu yang sangat fenomenal. Perubahan iklim mempengaruhi berbagai aspek kehidupan manusia dalam pemenuhan

kebutuhan dan status derajat kesehatan. Status kesehatan masyarakat yang bermukim di wilayah zona khatulistiwa sangat dipengaruhi oleh iklim dan cuaca yang terjadi. Selain itu perubahan iklim terjadi sebagai akibat dari aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan. Pemanasan global atau *global warming* disebut sebagai penyebab perubahan iklim. Pemanasan global terjadi akibat dari hasil samping aktivitas manusia dalam pemenuhan kebutuhan hidup. *Global warming* sendiri merupakan kondisi peningkatan suhu pada atmosfer bumi yang di timbulkan oleh efek rumah kaca dimana suhu bumi semakin panas. Pemakaian bahan bakar bersumber minyak bumi, bakar batu bara dan pembakaran gas alam menjadi penyebab efek rumah kaca sehingga menyebabkan panas yang terpantul kembali ke bumi karena tidak dapat diteruskan ke luar angkasa. Gas tersebut adalah karbondioksida. Selain efek rumah kaca, pemakaian *Chlorofluorocarbon* (CFC) berlebihan pada produk rumah tangga seperti pendingin dan kulkas, penggundulan hutan yang makin mengurangi fungsi hutan sebagai penyerap karbondioksida, polusi Metana dimana metana berkontribusi lebih besar karena memiliki kekuatan panas sebesar 80 kali lipat dari karbondioksida. Gas metana terbentuk dari proses pemupukan yang berlebihan, kegiatan produksi tambang, seperti minyak bumi dan gas alam, sampah makanan, pembuangan sampah yang berlebihan. Pada kenyataannya metana dengan mudah dijumpai yaoti pada gas elpiji, kotoran hewan dan unggas, sampah organik, lingkungan rawa, fosil bawah tanah, dan masih banyak lagi.

Fenomena *climate change* menempatkan metana berkontribusi paling kuat sebagai salah satu penyebab efek rumah kaca dimana metana telah lapisan atmosfer akibat dari produksinya yang berlebihan melalui *global warning*. Fenomena *global warning* meningkatkan suhu bumi

seiring dengan aktifitas manusia. Gas dalam peristiwa efek rumah kaca yang terperangkap akan meningkatkan suhu bumi secara signifikan. Beberapa akibat dapat dijumpai dengan mudah seperti fenomena es kutub mencair, peningkatan permukaan air laut dan perubahan iklim

Perubahan iklim menjadi potensi perubahan di beberapa tatanan kehidupan. Salah satunya adalah perubahan suhu bumi yang mendorong peningkatan suhu panas termasuk fenomena daerah yang tadinya bersuhu rendah menjadi daerah bersuhu hangat bahkan panas. Suhu panas juga akan mendorong perkembangan nyamuk semakin singkat. Hal inilah yang menjadikan vektor tular nyamuk sampai saat ini belum bisa diakhiri. Kondisi tersebut selaras dengan riset Raksanagara dimana perubahan curah hujan, suhu, kelembaban akan memengaruhi penyakit tular vektor seperti demam berdarah(Raksanagara, Ardini; Arisanti, Nita; Rinawan, 2015).

Perubahan iklim karena pemanasan global menjadi pemicu perubahan pola dan sebaran penyakit menular, khususnya vektor tular nyamuk. Perubahan iklim memicu peningkatan aktivitas nyamuk karena perubahan suhu udara menjadi relatif lebih tinggi. Peningkatan suhu udara menyebabkan perubahan di daerah yang tidak beresiko menjadi daerah yang berpotensi perkembangbiakan nyamuk. Dimana suhu menjadi lebih hangat di daerah tersebut sehingga nyamuk dapat berkembangbiak dengan baik.

Artinya terjadi perluasan sebaran tempat berkembangbiak nyamuk di daerah yang tadinya sejuk. Sebagai contoh vektor tular Demam Berdarah Dengue (DBD) yang sekarang menjadi endemik di kota Bandung. Kota Bandung dengan posisi 107°36' Bujur Timur dan 6°55' Lintang Selatan mempunyai titik tertinggi pada 1.050 m

di atas permukaan laut (dpl) di daerah Utara. Iklim kota Bandung lembab dan sejuk, dengan suhu rata-rata 23.5 °C, curah hujan rata-rata 200.4 mm dan rata-rata jumlah hari hujan yaitu 21.3 hari per bulan. Fahri menyatakan ditemukannya virus dengue pemicu DBD di dataran Jawa Tengah dengan ketinggian 1.001 meter dari permukaan laut (Fahri, 2013). Adaptasi tinggi telah mampu ditunjukkan oleh nyamuk dimana kemampuan adaptasi ini melebihi kemampuan adaptasi manusia. Perubahan pola iklim secara langsung mengubah sebaran vektor. Adanya perubahan iklim, nyamuk yang biasanya hidup di kisaran 40 Lintang Utara dan 40 Lintang Selatan dapat menyebar secara luas ke wilayah dengan lintang rendah.

Dampak dari perubahan dapat memicu munculnya sejumlah penyakit yang diduga disebarkan nyamuk. Fenomena perubahan terjadi dimana malaria mulai berkurang, namun DBD meningkat. Bahkan komposisi spesies nyamuk dan penyakit yang ditularkannya cenderung berubah. Fenomena *La Nina* dan *El Nino* turut mengambil peran dalam terjadinya perubahan pola penyakit yang ditularkan nyamuk. Riset kajian Chen (2010) tentang peningkatan kelembaban udara di Kaoshiung, Taiwan akibat El Nino pada 2005 yang memicu pertumbuhan dan pembiakan nyamuk lebih cepat (Chen, 2010).

Perubahan iklim secara signifikan mempengaruhi status beberapa penyakit. Pemanasan global memicu perubahan curah hujan lebih tinggi dan suhu yang menghangat meningkatkan ancaman terhadap beberapa penyakit seperti diare, leptospirosis, gangguan saluran pernapasan, serta penyakit yang ditularkan oleh vektor seperti nyamuk misalnya, yaitu penyakit demam berdarah. Meningkatkan aktivitas lalat rumah penyebab diare pembawa *Campylobacter* melalui makanan yang terkontaminasi dari lalat yang terinfeksi *Campylobacter*.

Curah hujan yang tinggi membawa virus leptospira di air tergenang atau banjir dari urin tikus. Hal ini akan menjadi factor resiko jika terkena luka terbuka sehingga dengan mudah dapat terinfeksi leptospira. Begitu juga dengan diare, dimana air bersih terkontaminasi bakteri yang terbawa melalui debu sehingga makanan, peralatan makan dan minum dapat terkontaminasi air bersih tersebut dan dapat mengakibatkan diare. Tentunya perubahan suhu di daerah pegunungan yang menghangat akibat pemanasan global meningkatkan kasus malaria dan DBD.

Lingkungan sebagai tempat hidup manusia dan nyamuk sebagai vektor tular yang dipengaruhi oleh perubahan iklim terutama akibat pemanasan global merupakan suatu kondisi yang harus diterima sebagai ancaman. Artinya kondisi tersebut menuntut kesadaran manusia untuk hidup berdampingan dengan ancaman penyakit yang timbul dari lingkungan yang diluar kendali atau kuasa manusia. Blum menyatakan bahwa ada empat faktor yang dapat mempengaruhi derajat kesehatan masyarakat dimana lingkungan menduduki tempat teratas. Hal ini mengingat lingkungan sebagai tempat hidup makhluk hidup yang sangat kompleks sebagai tempat penyedia kebutuhan makhluk hidup sekaligus sebagai sumber penyakit jikalau terjadi ketidakseimbangan dalam lingkungan antara *host dan agent*.

Pengendalian Vektor Nyamuk

Secara umum pengendalian vektor merupakan upaya pengendalian, pemberantasan populasi vektor melalui pengendalian tempat hidup (*habitat control*), pengendalian kimia, biologi dan fisika, lalu ada pengendalian paparan (*reducing contact*)(Soedarto, 2013). Pengendalian vektor perlu dilakukan mengingat terdapat berbagai penyakit di

lingkungan yang berasal dari hewan dan manusia, belum semua penyakit ada obatnya, belum efektifnya obat atau vaksin suatu penyakit, penyakit tular vektor cepat menjangkiti karena mobilitas vektornya tinggi dan dampak dari penyakit dapat menurunkan produktifitas seperti filariasis dan malaria(Soemirat, 2011).

Eliminasi dan reduksi penyakit tular vektor nyamuk di Indonesia perlu mendapat perhatian serius. Malaria, Demam Berdarah *Dengue* (DBD), Filariasis, Chikungunya, Japanese Encephalitis, dan Pes merupakan *emerging disease* penyakit tular vektor nyamuk yang termasuk dalam *Neglected Tropical Disease* (NTD) penyebab masalah kesehatan masyarakat. Dimana DBD, Chikungunya dan Japanese Encephalitis menyebabkan Kejadian Luar Biasa (KLB) terutama pada musim penghujan. *World Health Organization* menetapkan Zika sebagai *Public Health Emergency of International Concern* (PHEIC).

Saat ini pencegahan dan pengendalian penyakit tular vektor nyamuk pada dasarnya sudah ada di beberapa program pemerintah seperti Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS), Gerakan Masyarakat Hidup Sehat (GERMAS), Gerakan Satu Rumah Satu Jumantik (G1R1) penurunan insiden DBD dan Zika, Bulan Eliminasi Kaki Gajah (BELKAGA), Pemberian Obat Pencegahan Massal (POPM) eliminasi Filariasis, Akselerasi, Intensifikasi dan Eliminasi Malaria

Pengendalian penyakit tular vektor nyamuk terus dilakukan dengan monitoring dan evaluasi secara berkesinambungan mengingat penyakit tersebut belum berhasil dieliminasi. Pengendalian penyakit tular vektor nyamuk merupakan tanggung jawab bersama. Mengingat berbahaya akibat dari penyakit ini. Komitmen bersama diperlukan antara pemerintah dan masyarakat dalam pencegahan dan pengendalian tular vektor nyamuk ini.

Pemerintah mencanangkan Indonesia eliminasi malaria tahun 2030, eliminasi filariasis tahun 2030 dan reduksi DBD dengan *Incidence Rate* (IR) kurang dari 49/1000 penduduk (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2020).

Macam upaya pengendalian vektor tular nyamuk merujuk pada peraturan menteri kesehatan republik Indonesia Nomor 50 tahun 2017 Tentang Standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan untuk vektor dan binatang pembawa penyakit serta pengendaliannya maka Pengendalian Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit terdiri dari (Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2017):

1. Pengamatan dan penyelidikan Bioekologi, penentuan status kevektoran, status resistensi, dan efikasi, serta pemeriksaan sampel.

Pengujian laboratorium, manajemen resistensi harus ada dalam pengendalian vektor. Dimana pengujian laboratorium dilakukan oleh laboratorium dengan kemampuan sesuai ketentuan. Lalu ada manajemen resistensi dengan tujuan agar pengendalian Vektor terarah dan tepat sasaran dengan memperhatikan prinsip-prinsip metode penggunaan pestisida adalah pilihan terakhir yang penggunaannya harus sesuai dosis. Yang perlu diperhatikan adalah pestisida tetap dianggap sama jika dari produk berbeda namun golongan yang sama, melakukan penggantian golongan pestisida jika terjadi resistensi; dan untuk target pada pradewasa dan dewasa harus menggunakan golongan pestisida yang berbeda.

2. Pengendalian Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit dengan metode fisik, biologi, kimia, dan pengelolaan lingkungan yaitu

a. Pengendalian Fisik

Metode pengendalian fisik atau mekanis dapat berupa modifikasi dan manipulasi lingkungan pada tempat perindukan dan pemberantasan sarang nyamuk (PSN) 3M Plus. Pengendalian dengan metode fisik bertujuan untuk mengurangi populasi nyamuk. Beberapa metode pengendalian secara fisik antara lain memasang perangkap terhadap vektor pradewasa dan dewasa serta binatang pembawa penyakit dengan memanfaatkan peralatan mekanik, cahaya, media air (tempat bertelur), gelombang elektromagnetik, perangkap ber-umpan dan/atau *attractant* bahan penarik sebagai contoh pemakaian ovitrap untuk nyamuk dan perangkap kecoak. Menggunakan kawat kassa atau ram nyamuk di ventilasi yang bertujuan mencegah vektor dan Binatang Pembawa Penyakit masuk ke dalam rumah. Mengubah derajat keasaman (pH) air atau salinitas air dimana metode ini bertujuan mengendalikan vektor malaria daerah pantai. Dan pemasangan kelambu saat tidur serta menggunakan raket listrik bertujuan mengendalikan serangga vektor seperti nyamuk, lalat dan serangga terbang lainnya, dengan memukulkan raket beraliran listrik ke nyamuk/serangga tersebut.

b. Pengendalian Biologi

Pengendalian melalui metode biologi dengan memanfaatkan organisme predator dan organisme penghasil toksin. Organisme predator yaitu ikan cupang, ikan Sepat, ikan kepala timah, ikan nila, berudu katak, nimfa capung, Copepoda, larva nyamuk *Toxorhynchites* spp. dan organisme lainnya. Organisme penghasil toksin yaitu

parasite, virus, jamur, *Bacillus thuringiensis israelensis*, *Bacillus sphaericus*, dan organisme lainnya. Lalu memanfaatkan tanaman anti nyamuk seperti kemangi, serai, lavender, marigold, dan geranium. Metode biologi sebagai pengendalian dengan bahan alam aman bagi Kesehatan dan lingkungan karena tidak ada dampak atau efek. Metode pengendalian biologi juga dapat melalui manipulasi gen (penggunaan jantan mandul, dll).

c. Pengendalian Kimia

Metode pengendalian secara kimia berupa *surface spray* (IRS) dan *space spray* (*fogging*/ pengasapan) dan larvasida. Pengendalian vektor dan binatang pembawa penyakit melalui metode kimia bertujuan secara cepat menurunkan populasi vektor dan Binatang pembawa penyakit pada situasi atau kondisi tertentu, seperti KLB/wabah atau kejadian matra lainnya karena sangat efektif. Metode kimia tentu menggunakan bahan kimia sebagai contoh pestisida. Namun efek dan dampak bahan kimia terutama dengan pemakaian masif tanpa pengawasan dapat menyebabkan persistensi sehingga menimbulkan gangguan kesehatan lingkungan dan resistensi pada vektor sasaran. Maka pengendalian metode kimia harusnya menjadi langkah atau Upaya terakhir dalam pengendalian vektor dan binatang pembawa penyakit tular vektor dan zoonotik. Mengingat pentingnya metode kimia maka pelaksanaannya memerlukan kombinasi dengan pengendalian metode biologi dan pengelolaan lingkungan yang efektif. Artinya penggunaan bahan kimia dapat memberi dampak menguntungkan, efektif, dan efisien, ketepatan

dosis, metode, tepat spesies, target sasaran, biologi dan habitat sasaran, dinamika populasi target sasaran, dan waktu pengaplikasiannya standar alatnya dan tentunya dalam monitoring dan dievaluasi secara terus menerus.

d. Pengelolaan lingkungan

Pengelolaan lingkungan dalam pengendalian vektor terdiri dari modifikasi lingkungan yang bersifat permanen dan manipulasi lingkungan yang bersifat temporer. Modifikasi lingkungan yang bersifat permanen bertujuan untuk mendaur ulang habitat potensial, penimbunan habitat perkembangbiakan, pengelolaan sampah, pengaliran air, penanaman mangrove daerah pantai, menutup retakan dan celah bangunan, dan pembuatan bangunan anti tikus (*rat proof*), dan peniadaan sarang tikus.

3. Pengendalian terpadu terhadap Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit

Merupakan pengendalian yang berdasarkan rasionalitas, efektivitas pelaksanaannya dan asas keamanan, serta mempertimbangkan kelestarian keberhasilannya. Dalam kondisi dan situasi khusus maka pengendalian Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit dapat dilakukan oleh Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah sesuai dengan kewenangannya. Pengendalian terpadu pada dasarnya mengedepankan azas efektifitas, rasionalitas, keamanan dan kelestarian keberhasilannya melalui kombinasi beberapa metode pengendalian vektor dan binatang pembawa penyakit. Tentu setiap metode pengendalian mempunyai kelebihan dan kelemahan namun di sinilah arti dari terpadu dimana kombinasi metode -

metode tersebut akan saling menutupi kekurangan masing- masing.

Keberhasilan pengendalian terpadu diharapkan dapat mengurangi pemakaian pestisida sebagai pengendalian kimia. Pengendalian terpadu berfokus pada sisi efektifitas dan efisiensi, integrasi atau keterpaduan metode, sasaran vektor dan binatang pembawa penyakit, menggunakan teknologi tepat guna, kesempatan peluang kerja. Aplikasi dari metode terpadu dapat dilakukan melalui Biokimiawi dengan melepaskan predator dan menggunakan pestisida, Biofisika dengan melepaskan predator dan pemasangan perangkap, Fisikakimiawi dengan pemasangan perangkap dan menggunakan kelambu berpestisida, Bioenviro dengan melepaskan predator dan melakukan rekayasa lingkungan, Bioenvirofisikakimiawi dengan melepaskan predator, melakukan rekayasa lingkungan, pemasangan perangkap, dan menggunakan pestisida dan Biofisikakimiawi dengan melepaskan predator, pemasangan perangkap, dan menggunakan kelambu berpestisida.

Tantangan Pengendalian Vektor Nyamuk

Tantangan dalam pengendalian vektor adalah dari lingkungan dan perilaku manusia. Sudah jelas di atas di paparkan bahwa letak geografis Indonesia sangat mendukung pertumbuhan dan perkembangbiakan nyamuk. Salah satu hasil riset menyatakan bahwa Bandung dengan ketinggian 768 meter di atas permukaan laut diproyeksi jumlah kasus DBD periode 2021-2025 dengan metode *exponential smoothing model holt's linear trend* mengalami peningkatan jumlah kasus di 5 tahun kedepan(Sutriyawan, Agung; Kurniawati, Ratna Dian; Suherdin, 2021). Suhu 28°C dengan kelembapan 64%

merupakan kondisi yang disukai nyamuk untuk berkembang biak, maka inilah yang menjadikan Bandung daerah endemik DBD.

Sedangkan perilaku menjadi tantangan tersendiri yang harus terus diupayakan dalam program-program Kesehatan pencegahan penyakit oleh vektor nyamuk. Perilaku Kesehatan dalam pencegahan DBD salah satunya adalah Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN) 3M Plus. Riset ratna menyatakan Kegiatan menutup tempat penampungan air, menguras tempat penampungan air, mendaur ulang barang-barang bekas yang dapat menampung air dan kebiasaan menggantung baju mempunyai hubungan yang signifikan dengan DBD. Namun pemasangan ram atau kawat dan pemakaian kelambu saat tidur tidak berhubungan dengan DBD(Kurniawati, Ratna Dian; Ekawati, 2020). Sejak surat edaran nomor PM.01.11/MENKES/591/2016 pada 8 November 2016 tentang tata laksana Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN) 3M Plus dengan Gerakan satu rumah satu (Juru Pemantau Jentik) Jumantik maka pada dasarnya masyarakat terus diinformasikan melalui berbagai media dan sarana. Namun massive informasi tidak serta merta dapat merubah perilaku masyarakat. Mengingat kemajemukan, potensi lokal dan tingkat pengetahuan dan pemahaman yang berbeda tidak serta merta menjadikan sosialisasi dapat diterapkan menjadi aplikasi perilaku kesehatan pencegahan DBD. Pada dasarnya ketika pengetahuan terbentuk dari respon stimulus yang didapatkan dari berbagai kegiatan seperti penyuluhan atau sosialisasi akan mendorong terbentuknya motivasi dalam diri individu atau masyarakat terutama terkait tentang pencegahan DBD sehingga individu atau masyarakat akan terdorong berperilaku PSN 3M Plus. Pengetahuan dan motivasi berhubungan dengan PSN 3M dimana proses stimulus pengetahuan dan motivasi dapat menjadi stimulus

perubahan perilaku upaya pencegahan kejadian DBD(Kurniawati, Ratna Dian; Sutriyawan, Agung; Rahmawati, 2022). Perbedaan dalam perubahan perilaku di masyarakat memang tidak bisa diprediksi, tingkat pemahaman yang kurang dalam mempersepsikan stimulus menjadi permasalahan tersendiri dalam program-program kesehatan. Sebagai contoh sebagian besar masyarakat yang memiliki persepsi dan motivasi yang kurang baik terhadap pelaksanaan PSN 3M Plus ternyata belum melaksanakan PSN 3M Plus sebagai upaya Preventif DBD (Kurniawati, Ratna Dian; Rohmawaty, Irna; Sutriyawan, 2022).

Lingkungan sebagai tempat hidup makhluk hidup dalam memenuhi kebutuhan sekaligus menjadi daya dukung perlu diperhatikan perannya dalam penyebaran vektor terutama nyamuk. Terutama lingkungan yang sudah kehilangan daya dukung sehingga menjadi resiko bagi kesehatan masyarakat(Kurniawati, 2023c). Lingkungan menjadi faktor resiko apabila perilaku pencegahan DBD tidak diaplikasikan. Berdasarkan riset Ratna menunjukkan bahwa sebagian besar keluarga bertempat tinggal yang ada tempat perindukan nyamuk, hampir seluruh keluarga masih menggantung baju di belakang pintu atau dinding, tidak menggunakan kawat kassa pada lubang ventilasi, tidak menggunakan obat nyamuk sebagai pencegah gigitan nyamuk(Kurniawati, Ratna Dian; Silviana, Mega; Hadian, 2015). Berdasarkan kondisi tersebut maka perlu adanya modifikasi lingkungan yang melibatkan individu dalam pemberdayaan masyarakat sehingga menjadi upaya nyata strategi pencegahan DBD. Menyadari kebiasaan masyarakat yang berisiko menjadi tantangan Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN) 3M Plus. Sebagai contoh perilaku berisiko yang menjadikan *host* lemah yaitu dalam pengurusan Tempat Penampungan Air (TPA)(Kurniawati, 2023b). Masyarakat enggan untuk menguras karena malas atau adanya pertimbangan

susahnya akses mendapatkan air bersih jadi menguras sama saja membuang air. Keterlibatan masyarakat yang berkelanjutan diperlukan dalam dalam meningkatkan upaya pengendalian dan pencegahan DBD agar lebih efektif (Kurniawati, 2023a). Peran serta aktif melalui pemberdayaan masyarakat pada kegiatan PSN 3M Plus di tingkat keluarga perlu untuk terus ditingkatkan dan dioptimalkan(Kurniawati, 2020). Kader sebagai *agent of change* dalam percepatan PSN 3M Plus harus mempunyai pengetahuan yang baik. Maka refreshment dan update program DBD harus rutin dilaksanakan. Hal ini sesuai dengan implementasi penyuluhan pada kader dimana sebagian kader setelah mengikuti penyuluhan mempunyai pengetahuan yang baik (Kurniawati, Ratna Dian., 2020).

Perlu strategi yang komprehensif dari berbagai indikator PSN 3M Plus terutama yang mudah, murah, aman bagi lingkungan dan kesehatan masyarakat. Salah satunya adalah Ovitrap sebagai pemutus siklus daur hidup larva *Aedes aegypti*. Hasil riset menyatakan bahwa sebagian besar ibu rumah tangga berpengetahuan kurang baik namun bermotivasi tinggi tentang pemakaian Ovitrap. Ibu rumah tangga ini belum sepenuhnya paham betul terkait Ovitrap namun tertarik menggunakan karena dianggap mudah dipraktekkan dan dibuat , murah karena memakai botol bekas air mineral yang mudah didapat, dan tentunya efektif untuk mengurangi populasi nyamuk *Aedes aegypti*(Kurniawati, Ratna Dian; Sutriyawan and Rahmawati, 2020). Ovitrap sebenarnya bukan barang temuan baru namun tidak familier di masyarakat. Maka sudah menjadi tugas kader, tenaga kesehatan bahkan praktisi dari akademisi untuk menggenarkan Upaya pencegahan DBD dari berbagai indikator PSN 3M Plus termasuk Ovitrap. *Maka perlu peningkatan pengetahuan melalui sosialisasi pembuatan dan pemakaian Ovitrap*

dengan harapan bahwa peningkatan pengetahuan akan terjadi secara signifikan. Terdapat perbedaan signifikan tingkat pengetahuan ibu rumah tangga sebelum dan setelah diberikan penyuluhan dan pendampingan mengenai Ovitrap untuk mengendalikan populasi *Aedes aegyti* terutama mengedepankan prinsip Re-use yaitu menggunakan barang bekas yang berpotensi menampung air sehingga secara tidak langsung M yang ketiga dalam PSN 3M Plus dapat diwujudkan secara efektif dan efisien(Kurniawati, Ratna Dian; Sutriyawan, 2021).

Penutup

Upaya pencegahan dan pengendalian Vektor Nyamuk tidak hanya dapat dilakukan secara individu. Perlu strategi pencegahan yang komprehensif dan menyeluruh serta berkesinambungan mengingat peran lingkungan terutama faktor geografis yang sangat mendukung perkembangbiakan nyamuk juga perilaku masyarakat yang tidak mudah untuk dikendalikan. Modifikasi lingkungan dengan mengedepankan pemberdayaan masyarakat merupakan strategi yang tepat dalam pengendalian vektor nyamuk. Sehingga upaya-upaya kesehatan yang dilakukan dapat efektif dan efisien mewujudkan derajat kesehatan masyarakat setinggi-tingginya melalui pemberdayaan individu dalam memandirikan kesehatannya. Perlu mengedepankan pengendalian vektor dan binatang pembawa penyakit yang komprehensif di masyarakat, sehingga lingkungan masyarakat menjadi sehat dalam rangka menuju Indonesia Sehat dan terbebas dari resiko penularan penyakit tular vektor dan zoonotik.

Daftar Pustaka

- Chen, S.C. et all (2010) 'Lagged *temperature* effect with mosquito transmission potential explains dengue variability in southern Taiwan: insights from a statistical analysis', *Sci Total Lingkungan*, 408 No 19, pp. 4069–4075. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.05.021>.
- Fahri, S. et all (2013) 'Molecular Surveillance of Dengue in Semarang, Indonesia Revealed the Circulation of an Old Genotype of Dengue Virus Serotype-1', *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 7 No 8, pp. 1–12. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0002354>.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2020) *Peringatan Hari Pengendalian Nyamuk menjadi Momentum Pencanaan Kantor Bebas Nyamuk (KBN), Biro Komunikasi dan Pelayanan Masyarakat Kementerian Kesehatan RI*. Available at: <https://www.kemkes.go.id/article/view/20102300001/peringatan-hari-pengendalian-nyamuk-menjadi-momentum-pencanangan-kantor-bebas-nyamuk-kbn-.html>.
- Kurniawati, Ratna Dian; Ekawati, E. (2020) 'Analisis 3M PLUS Sebagai Upaya Pencegahan Penularan Demam Berdarah Dengue Di Wilayah Puskesmas Margaasih Kabupaten Bandung', *Vektora: Jurnal Vektor dan Reservoir Penyakit*, Vol 12 No(2020-07–30), pp. 1–10. Available at: <https://ejournal2.litbang.kemkes.go.id/index.php/vk/article/view/1813>.
- Kurniawati, Ratna Dian; Rohmawaty, Irna; Sutriyawan, A. (2022) 'Hubungan Persepsi dan Motivasi dengan Pemberantasan Sarang Nyamuk 3M PLUS sebagai Upaya Pencegahan Demam Berdarah Dengue', *Jurnal Kesehatan Indonesia: The Indonesian Journal of Health*, 13 (1)(Husada Borneo College of Health Sciences), pp. 20–27.

- Kurniawati, Ratna Dian; Silviana, Mega; Hadian, A. (2015) 'Hubungan Faktor Risiko Lingkungan Rumah dan Perilaku dengan Kejadian Demam Berdarah Dengue (DBD) di Desa Panenjoan Wilayah Kerja Puskesmas Cicalengka Kabupaten Bandung', *Annual Scientific Forum*, 1 (1).
- Kurniawati, Ratna Dian; Sutriyawan, Agung; Rahmawati, S.R. (2022) 'Hubungan Pengetahuan Dan Motivasi Dengan Pelaksanaan Psn 3m Plus Dalam Upaya Pencegahan Demam Berdarah Dengue', *An-Nadaa: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 9 (2)(LPPM Uniska), pp. 195–202. Available at: <https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/ANN/article/view/9004>.
- Kurniawati, Ratna Dian; Sutriyawan, A. (2021) 'Counseling and Assistance in Making Ovitrap with the Principle of Re_use To control Aedes aegypti larvae', *Abdimas Umtas: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4 Nomor:2(LPPM-Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya).
- Kurniawati, Ratna Dian; Sutriyawan, A. and Rahmawati, S.R. (2020) 'Analisis Pengetahuan dan Motivasi Pemakaian Ovitrap Sebagai Upaya Pengendalian Jentik Nyamuk Aedes Aegepty', *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 9(4). Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.33221/jikm.v9i04.813>.
- Kurniawati, Ratna Dian., et all (2020) 'Pemberantasan Sarang Nyamuk 3M Plus Sebagai Upaya Preventif Demam Berdarah Dengue', *Journal of Character Education Society*, 3, No 3(University of Muhammadiyah Mataram), pp. 563–570. Available at: <https://doi.org/https://doi.org/10.31764/jces.v3i3.2642>.
- Kurniawati, R.D. (2023a) 'Determinan Sosial Dan Pengaruhnya Terhadap Neglected Disease', in hairil akbar (ed.) *Epidemiologi Sosial*. 1st edn. Bandung: Media Sains Indonesia, pp. 135–160. Available at: <https://isbn.perpusnas.go.id/Account/SearchBuku?searchTxt=9786231951564&searchCat=ISBN>.

- Kurniawati, R.D. (2023b) 'Konsep Sehat Dan Sakit', in A. Hairil (ed.) *Ilmu Kesehatan Masyarakat Dan Kesehatan Global*. 1st edn. Bandung: Media Sains Indonesia, pp. 33–48.
- Kurniawati, R.D. (2023c) 'Pencemaran Lingkungan', in A. Hairil (ed.) *Kesehatan Lingkungan Dasar*. 1st edn. Bandung: Media Sains Indonesia, pp. 137–157.
- Kurniawati, R.D.E. (2020) 'Analisis 3m Plus Sebagai Upaya Pencegahan Penularan Demam Berdarah Dengue Di Wilayah Puskesmas Margaasih Kabupaten Bandung', *Vektora: Jurnal Vektor dan Reservoir Penyakit*, Vol 12 No(2020-09-04). Available at: <https://ejournal2.litbang.kemkes.go.id/index.php/vk/article/view/1813>.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia (2017) 'Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Untuk Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit Serta Pengendaliannya'. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Raksanagara, Ardini; Arisanti, Nita; Rinawan, F. (2015) 'Dampak Perubahan Iklim Terhadap Kejadian Demam Berdarah Di Jawa-Barat', *Jurnal Sistem Kesehatan*, 1 No 1(Fakultas Kedokteran Universitas Padjadjaran), pp. 43–47. Available at: https://jurnal.unpad.ac.id/jsk_ikm/article/view/10339.
- Soedarto (2013) *Lingkungan dan Kesehatan*. 1st edn. Jakarta: Sagung Seto.
- Soemirat, J. (2011) *Kesehatan Lingkungan*. 8th edn. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sutriyawan, Agung; Kurniawati, Ratna Dian; Suherdin, S. (2021) 'Proyeksi dan Pemetaan Sebaran Kasus Demam Berdarah Dengue (DBD) Berbasis Sistem Informasi Geografi (SIG)', *Afiasi: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6, No. 2, pp. 71–81.

Profil Penulis



Dr. Ratna Dian Kurniawati, M.Kes.

Adalah Doktor yang *berhomebase* di Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Bhakti Kencana. Sebagai dosen penulis mengampu mata kuliah Dasar Kependudukan, Dasar Kesehatan Lingkungan, Lingkungan Pemukiman Dan Perkotaan, Analisis Kualitas Lingkungan, Determinan Sosial Kesehatan, Manajemen Bencana Dan Manajemen Program Promkes. Penulis aktif sebagai reviewer Jurnal internasional International Journal of Tropical Disease & Health dan Jurnal nasional yaitu jurnal Transformasi dan *Jurnal Ilmiah JKA (Jurnal Kesehatan Aeromedika) Politeknik Kesehatan TNI AU Ciembuleuit* Bandung serta bertugas sebagai Asesor Beban Kerja Dosen Kemdikbudristek. Penulis saat ini menjabat sebagai menjabat Dekan Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Bhakti Kencana Bandung. Aktif di organisasi sebagai pengurus di AIPTKMI Regional DKI, Jabar, Banten, pengurus di Pengda IAKMI Jabar dan Forum Bandung Sehat Kota Bandung.

Email Penulis: ratna.dian@bku.ac.id

PENGENDALIAN VEKTOR LALAT

Sukhriyatun Fitriyah, SKM., M.K.M
Universitas Wiralodra

Lalat adalah salah satu insekta ordo Diptera yang mempunyai sepasang sayap berbentuk membran. saat ini telah ditemukan tidak kurang dari 60.000-100.000 spesies lalat. Namun tidak semua spesies ini perlu diawasi, karena beberapa diantaranya tidak berbahaya bagi manusia ditinjau dari segi kesehatan (Depkes RI, 2001).

Siklus Hidup Lalat

Lalat mempunyai siklus hidup yang sempurna yaitu stadium telur, larva, pupa, dan dewasa dengan rata-rata waktu perkembangbiakan antara 7-22 hari tergantung dari faktor lingkungan (Husain,2014).

1. Telur

Telur lalat mempunyai warna putih dan diletakkan pada tempat lembab yang mengandung bahan organik membusuk yang tidak boleh terkena sinar matahari langsung. Lalat betina mampu menghasilkan telur sekitar 2000 butir sepanjang hidupnya dan menetas setelah 8- 30 jam (Hastutiek dan Fitri, 2007).

2. Larva

Larva yang berkembang biak pada suhu 30-35 °C dengan tempat yang berpindah-pindah seperti

sampah organik ataupun bangkai hewan. stadium larva mempunyai 3 tingkatan yaitu instar I (berukuran 2 mm, berwarna putih, dan membutuhkan 1-4 hari untuk menjadi larva instar 2), larva instar II (berukuran 2 kali lebih besar dari larva instar 1 dan beberapa hari kemudian sudah bisa berubah larva Instar 3), larva instar III (berukuran 12 mm atau lebih dengan waktu 3-6 hari untuk menjadi pupa).

3. Pupa

Tahap ini lalat berubah menjadi selongsong kepompong yang tertutup dan tidak makan. pupa lalat berkembang baik pada suhu < 35 °C dengan waktu 3-7 hari

4. Lalat dewasa

Lalat dewasa merupakan fase terakhir lalat yang memiliki struktur tubuh yang sempurna serta tidak dapat bergerak aktif karena memiliki sepasang sayap. Segera setelah menetas, sayap lalat berkembang, tubuh mengering dan mengeras. Lalat mempunyai umur selama 2-4 minggu dalam fase ini lalat dapat berperan sebagai vektor penyakit.

Pola Hidup Lalat

1. Tempat Perindukan

Sucipto (2011) menyatakan bahwa tempat yang disenangi lalat adalah “Tempat yang basah seperti sampah basah, kotoran binatang, tumbuh-tumbuhan yang membusuk, kotoran yang menumpuk secara kumulatif”.

2. Tempat Istirahat

Waktu hinggap lalat mengeluarkan ludah dan tinja yang membentuk titik hitam tanda-tanda ini

merupakan hal yang penting untuk mengenal tempat lalat istirahat (*resting place*). Pada siang hari lalat cenderung tidak makan tetapi beristirahat di lantai, dinding, langit-langit, rumput-rumput dan tempat yang sejuk. Lalat juga menyukai tempat yang berdekatan dengan makanan dan tempat perkembangbiakannya, serta tempat yang terlindung dari angin dan matahari terik. Didalam rumah lalat istirahat pada pinggiran tempat makanan kawat listrik dan tidak aktif pada malam hari. Tempat hinggap lalat biasanya pada ketinggian ≤ 5 meter.

3. Jarak Terbang

Jarak terbang lalat rata-rata mencapai 6-9 km dan dapat mencapai 19-20 km dari tempat berbiak atau 7-12 mil dari tempat perkembangbiakannya. Selain itu mampu terbang 4 mil per jam.

4. Kebiasaan Makan

Lalat dewasa sangat aktif sepanjang hari terutama pada pagi-sore hari. Lalat memakan makanan yang dimakan oleh manusia sehari-hari seperti makanan olahan, gula, susu, kotoran manusia dan hewan serta darah dan bangkai binatang. Air merupakan hal yang penting dalam hidup lalat. Tanpa air lalat hanya hidup 48 jam saja dan makan paling sedikit 2-3 kali sehari. Bentuk mulut lalat adalah tipe penghisap. Bentuk makanannya cair atau makanan yang basah sedangkan makanan yang kering dibasahi oleh ludahnya terlalu terlebih dahulu baru dihisap. (Depkes 2001) Lalat biasanya berada pada suhu 35°C – 40°C .

5. Lama Hidup

Musim panas usia lalat berkisar antara 2-4 minggu, sedangkan pada musim dingin biasanya mencapai 70

hari (Depkes 2001). Lama hidup lalat tergantung air dan *temperature*.

6. Temperatur dan Kelembaban

Lalat mulai aktif beraktivitas pada suhu 15 °C dan aktifitas optimumnya pada temperatur 21°C. Pada temperatur di bawah 10°C lalat tidak aktif dan di atas 45 °C terjadi kematian pada lalat. Jumlah lalat pada musim hujan lebih banyak daripada musim panas. Pada waktu kecepatan angin tinggi, lalat kurang aktif untuk keluar mencari makan.

7. Sinar

Lalat merupakan serangga yang bersifat fototropik (menyukai cahaya). Jumlah lalat akan meningkat pada tempat teratur 20 °C - 25 °C dan akan berkurang pada temperatur kurang dari 10°C atau lebih dari 49 °C serta kelembaban yang optimum 90%.

8. Warna dan Aroma

Lalat tertarik pada cahaya terang seperti warna putih dan kuning atau ultraviolet. Lalat tertarik pada bau atau aroma tertentu terutama bau yang menyengat. Organ kemoreseptor terletak pada antena maka serangga dapat menemukan arah datangnya bau.

Morfologi Lalat

Lalat memiliki sepasang antena pendek beruas 3 dengan mata majemuk. Lalat jantan memiliki mata lebih besar dan berdekatan antara keduanya. Sedangkan pada lalat betina memiliki mata yang terpisah oleh celah. ukuran tubuh lalat betina cenderung lebih besar daripada lalat jantan. Lalat memiliki sepasang sayap pada bagian depan dan halter (alat keseimbangan) pada bagian belakang. Mulut lalat berfungsi untuk menusuk menghisap menjilat atau menyerap.

Larva lalat berbentuk seperti ulat yang terlihat meruncing pada bagian kepala dan tidak memiliki tungkai. larva lalat mengalami pergantian kulit sebanyak 3 tahap (instar I- instar III). Telur lalat kecil berukuran 1 mm berbentuk seperti pisang dan berwarna putih kekuningan. sedangkan pupa berbentuk silinder dan tidak bergerak. umumnya lalat betina bertelur pada bahan organik yang membusuk dan lembab.

Telur biasanya diletakkan pada media perindukan larva. larva lalat terkenal dengan larva yang sering makan dan rakus. Larva lalat berkembang sangat lambat pada musim dingin. Selanjutnya berubah menjadi pupa. Setelah fase pupa selesai maka lalat dewasa muncul lalu terbang dan mencari pasangan untuk kawin, kemudian lalat betina akan bertelur.

Klasifikasi Lalat

1. *Musca Domestica* (lalat rumah)

Lalat rumah dewasa berukuran sedang dengan panjang 6-8 mm berwarna hitam keabu-abuan dengan 4 garis memanjang gelap pada dorsal toraks dan satu garis hitam medial pada abdomen dorsal. mata lalat betina mempunyai celah yang lebih lebar daripada lalat jantan yaitu lebih sempit, antenanya terdiri dari tiga ruas bagian mulut atau probosis lalat disesuaikan khusus dengan fungsinya untuk menghisap makanan yang encer. Sayapnya mempunyai vena 4 yang melengkung tajam ke arah kota mendekati vena 3, ketiga pasang kaki lalat ini ujungnya mempunyai sepasang kuku dan sepasang bantalan disebut pulvilus yang berisi kelenjar rambut. Selama masa hidupnya lalat rumah betina mampu menghasilkan 100 telur dan akan menetas dalam waktu 7-10 hari (Larsen&thomsen,1940). Perkembangan lalat rumah dari telur hingga lalat

dewasa membutuhkan waktu 42 hari bergantung pada suhu udara.

2. Lalat Hijau (*Chrysomya Megacephala*)

Lalat Hijau adalah jenis alat pengganggu yang umumnya di wilayah Asia Tenggara dan menyebar secara luas sampai ke Australia dan Oceania. Penyebaran yang luas dimungkinkan oleh daya adaptasinya yang tinggi (Kurahashi, 1984). lalat ini terdiri atas banyak jenis dengan warna hijau, abu-abu, perak mengkilat atau abdomen gelap. Biasanya lalat ini makan dan berkembang biak di bahan yang cair atau semi cair yang berasal dari hewan, termasuk daging ikan, daging busuk, bangkai, sampah, penyembelihan sampah ikan, sampah sayuran, dan tanah yang mengandung kotoran hewan. Berkembang biak di tempat sumber makanan yang tinggi protein yang cukup untuk melewati masa metamorfosis hingga dewasa. Lalat Hijau umumnya beraktivitas pada jam 06.00 - 18.00.

Di Indonesia, Lalat Hijau yang umum di daerah permukiman adalah *chrisomia megacephala* yang jantan berukuran 8 mm mempunyai mata besar. Lalat ini juga dapat membawa telur cacing *ascaris lumbricoides*, *trichuris trichiura* dan cacing kait pada bagian luar tubuhnya dan pada lambung lalat. Jenis lalat hijau lain juga ditemukan di Indonesia adalah *chrysomya bezziana*, meskipun sangat jarang di daerah permukiman. Lalat ini banyak dijumpai di daerah ternak yang dilepaskan di padang gembalaan. Jenis lalat ini akan bertelur pada luka atau jaringan kulit yang sakit yang dapat menyebabkan miasis obligat pada manusia dan hewan. Jenis lainnya adalah *calliphora spp* yang dikenal dengan nama *blue bottles*. Lalat ini lebih menyukai tinggal di daerah iklim sedang dan tidak umum dijumpai di Indonesia.

3. Lalat Daging (*sarchopaga*)

Lalat daging berwarna abu-abu tua, memiliki panjang sekitar 10 sampai 22 mm ketika dewasa. Lalat ini mempunyai 3 garis gelap pada bagian dorsal toraks dan perutnya mempunyai corak seperti papan catur. Lalat daging ditemukan di daerah Urban dan rural terutama pada bahan organik berbau menyengat seperti bangkai. Lalat ini bersifat viviparus dan mengeluarkan larva hidup pada tempat perkembangbiakannya seperti daging bangkai kotoran dan sayur-sayuran yang sedang membusuk. Larva lalat daging makan 3 sampai 4 hari dan berkembang melalui tiga instan. Larva lalat masuk ke dalam tahap pupa, lalat dewasa akan menetas pada hari ke 10-14. Lalat daging dapat membawa patogen *bacilli leprosy* dan dapat menularkan *pseudomyiasis* intestinal pada orang yang makan larva lalat daging. Beberapa spesies dapat meletakkan telur mereka di luka kulit mamalia hingga mengakibatkan miasis.

4. Lalat Kandang (*tomoxys calcitrans*)

Menurut Sucipto 2011 lalat kandang bentuknya menyerupai lalat rumah tetapi berbeda pada struktur mulutnya yang berfungsi menusuk dan menghisap darah. Lalat ini sangat umum dijumpai pada peternakan sapi perah atau sapi yang selalu dikandangkan. Lalat ini merupakan penghisap darah ternak yang dapat menurunkan produksi susu. Kadang-kadang menyerang manusia dengan menggigit pada daerah lutut atau kaki bagian bawah baik yang jantan maupun yang betina menghisap darah. Lalat kandang dewasa berukuran panjang 5-7 mm, mempunyai bagian mulut (probosis) meruncing untuk menusuk dan menghisap darah. Bagian toraksnya terdapat garis gelap yang diantaranya berwarna terang. Sayapnya mempunyai vena 4 yang

melengkung tidak tajam ke arah kosta mendekati vena 3. Antenanya terdiri atas tiga ruas, ruas terakhir paling besar, berbentuk silinder dan dilengkapi dengan arista yang memiliki bulu hanya pada bagian atas. Lalat betina harus mendapatkan darah untuk produksi telur. Telur diletakkan pada habitat yang sesuai yaitu manur atau kotoran hewan yang telah bercampur dengan urine dan sisa makanan atau rumput. Bisa juga telurnya diletakkan pada sampah sayuran, kompos potongan rumput, biji-bijian yang sedang membusuk kotoran ayam atau ganggang laut yang menimbun di sepanjang pantai. Telur menetas dalam waktu beberapa hari, tahap larva berlangsung selama 1-3 minggu kemudian menjadi pupa, stadium dewasa akan muncul dari pupa setelah >1 minggu, dan siklus hidup berkisar 3-5 minggu pada kondisi optimal. Lalat dewasa menghisap darah hewan dan cenderung tetap di luar rumah di tempat yang terpapar sinar matahari.

Kerugian dan Penyakit yang dibawa oleh Lalat

Lalat merupakan vektor mekanis patogen terutama penyebab penyakit usus, dan bahkan beberapa spesies khususnya lalat rumah dianggap sebagai vektor tifus abdominalis, salmonellosis, cholera, disentri tuberculosis. Lalat berkembang dan makan pada bangkai hewan, kotoran manusia, sampah dan berbagai bahan organik yang membusuk. lalat menjadi penghubung kontak antara bahan yang terkontaminasi dan makanan yang bersih sehingga lalat dapat menularkan penyakit. Lalat mampu menularkan telur dan kista cacing (Olsen,1998) Khususnya cacing tambang dan ascaris. Lalat ternak atau lalat yang menggigit darah diduga sebagai penular penyakit lyme disease (Luger,1990). Sebagian besar penyakit yang disebabkan oleh lalat di area urban adalah melalui pencernaan dan korban akan mengalami gejala flu

termasuk kenaikan suhu tubuh, diare, dan muntah. Beberapa bakteri seperti coli serotype O157; H7, sangat berbahaya dan dapat mengakibatkan kematian.

Berbagai penyakit penting yang dapat ditularkan oleh lalat pengganggu ini adalah penyakit viral seperti *poliomyelitis*, *hepatitis*, *trachoma*, *coxsackie*, dan infeksi ECHO virus. berbagai jenis bakteri enteropatogen yang berhasil diisolasi dari *musca domestica* yang dikoleksi dari tempat buangan sampah dan kandang ayam antara lain adalah *acinetobacter sp*, *Cirtobacter freundii*, *escherichia coli*, *hafnia Alvei*, *Klebsiella pneumoniae*, *Morganela morganii*, *proteus vulgaris*, *pseudomonas sp*, dan *salmonella sp*.

Penyakit-penyakit lambung dan usus (enterogastrik) pada manusia seperti disentri dan diare, salmonellosis (tifoid, paratifoid, enteritis, keracunan makanan) kolera dan wabah sakit mata (epidemik konjungtivitis) juga ditularkan oleh lalat rumah. pada beberapa kasus lalat rumah juga bertindak sebagai vektor penyakit kulit seperti lepra dan yaws (frambusia atau patek). Penyakit asal protozoa yang dapat ditularkan adalah amobiasis yang disebabkan oleh *entamoeba histolytica* dan *E.coli*. Kasus kecacingan pada manusia dan hewan banyak ditularkan oleh lalat rumah seperti cacing jarum atau cacing kremi (*enterobius vermicularis*), cacing giling (*Ascaris lumbricoides*), cacing kait (*ancylostoma necator*), cacing pita (*taenia*, *dipylidium caninum*) dan cacing cambuk (*Trichuris Trichiura*). Lalat *musca domestica*, *Chrysomya* dan *sarcophaga* dapat juga menyerang jaringan luka pada manusia dan hewan (myasis).

Pengukuran Kepadatan Lalat

Melakukan pengukuran tingkat kepadatan lalat bertujuan untuk mengetahui tentang tingkat kepadatan lalat dan sumber-sumber tempat berkembang biaknya lalat. Kepadatan lalat dapat diukur dengan menggunakan

beberapa alat atau teknik/cara, namun cara yang paling mudah, murah dan cepat adalah menggunakan fly grill. Sasaran yang diukur kepadatan lalat adalah lokasi yang berdekatan dengan kehidupan manusia seperti pemukiman penduduk tempat-tempat umum lokasi sekitar tempat pengumpulan sampah sementara yang berdekatan dengan pemukiman dan lokasi sekitar tempat pembuangan akhir sampah yang berdekatan dengan pemukiman waktu pengukuran kepadatan lalat hendaknya dilakukan pada setiap sebelum dan sesudah dilakukan pengendalian lalat monitoring secara berkala minimal 3 bulan sekali. Alat yang akan digunakan untuk mengukur kepadatan lalat antara lain fly grill, counter, thermometer, hygrometer, alat tulis dan stopwatch/ jam. Cara menghitung kepadatan lalat yaitu fly grill diletakkan di suatu titik dan dilakukan pengamatan setiap 30 detik selama 10 kali pengulangan. Dari 10 kali pengulangan diambil 5 angka lalat tertinggi yang hinggap di Fly grill. 5 angka tersebut kemudian dibagi rata-rata. contoh di suatu dapur tercatat lalat hingga 5,10, 12,4,8,6,7,4,4,8, sehingga diambil angka tertinggi yaitu 12,10,8,8,7, Sehingga dijumlah angka tertinggi adalah 45 kemudian dibagi 5 dan didapatkan rata-rata adalah 9. Hasil perhitungan rata-rata ini merupakan indeks populasi dalam suatu lokasi tertentu (Depkes RI, 2001). Interpretasi hasil pengukuran dengan satuan blok grill adalah sebagai berikut:

1. Kepadatan 0 - 2 (rendah): tidak menjadi masalah
2. Kepadatan 3 - 5 (sedang): perlu dilakukan sebuah pengamanan terhadap tempat-tempat berkembang biaknya lalat

3. Kepadatan 6-20 (Tinggi/padat): populasinya padat dan perlu dilakukan tindakan terhadap tempat-tempat berkembang biaknya lalat dan tindakan pengendaliannya
4. Kepadatan >21 (sangat tinggi/sangat padat): populasinya sangat padat dan perlu diadakan pengamanan terhadap tempat-tempat berkembang biaknya lalat dan tindakan pengendalian lalat.

Pengendalian Lalat

Beberapa cara pengendalian yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pengendalian non kimiawi

Pengendalian ini dikenal sebagai cara yang ramah lingkungan dan bilamana analisisnya benar akan lebih mengenai sasaran dan mempunyai berbagai dampak positif misalnya populasi lalat menurun serta peningkatan mutu lingkungan. Cara pengendalian untuk lalat dewasa yaitu dengan alat pengusir, kasa anti serangga, tirai udara, jebakan lalat dengan kertas perekat, perangkap lampu atau *light trap* yang dapat membunuh lalat dewasa dengan aliran listrik, dan penghilangan bau.

2. Pengendalian Kimiawi

Pengendalian lalat secara praktis menggunakan insektisida seperti insektisida golongan organofosfor, karbamat, dan berbagai jenis piretroid sintetik penggunaan insektisida dalam pengendalian lalat bisa meliputi pembunuhan Larva (larvasida), penolakan lalat dewasa (repelen) atau pembunuhan lalat dewasa dengan cara penyemprotan residual pada permukaan, penyemprotan ruangan atau pemasangan umpan.

3. Pengendalian Biologi

Pengendalian lalat dapat dilakukan dengan memanfaatkan sejenis semut kecil berwarna hitam (*phiedoloqelon affinis*) untuk mengurangi populasi lalat rumah di tempat-tempat sampah. Jamur entomogotogenie merupakan organisme biologis yang paling menjanjikan yang sedang diselidiki untuk penggunaan di perkotaan melawan lalat dewasa ini memungkinkan penggunaan stasiun makanan atau infeksi, di mana lalat tertarik pada umpan dan terinfeksi jamur tersebut.

4. Pengendalian Sanitasi

Tindakan pengendalian terhadap lalat dapat dilakukan secara tidak langsung dengan perbaikan hygiene dan sanitasi lingkungan (Depkes RI, 2001) tindakan pengendalian yang dapat dilakukan antara lain dengan menghilangkan tempat perindukan lalat atau mengurangi sumber yang menarik lalat misalnya membersihkan kandang ternak/burung, kotoran ternak/burung dikeluarkan dan dibersihkan secara rutin membuat saluran air limbah atau SPAL yang tertutup, menyediakan tempat sampah yang tertutup serta selalu membersihkan tempat sampah.

Pengaruh Positif Vektor Lalat untuk Lingkungan

Black Soldier Fly (BSF) atau dalam bahasa latin *Hermetia illucens* merupakan spesies jenis lalat dari ordo Diptera, family *Stratiomyidae* dengan genus *Hermetia*. Penelitian yang dilakukan dengan perlakuan menggunakan sampel larva yang diberi makan sampah sayur dan buah. Frekuensi sampah pada larva usia 1-7 hari diberi sampah organik sebanyak 500 gram selama 7 hari dan 1000 gram sampah pada usia 9-21 hari dengan frekuensi pemberian setiap dua hari sekali. Hasil menunjukkan bahwa larva

BSF dari usia 0-21 hari yaitu hasil akhir larva dengan panjang 0,8 cm dan berat larva 0,25 gram serta sampah yang berhasil direduksi sebanyak 10 kg sampah sayur dan buah. Hal ini menunjukkan bahwa larva BSF mampu mengurai sampah organik (Sukhriyatun & Eko, 2022).

Larva BSF dapat dimanfaatkan untuk mengkonversi materi organik sehingga memiliki potensi ekonomi (Diener.at all, 2011), karena larva BSF mampu mendegradasi sampah organik, baik sampah yang berasal dari hewan maupun tumbuhan. Kemampuan mendegradasi sampah larva BSF dilaporkan lebih baik dibanding serangga lainnya (Kim W. Et all, 2010). Feses hewan, daging segar maupun yang sudah membusuk, buah, sampah restoran, serta berbagai jenis sampah organik lainnya dapat didegradasi oleh larva BSF (Alvarez, 2012). Selain itu, keberadaan larva BSF dinilai cukup aman bagi kesehatan manusia, karena dapat mengurangi populasi lalat rumah, dan dapat mereduksi kontaminasi limbah terhadap bakteri patogenik *Escherichia coli* (Newton. et all, 2005).

Daftar Pustaka

- Alvarez, L. (2012). *The Role of Black Soldier Fly, Hermetia Illucens (L.) (Diptera: Stratiomyidae) In Sustainable Waste Management in Northern Climates*. Dissertations. University of Windsor, Windsor.
- Depkes RI. (2001). *Petunjuk Teknis Tentang Pemberantasan Lalat*. Jakarta: Dirjen PPM dan PLP Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Diener, S., M. Nandayure, S. Solano, F. R. Gutiérrez, C. Zurbrügg, dan K. Tockner, (2011). Biological Treatment of Municipal Organic Waste Using Black Soldier Fly Larvae. *Waste Biomass* Vol 2:357-63.
- Hastutiek P & Fitri LE (2007). Potensi Musca Domestica Linn. Sebagai Vector Beberapa Penyakit. *Jurnal Kedokteran Brawijaya* 23 (3): 125-136
- Kim, W., et all. (2010). The Larval Age and Mouth Morphology of The Black Soldier Fly, Hermetia Illucens (Diptera: Stratiomyidae). *Int J Indust Entomol* 21 (2), : 185-187.
- Kurashi H. (1984). *Disperal Of Filth Flies Trough Natural and Human Agencies: Origin and Immigation of a Synantropic from of Chrysomya Megachepala Dalam Laird (Ed.), Commerce and Spread of Pest and Disease Vector*. Praeger Scientific, New York.
- Luger, SW. (1990). Lyme Disease Transmitted by a Biting Fly. *The New England Journal of Medicine*, 322:1752.
- Newton, L., C. et all (2005). Using The Black Soldier Fly, Hermetia Illucens, As A Value-Added Tool for The Management Of Swine Manure: Director of The Animal And Poultry Waste Management Center, North Carolina State University, Raleigh, NC. <http://www.organicvaluerecovery.com>. Diakses 3 Oktober 2020
- Olsen, AR (1998). *Regulatory Action Criteria for Filth and Other Extraneous Materials*. III.
- Sucipto, C,D. (2011). *Vektor Penyakit Tropis*. Yogyakarta: Gosyen Publishing

Sukhriyatun F & Eko Maulana S. (2022) Biokonversi Sampah Organik Dengan Metode Larva Black Solder Fly. *Jurnal Afiasi*. Vol. 6 No. 3, 1 Desember 2021

WHO (1991). Houseflies. Tersedia di https://www.who.int/water_sanitation_health/resources/vector/302to323.pdf. (diakses pada juni 2022)

Profil Penulis



Sukhriyatun Fitriyah, SKM., M.K.M

Lahir di Indramayu tahun 1985. Ketertarikan penulis terhadap ilmu kesehatan masyarakat sejak tahun 2005 silam. Hal tersebut membuat penulis memilih untuk jurusan kuliah di bidang kesehatan masyarakat jenjang sarjana dan lulus tahun 2009 di STIKes Mahardika Cirebon. Kemudian melanjutkan studi S2 di Fakultas Kedokteran Program Studi Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Padjadjaran tahun 2015 dan menyelesaikan studi S2 tahun 2017. Dalam mewujudkan karir sebagai dosen profesional, penulis pun aktif sebagai peneliti dibidang kesehatan masyarakat yaitu di bidang kesehatan lingkungan. Beberapa penelitian yang telah dilakukan telah didanai oleh internal perguruan tinggi dan juga Kemenristekdikti. Selain melakukan penelitian, penulis juga aktif dalam kegiatan pengabdian dan pembinaan kepada mahasiswa. Tahun 2022 dan 2023 pada program P2MW. Serta turut serta dalam kegiatan KMI EXPO Tahun 2022. Penulis mengelurarkan dua book chapter di tahun 2022 dengan judul buku Teori Kesehatan Lingkungan, Kesehatan Lingkungan Dan Lingkungan Hidup. Untuk menunjang Tri Dharma perguruan tinggi, penulis juga aktif dalam kepengurusan IAKMI Cab. Indramayu yang saat ini membawahi bidang pengabdian pada masyarakat. Kegiatan menulis buku ini dengan harapan dapat memberikan kontribusi positif bagi bangsa dan negara yang sangat tercinta ini.

Email Penulis: sukhriyatunfitriyah@gmail.com

PENGENDALIAN VEKTOR KECOA

Trivano Yonathan Lenakoly, SKM

Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian
Penyakit Kelas II Ambon

Kecoa dan Peranannya

Kecoa merupakan salah satu serangga vektor yang populasinya tersebar di rumah-rumah, tempat makan, warung, dan gudang akibat sanitasi yang buruk. Kecoa merupakan serangga yang dapat menularkan beberapa mikroorganisme patogen antara lain, *Streptococcus*, *Salmonella* dan lain-lain, sehingga mereka berperan dalam penyebaran penyakit disentri, diare, cholera, virus hepatitis A, polio pada anak-anak, asma, TBC dan lain sebagainya. Kecoa adalah salah satu serangga tertua dan paling primitif. Kecoa berevolusi sekitar 350 juta tahun yang lalu. Kecoa diketahui sebagai ordo *Blattaria*. Meskipun mayoritas tidak terkait langsung dengan manusia, hanya sedikit spesies telah berevolusi di dekat dengan pemukiman manusia, dimana kecoa telah beradaptasi dengan lingkungan dalam ruangan. Perilaku makan omnivora, difasilitasi oleh bagian mulut tidak spesifik mengunyah, telah memberikan kontribusi hubungan fisik yang erat antara populasi kecoa dan manusia, dengan paparan kronis terhadap manusia. Keberadaan beberapa spesies kecoa di rumah (misalnya, *Blattella germanica* dan *Periplaneta Americana*) sering menjadi indikator sanitasi yang buruk atau pemeliharaan

rumah tangga di bawah standar. Meskipun kecoa paling utama sebagai hama pengganggu, kehadirannya dapat memiliki implikasi kesehatan yang penting. Kecoa adalah generalis yang memakan hampir semua zat organik tumbuh, diproduksi, disimpan, diekskresikan, atau dibuang oleh manusia. Akibatnya, persediaan makanan beresiko terkontaminasi oleh patogen terkait dengan kecoa. Karena spesies yang menduduki struktur biasanya memiliki tingkat reproduksi yang tinggi, manusia biasa yang terpapar tingkat tinggi protein yang berpotensi alergi (Hasanuddin, 2018).

Selain itu kecoa juga memiliki peranan yang cukup penting sebagai vektor penularan penyakit. Peranan tersebut antara lain sebagai vektor mekanik bagi mikroorganisme patogen, inang perantara bagi beberapa spesies cacing serta penyebab timbulnya reaksi alergi seperti *Dematitis*, gatal gatal dan pembengkakan kelopak mata. (Cecep, 2011)

Sedangkan dalam lingkungan ekologis, kecoa memainkan peran vital dalam proses dekomposisi yang merupakan bagian penting dari ekosistem. Melalui kecoa, air, nutrisi dan energi dapat didaur ulang ke dalam ekosistem dari pembusukan tumbuh tumbuhan, hewan dan sampah organik. Dengan demikian, melalui proses ini, kecoa cenderung melindungi tanah dengan nutrisi yang dibutuhkan tanaman. Tanpa kecoa siklus ini dapat terganggu dan mungkin akan menyebabkan kerusakan pada ekosistem yang kita tinggali. Signifikansi ekologis lainnya dari kecoa adalah membantu proses penyerbukan dan menjadi bagian penting dalam siklus rantai makanan (Wahyuni, 2017).

Kecoa merupakan vektor mekanik dan memiliki siklus metamorphosis tidak sempurna dengan 3 fase yaitu: Fase Telur, Fase Nimfa dan Fase Dewasa, selain itu memiliki ciri khas morfologi yaitu sebagai berikut:

1. Tubuh bulat telur dan pipih *dorsoventral* (gepeng)
2. Kepala agak tersembunyi dilengkapi dengan sepasang antenna panjang yang berbentuk filiform yang bersegmen, dan mulut tipe pengunyah
3. Bagian dada terdapat 3 kaki, 2 pasang sayap. Bagian luar tebal, bagian dalam berbentuk membrane
4. Biasanya bersayap dua pasang, jenis *Blatta Orientalis* betina memiliki sayap yang lebih pendek daripada jantan (tidak menutup abdomen)
5. Mempunyai 3 pasang kaki
6. Memiliki mata majemuk, sayap licin tidak berambut
7. Kebiasaan nocturnal (aktif di malam hari) yang dapat bergerak cepat menghindari cahaya, juga bersifat pemakan segala (omnivora).

Kecoa adalah serangga dengan bentuk oval, pipih dorso-ventral. Kepala tersembunyi di bawah *probotum*. *Pronotum* dan sayap licin, nampaknya keras, tidak berambut dan berduri. Berwarna coklat atau coklat tua. Panjang tubuhnya bervariasi, berkisar antara 0,6 sampai 7,6 mm (Purnama, 2015).

Beberapa spesies kecoa yang ditemukan di Indonesia yaitu *Periplaneta Americana*, *Blatella Germanica*, *Periplaneta Australasiae*, *Periplaneta Brunnea*, *Neostylopyga Rhombifolia*, *Nauphoeta Cinerea*, dan *Blatta Orientalis* (Singgih, 2006).

Kecoa berkembang dengan di dalam lingkungan gedung dan tempat pemukiman yang di dalamnya tersedia bahan makanan, lembab dan di tempat gelap. Dapur komersil biasanya menjadi tempat berkembang biak kecoa dengan berbagai stadium, biasanya ditemukan kantung telur (*ooteka*) kecoa pada beberapa tempat seperti Gudang penyimpanan, koper, tas, tumpukan kardus/koran dan

beberapa furniture. Beberapa perilaku kecoa yang perlu menjadi bahan pertimbangan adalah kebiasannya yang *omnivora* (pemakan segalanya) dan aktif di malam hari (*Nokturnal*). Apabila ditemukan kecoa yang aktif di siang hari, itu menunjukkan bahwa udah terjadi overpopulasi. Kecoa juga memiliki sifat *thigmotatic*, yaitu istirahat di dalam celah celah dinding dalam waktu yang lama. Kecoa dewasa dan pradewasa seringkali istirahat berkelompok secara bersama sama di celah yang sempit (Upik, 2006).

Spesies Serangga Penyebab Penyakit

Sebagian dari Arthropoda dapat bertindak sebagai vektor, yang mempunyai ciri-ciri kakinya beruas-ruas, dan merupakan salah satu phylum yang terbesar jumlahnya karena hampir meliputi 75% dari seluruh jumlah binatang (Nurmaini, 2001).

Berikut jenis dan klasifikasi vektor yang dapat menularkan penyakit:

1. *Arthropoda*

Arthropoda yang dibagi menjadi 4 kelas berikut.

- a. Kelas *crustacea* (berkaki 10), misalnya udang.
- b. Kelas *Myriapod*, misalnya binatang berkaki seribu.
- c. Kelas *Arachinodea* (berkaki 8), misalnya Tungau.
- d. Kelas *Hexapoda* (berkaki 6), misalnya nyamuk.

Kemudian dari kelas *Hexapoda* dibagi menjadi 12 ordo. Berikut ordo yang perlu diperhatikan pengendaliannya.

- a. Ordo *Dipthera* yaitu nyamuk dan lalat.
 - 1) Nyamuk *Anopheles* sebagai vektor malaria.

- 2) Nyamuk *Aedes* sebagai vektor penyakit demam berdarah.
 - 3) Lalat tse-tse sebagai vektor penyakit tidur.
- b. Ordo *Siphonaptera*, yaitu pinjal. Pinjal tikus sebagai vektor penyakit pes.
 - c. Ordo *Anophera*, yaitu kutu kepala. Kutu kepala sebagai vektor penyakit demam bolak-balik dan *typhus exantymaticus*. Selain vektor di atas, terdapat ordo dari kelas *Hexapoda* yang bertindak sebagai binatang pengganggu, antara lain:
 - 1) Ordo *hemiptera*, contohnya kutu busuk.
 - 2) Ordo *isoptera*, contohnya rayap.
 - 3) Ordo *orthoptera*, contohnya belalang.
 - 4) Ordo *coleoptera*, contohnya kecoa.

2. *Chordata*

Dari *phylum chordata* yaitu tikus yang dapat dikatakan sebagai binatang pengganggu, dapat dibagi menjadi 2 golongan. Yaitu: tikus besar dan tikus kecil (Febri dkk, 2020).

Konsep Dasar Pengendalian Vektor

Vektor merupakan arthropoda yang dapat menularkan, memindahkan atau menjadi sumber penularan penyakit pada manusia. Vektor adalah organisme yang tidak menyebabkan penyakit tapi menyebarkannya dengan membawa patogen dari satu inang ke yang lain. Penyakit tular vektor masih menjadi masalah Kesehatan masyarakat di Indonesia yang beriklim tropis, dimana Suhu dan kelembaban merupakan faktor utama dalam perkembangbiakan populasi vektor penyakit. Upaya pengendalian vektor merupakan salah satu cara dalam pengendalian penyakit berbasis vektor dengan cara

menekan populasi vektor pembawa penyakit. Pengendalian vektor adalah semua kegiatan atau tindakan yang ditujukan untuk menurunkan populasi vektor serendah mungkin sehingga keberadaannya tidak lagi beresiko untuk terjadinya penularan penyakit tular vektor di suatu wilayah atau menghindari kontak dengan vektor sehingga penularan penyakit tular vektor dapat dicapai dengan Pengendalian Vektor Terpadu (PVT) yang merupakan pendekatan yang menggunakan kombinasi beberapa metode pengendalian vektor yang dilakukan berdasarkan azas keamanan, rasionalitas dan efektifitas pelaksanaannya serta dengan mempertimbangkan kelestarian keberhasilannya.

Pengendalian kecoa dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain:

1. Sanitasi lingkungan

Pengendalian secara rekayasa pada hakekatnya ditujukan untuk mengurangi sarang insekta (*breeding places*) dengan melakukan pengelolaan lingkungan, yakni melakukan manipulasi dan modifikasi lingkungan. Manipulasi adalah tindakan sementara sehingga keadaan tidak menunjang kehidupan vektor. Pengendalian secara rekayasa pada hakekatnya ditujukan untuk mengurangi sarang insekta (*breeding places*) dengan melakukan pengelolaan lingkungan, yakni melakukan manipulasi dan modifikasi lingkungan. Manipulasi adalah tindakan sementara sehingga keadaan tidak menunjang kehidupan vektor.

Cara ini dapat dilakukan dengan memusnahkan makanan dan tempat tinggal kecoa antara lain, membersihkan remah-remah atau sisa-sisa makanan di lantai atau rak, segera mencuci peralatan makan setelah dipakai, membersihkan secara rutin tempat-tempat yang menjadi persembunyian kecoa seperti

tempat sampah, di bawah kulkas, kompor, furniture, dan tempat tersembunyi lainnya. Jalan masuk dan tempat hidup kecoa harus ditutup, dengan cara memperbaiki pipa yang bocor, membersihkan saluran air (drainase), bak cuci piring dan washtafel. Pemusnahan tempat hidup kecoa dapat dilakukan juga dengan membersihkan lemari pakaian atau tempat penyimpanan kain, tidak menggantung atau segera mencuci pakaian kotor dan kain lap kotor (Purnama, 2015).

Selain itu bahan Makanan harus disimpan dalam wadah tertutup rapat di lemari berkasa atau kulkas. Semua daerah harus tetap bersih sehingga tidak ada potongan makanan atau bahan organik. Sampah basah harus aman tertutup dan sering dikosongkan, sebaiknya setiap hari. Ruang bawah tanah dan daerah di bawah bangunan harus tetap kering dan bebas dari makanan diakses dan air.

Rekayasa sanitasi lingkungan merupakan salah satu upaya pengendalian kecoa yang mudah dilakukan dan tidak memiliki efek samping tertentu terhadap manusia dan lingkungan.

2. Pengurangan akses untuk masuk

Bahan makanan, laundry, pakaian kotor, rak telur dan furnitur harus diperiksa sebelum dibawa ke sebuah bangunan. Dalam beberapa kasus, aksesibilitas untuk bangunan dapat dikurangi dengan menutup kesenjangan di lantai dan kusen pintu. Bukaan untuk mengalirkan air dan pipa saluran pembuangan, air minum dan kabel listrik juga harus ditutup, sehingga akses kescoa untuk dapat masuk dan berkembang biak di dalam bangunan dapat dikendalikan.

3. Pemasangan umpan perangkap kecoa

Metode pengendalian dengan pemasangan umpan telah banyak digunakan selama bertahun-tahun dalam pengendalian kecoa dan masih digunakan dalam situasi dan kondisi tertentu, seperti rumah sakit, gedung perkantoran, dan fasilitas umum lainnya, terutama jika ditemukan tanda-tanda keberadaan kecoa dan jika terjadi resistensi terhadap beberapa insektisida yang digunakan. Banyak produk yang tersedia secara komersial bekerja pada prinsip menarik kecoa ke titik tertentu dan kemudian menjebak atau membunuh mereka di sana. Beberapa zat yang digunakan sebagai penarik berbagai makanan, feromon dan bahan kimia yang menarik lainnya. Elemen menjebak mungkin dapat berupa perangkap mekanis atau bahan lengket. Sebuah perangkap sederhana dapat dibangun dari toples kosong, petroleum jelly dan beberapa makanan: kecoa tertarik ke toples roti, atau makanan lainnya yang ditempatkan di bagian bawah, dan lapisan tipis petroleum jelly di bagian dalam perangkap mencegah serangga dari melarikan diri. Umpan beracun digunakan tanpa perangkat perangkap. Mereka terdiri dari campuran bahan makanan yang menarik dan insektisida. Beberapa jenis umpan yang tersedia secara komersial dijual dalam bentuk pelet atau pasta. Pelet biasanya dibagikan dalam wadah kecil atau tersebar di daerah-daerah tersembunyi. Pasta juga bisa diletakkan dalam wadah kecil. Di beberapa negara, umpan kering yang tersedia di perangkap disegel yang aman untuk digunakan. Beberapa bahan makanan yang dapat digunakan sebagai umpan yaitu selai kacang, makanan anjing dan maltosa.

4. Pengendalian secara kimiawi

Insektisida yang banyak digunakan untuk pengendalian kecoa antara lain: *Clordane*, *Dieldrin*, *Heptachlor*, *Lindane*, golongan *organophosphate majemuk*, *Diazinon*, *Dichlorvos*, *Malathion* dan *Runnel*. Penggunaan bahan kimia (insektisida) ini dilakukan apabila cara di atas telah dipraktekkan namun tidak berhasil. Disamping itu bisa juga diindikasikan bahwa pemakaian insektisida dapat dilakukan jika ketiga cara tersebut di atas (sanitasi, pencegahan, trapping) dilakukan dengan cara yang salah atau tidak pernah melakukan sama sekali. Celah-celah atau lobang – lobang dinding, lantai dan lain-lain merupakan tempat persembunyian yang baik. Lobang-lobang yang demikian hendaknya ditutup/ditiadakan atau diberi insektisida seperti Natrium Fluoride (beracun bagi manusia), serbuk *Pyrethrum* dan *Rotenone*, *Chlordane* 2,5 %, efeknya baik dan tahan lama sehingga kecoa akan keluar dari tempat-tempat persembunyiannya. Tempat-tempat tersebut kemudian diberi serbuk insektisida dan apabila infestasinya sudah sangat banyak maka pemberantasan yang paling efektif adalah dengan fumigasi.

Kecoa sulit dikendalikan dengan insektisida karena beberapa alasan, salah satunya adalah terjadinya resistensi terhadap senyawa yang umum digunakan. Selain itu, banyak insektisida yang resisten dan oleh karena itu dihindari. Kontrol kimia hanya memberikan bantuan sementara dan, sedapat mungkin, harus disertai dengan perbaikan sanitasi lingkungan dan rumah. Insektisida diterapkan untuk tempat beristirahat dan bersembunyi sebagai semprotan residu dan debu insektisida. Aplikasi ini efektif untuk periode mulai dari beberapa hari ke

bulan, tergantung pada insektisida dan substrat di mana ia disimpan. Insektisida juga dapat dikombinasikan dengan atraktan sebagai umpan beracun.

5. Pengendalian Non-Kimiawi

Metode pengendalian non kimiawi dapat dibedakan menjadi delapan jenis yaitu Sanitasi, intersepsi, eksklusi, pembersihan harborage, modifikasi habitat, trapping, pemantauan dan penghisapan. Lima metode yang pertama melibatkan perubahan kondisi lingkungan yang memberikan kontribusi terhadap infestasi hama. Trapping berperan penting untuk pemantauan yang dapat memberikan informasi mengenai keberadaan kecoa selama kita tidak berada di tempat tersebut. Sedangkan penghisapan dapat dengan cepat mengeliminasi kecoa yang biasa kita jumpai di rumah (Indrosancoyo, 2006).

Pengendalian Vektor Terpadu

Pengendalian Vektor Terpadu merupakan pendekatan Pengendalian Vektor menggunakan prinsip-prinsip dasar manajemen dan pertimbangan terhadap penularan dan pengendalian penyakit. Pengendalian Vektor Terpadu dirumuskan melalui proses pengambilan keputusan yang rasional agar sumber daya yang ada digunakan secara optimal dan kelestarian lingkungan terjaga. Pengendalian vektor harus berdasarkan data tentang bioekologi vektor setempat, dinamika penularan penyakit, ekosistem, dan perilaku masyarakat yang bersifat spesifik lokal (*evidence based*) Pengendalian vektor dilakukan dengan partisipasi aktif berbagai sektor dan program terkait, LSM:

1. Pengendalian vektor harus berdasarkan data tentang bioekologi vektor setempat, dinamika penularan penyakit, ekosistem, dan perilaku masyarakat yang bersifat spesifik lokal (*evidence based*).
2. Pengendalian vektor dilakukan dengan partisipasi aktif berbagai sektor dan program terkait, LSM, organisasi profesi, dunia usaha/swasta serta masyarakat.
3. Pengendalian vektor dilakukan dengan meningkatkan penggunaan metode nonkimia dan menggunakan pestisida secara rasional serta bijaksana.
4. Pengendalian vektor harus mempertimbangkan kaidah ekologi dan prinsip ekonomi yang berwawasan lingkungan dan berkelanjutan.

Faktor penting yang terkait dengan keberhasilan pengendalian vektor yaitu pengenalan terhadap vektor dan binatang pengganggu. Agar pengendalian vektor dan Binatang pengganggu terarah kepada sasaran yang tepat, maka terlebih dahulu harus mengenal jenisnya yang menimbulkan masalah di suatu wilayah. Caranya adalah dengan mengidentifikasi tanda tanda keberadaan vektor dan binatang pengganggu yang ditemukan di wilayah yang akan dikendalikan. Pemahaman bionomik vektor dan binatang pengganggu. Dalam ekologi, bionomik (Yunani: *bio* = *hidup*, *nomos* = *hukum*) adalah studi komprehensif organisme dan hubungannya dengan lingkungannya. Diterjemahkan dari kata Prancis *Bionomie* dan penggunaan pertama dalam bahasa Inggris pada 1885-1890. Pengetahuan tentang bionomik sangat penting dalam keberhasilan pengendalian vektor dan binatang pengganggu. Bila mengetahui bionomik vektor dan binatang pengganggu, maka pengendaliannya akan efektif dan efisien. Vektor dan binatang pengganggu sebagai

mahluk hidup mempunyai bermacam-macam kebiasaan hidup, antara lain:

1. Perkawinan atau berkembang biak, mencari makan dan lamanya hidup.
2. Mencari tempat berlindung dan bersarang.
3. Kegiatan diwaktu malam dan siang hari.
4. Pemilihan mangsa yang menjadi sasaran.
5. Di dalam rumah dan diluar (iklim, suhu, kelembaban, pencahayaan alami dan nonalami, dll).
6. Daya tahan terhadap pestisida.
7. Pemilihan metode pengendalian.
8. Pemilihan jenis pestisida yang akan digunakan jika direncanakan akan menggunakan pestisida.
9. Pemilihan peralatan aplikasi yang tepat.
10. Teknik aplikasi pestisida yang benar.
11. Keterampilan Tenaga Pelaksana (SDM).

Di dalam Permenkes Nomor 347 tahun 2010, disebutkan bahwa tujuan dari pengendalian vektor terpadu adalah: Terselenggaranya pengendalian vektor secara terpadu untuk mengurangi habitat perkembangbiakan vektor, menurunkan kepadatan vektor, menghambat proses penularan penyakit, mengurangi kontak manusia dengan vektor sehingga penularan penyakit tular vektor dapat dikendalikan secara lebih rasional, efektif dan efisien. Selain itu, kebijakan dari pengendalian vektor terpadu adalah:

1. Pengendalian vektor merupakan satu diantara komponen program penanggulangan penyakit tular vektor.

2. Metode yang digunakan dalam pengendalian vektor lebih mengutamakan pertimbangan keamanan, rasionalitas, efektifitas serta berkesinambungan.
3. Pestisida yang digunakan dalam pengendalian vektor harus mendapat izin Menteri pertanian atas saran dan atau pertimbangan komisi pestisida (KOMPES) dan memperhatikan petunjuk teknis WHO.
4. Peralatan yang digunakan dalam pengendalian vektor harus memenuhi standar (SNI) atau rekomendasi WHO.
5. Pengendalian vektor terpadu harus dilakukan oleh tenaga terlatih.

Penyelenggaraan Pengendalian Vektor Terpadu dapat menggunakan kombinasi beberapa metode pengendalian vektor yang efektif dan efisien yang berbasis bukti (*evidence based*) dan dilaksanakan secara terpadu, lintas program, lintas sektor, serta bersama masyarakat Langkah-langkah Pengendalian Vektor Terpadu:

1. Menentukan sasaran area/lokasi kegiatan pengumpulan data vektor berdasarkan pemetaan dan stratifikasi wilayah endemis yang dibuat oleh program penanggulangan penyakit.
2. Melakukan Survei Dinamika Penularan (SDP) untuk mengidentifikasi metode pengendalian vektor dengan mempertimbangkan **REESAA** (rasional, efektif, efisien, *sustainable*, *acceptable*, *affordable*) berdasarkan data dan informasi epidemiologi, entomologi dan perilaku masyarakat.
3. Menentukan kombinasi metode pengendalian vektor yang efektif dan sasaran yang jelas (tepat waktu dan lokasi) berdasarkan hasil Survei Dinamika Penularan, dengan mempertimbangkan tersedianya sumber daya

yang ada, serta hasil penelitian yang inovatif yang tepat guna.

4. Mengidentifikasi mitra dan perannya dalam upaya pengendalian vektor.
5. Melakukan advokasi dan sosialisasi untuk mendapatkan komitmen dari pihak-pihak terkait dan masyarakat yang terlibat.
6. Menyusun rencana kegiatan Pengendalian Vektor Terpadu oleh masing-masing sektor terkait sesuai dengan peran dan fungsinya dalam koordinasi pemerintah daerah.
7. Mengimplementasikan Pengendalian Vektor Terpadu sesuai dengan rencana masing masing sektor terkait.
8. Melakukan pemberdayaan masyarakat secara berkelanjutan.
9. Melakukan monitoring dan evaluasi secara berkala untuk penyempurnaan program dan memberikan masukan bagi penelitian dan pengembangan selanjutnya.

Pembinaan dan pengawasan penyelenggaraan pengendalian vektor dilakukan oleh Kementerian Kesehatan Kesehatan, Dinas Kesehatan Provinsi, Kabupaten/kota atau instansi lainnya yang terkait dengan Pengendalian Vektor Terpadu. selain itu juga dapat dilakukan oleh instansi terkait yang ditugasi oleh Pemerintah pusat hingga Pemerintah daerah secara berjenjang dengan melibatkan instansi, organisasi profesi, dan asosiasi terkait secara berkala sekurang-kurangnya setahun sekali. Sasaran pembinaan dan pengawasan adalah unit pelaksana pengendalian vektor di wilayah yang memiliki potensi penularan penyakit tular vektor seperti Fasilitas Kesehatan, Tempat-tempat umum, Kawasan industri seperti pertambangan, pariwisata, dan

lain-lain, Tempat permukiman, Tempat perkebangbiakan alamiah (*Breeding Place*) Pengawasan mutu penyelenggaraan pengendalian vektor menggunakan standar baku sesuai dengan ketentuan dalam Permenkes yang berlaku (Rahma, 2020).

Daftar Pustaka

- Gusni, Rahma, (2020), Buku Ajar Pengendalian Vektor, Ahli Media Press, Kota Malang-Jawa Timur.
- Hadi, Upik Kesumawati, (2006), Hama Pemukiman Indonesia, Pengenalan biologi dan pengendalian, Unit kajian pengendalian hama pemukiman fakultas kedokteran hewan-IPB, Bogor.
- Handiny, Febri (2020), Buku Ajar Pengendalian Vektor, Ahlimedia Press-Malang, Jawa Timur.
- Ishak Hasanuddin, (2018), Pengendalian Vektor, Masagena Press, Makassar-Sulawesi Selatan.
- Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 347 Tahun 2010 Tentang Pengendalian Vektor, Jakarta-Indonesia.
- Purnama, Sang Gede, (2015), Buku ajar pengendalian vektor Fakultas Kedokteran Universitas Udayana, Bali.
- Sigit, Singgih Harsoyo, (2006), Hama Pemukiman Indonesia, Pengenalan biologi dan pengendalian, Unit kajian pengendalian hama pemukiman fakultas kedokteran hewan-IPB, Bogor.
- Sucipto, Cecep Dani, (2011), Vektor Penyakit Tropis, Gosyen Publishing-Yogyakarta.
- Wahyuni, Denai (2017), Entomologi dan pengendalian vektor, Deppublish publishing-Sleman, Yogyakarta.
- Wirawan, Indrosancoyo Adi, (2006), Hama Pemukiman Indonesia, Pengendalian Non-Kimiawi, Unit kajian pengendalian hama pemukiman fakultas kedokteran hewan-IPB, Bogor.

Profil Penulis



Trivano Yonathan Lenakoly, SKM

Penulis dilahirkan di Kota Surabaya Provinsi Jawa Timur pada Tanggal 8 November 1990. Merupakan anak ke-tiga dari pasangan I.M.L Lenakoly (Alm) dan Ibu Hafidah (Almh) Penulis menyelesaikan program Diploma III di Poltekkes Kemenkes Surabaya Jurusan Kesehatan Lingkungan Surabaya lulus tahun 2012 dan menyelesaikan program S1 Peminatan Entomologi Kesehatan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro Semarang lulus Tahun 2020. Penulis pernah bekerja sebagai Sanitarian di National Hospital Surabaya dan saat ini penulis bekerja di Kementerian Kesehatan sebagai Entomolog Ahli Pertama di Balai Teknik Kesehatan Lingkungan Pengendalian Penyakit Kelas II Ambon. Penulis juga aktif dalam kegiatan ilmiah dan organisasi keprofesian yaitu Perkumpulan Entomologi Kesehatan Indonesia (PEKI). Sehari-harinya bekerja sebagai Entomolog Kesehatan Ahli Pertama pada BTKLPP Kelas II Ambon. Selain itu penulis juga aktif dalam menulis jurnal nasional serta aktif melakukan pendampingan penelitian mahasiswa terkait vektor dan Binatang pembawa penyakit dan *book chapter*.

Email Penulis: trivano13@gmail.com

PENGENDALIAN VEKTOR PINJAL DAN KUTU

Sitti Washliyah, SKM., M.Si.
Poltekkes Kemenkes Ternate

Pendahuluan

Terdapat banyak kutu atau insekta yang hidupnya sangat bergantung pada hewan mamalia atau manusia bahkan menempel pada tubuh manusia. Kutu tersebut adalah kutu busuk, kutu badan dan pinjal. Pinjal merupakan serangga yang tercatat pernah menjadi vektor penyakit *plaque* yang mewabah dan memakan jutaan korban. Selain membawa penyakit, serangga lain menjadi parasit yang mengakibatkan gatal-gatal atau ketidaknyamanan pada manusia. Untuk dapat menghindari keberadaan mereka, maka perlu dilakukan identifikasi biologi dan sifat sifatnya guna dilakukan pengendalian. (Mitoriana, 2019).

Kutu merupakan ancaman bagi manusia, hewan peliharaan, dan ternak, bukan hanya kebiasaan menghisap darah atau mengunyah, tapi juga kemampuan menularkan patogen. Sepanjang sejarah manusia, kutu menjadi momok utama dan kutu telah memainkan peran penting dalam membentuk peradaban manusia melalui perannya sebagai vektor penyakit.

Pinjal merupakan serangga ektoparasit yang hidup diluar tubuh inangnya. Inang pinjal antara lain tikus, kucing, anjing, kelinci dan kelelawar. Pinjal mempunyai peranan penting dalam penularan penyakit, karena sebagai vektor berbagai penyakit pada hewan (zoonosis) maupun manusia. Sebagai ektoparasit pinjal sering memberikan gangguan karena gigitannya dapat menyebabkan iritasi kulit.

Taksonomi

Pinjal merupakan salah satu parasit yang paling sering ditemui pada hewan kesayangan baik anjing maupun kucing. Meskipun ukurannya yang kecil dan kadang tidak disadari pemilik hewan karena tidak menyebabkan gangguan Kesehatan hewan yang serius, namun perlu diperhatikan bahwa dalam jumlah besar dapat mengakibatkan kerusakan kulit yang parah bahkan menjadi vektor pembawa penyakit tertentu.

1. Pinjal Kucing

Klasifikasi pinjal kucing

Kingdom : *Animalia*

Sub kingdom : *Invertebrata*

Filum : *Arthropoda*

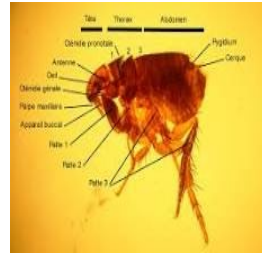
Kelas : *Insecta*

Ordo : *Siphanoptera*

Familia : *Pulicidae*

Genus : *Ctenicephalus*

Spesies : *Ctenicephalus felis*



Ctenicephalus felis jantan *Ctenicephalus felis betina*

Gambar 11.1. Pinjal Kucing
Sumber gambar: Wikipedia

2. Pinjal Anjing

Klasifikasi pinjal anjing

- Kingdom : *Animalia*
 Sub kingdom : *Invertebrata*
 Filum : *Arthropoda*
 Kelas : *Insecta*
 Ordo : *Siphanoptera*
 Familia : *Pulicidae*
 Genus : *Ctenicephalus*
 Spesies : *Ctenicephalus canis*

3. Pinjal Tikus

Klasifikasi pinjal tikus

- Kingdom : *Animalia*
 Sub kingdom : *Invertebrata*
 Filum : *Arthropoda*
 Kelas : *Insecta*
 Ordo : *Siphanoptera*
 Familia : *Pulicidae*

Genus : *Xenopsylla*

Spesies : *Xenopsylla cheopis*



Gambar 11.2 Pinjal Tikus
Sumber gambar: Wikipedia

Morfologi

Pinjal berukuran kecil dengan Panjang 1,5-3,3 mm dan bergerak cepat. Biasanya berwarna gelap (misalnya cokelat kemerahan untuk kutu kucing). Pinjal merupakan serangga bersayap dengan bagian-bagian mulut seperti tabung yang digunakan untuk menghisap darah host. Kaki pinjal berukuran panjang, sepasang kaki belakangnya digunakan untuk melompat (secara vertical sampai 7 inch (18 cm); horizontal 13 inch (33 cm). Pinjal merupakan kutu pelompat terbaik diantara kelompoknya. Tubuh pinjal bersifat lateral dikompresi yang memudahkan mereka untuk bergerak diantara rambut-rambut atau bulu di tubuh inang. Kulit tubuhnya keras, ditutupi oleh banyak bulu dan duri ini memudahkan pergerakan mereka pada hostnya.

Ekologi Pinjal

Kehidupan pinjal dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah:

1. Suhu dan Kelembaban

Perkembangan setiap jenis pinjal mempunyai variasi musiman yang berbeda-beda. Udara yang kering mempunyai pengaruh yang tidak menguntungkan bagi kelangsungan hidup pinjal. Suhu dalam sarang tikus lebih tinggi selama musim dingin dan lebih rendah selama musim panas daripada suhu luar.

2. Cahaya

Beberapa jenis pinjal menghindari cahaya (fototaksis negatif). Pinjal jenis ini biasanya tidak mempunyai mata. Pada sarang tikus yang kedalamannya dangkal, populasi tidak akan ditemukan karena sinar matahari mampu menembus sampai dasar liang. Sedangkan pada sarang tikus yang kedalamannya lebih dalam dan mempunyai jalan yang berkelok, sinar matahari tidak dapat menembus sampai ke dasar liang. Sehingga pada sarang tikus ini banyak ditemukan pinjal.

3. Parasit

Bakteri *Yersinia Pestis* di dalam tubuh pinjal merupakan parasit pinjal yang mempengaruhi umur pinjal. Pinjal yang mengandung bakteri pes pada suhu 10-15 °C hanya bertahan hidup selama 50 hari, sedangkan pada suhu 27 °C bertahan hidup selama 23 hari. Pada kondisi normal, bakteri pes akan berkembang cepat, kemudian akan menyumbat alat mulut pinjal, sehingga pinjal tidak bisa menghisap darah dan akhirnya mati.

4. Predator

Predator pinjal alami merupakan faktor penting dalam menekan populasi pinjal di sarang tikus. Beberapa predator seperti semut dan kumbang kecil telah diketahui memakan pinjal pradewasa dan pinjal dewasa.

Penyakit yang Ditularkan Pinjal

Pinjal dapat mengganggu manusia dan hewan baik secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung berupa reaksi kegatalan pada kulit dan bentuk bentuk kelainan kulit lainnya. Infestasi pinjal merupakan penyebab kelainan kulit atau dermatitis yang khas. Reaksi ini merupakan reaksi *hipersensitifitas* kulit terhadap komponen antigenik yang terdapat pada saliva pinjal.

Manusia sebagai inang asidental dapat menjadi sasaran gigitan pinjal. Dari beberapa kasus yang pernah ditemui gigitan pinjal ke manusia terjadi akibat manusia menempati rumah yang telah kosong tidak terawat dan menjadi sarang kucing atau tempat kucing/anjing beranak. Selain gangguan langsung, pinjal juga berperan di dalam proses penularan beberapa penyakit yang berbahaya bagi manusia dan hewan, contohnya adalah penyakit klasik *Bubonic plaque* atau pes yang disebabkan oleh *Pasteurella pestis* ditularkan oleh pinjal *Xenopsylla cheopis*. Jenis - jenis pinjal yang lain secara eksperimental dapat menularkan penyakit tetapi dianggap bukan vektor alami.

Survei dan Pengendalian Pinjal

Keberadaan pinjal khususnya spesies *Xenopsylla cheopis* sangat bergantung pada keberadaan tikus karena mereka tinggal ditubuh tikus, sehingga survey kepadatan pinjal membutuhkan jumlah tikus yang diperiksa. Spesies pinjal lain yang sering ditemukan adalah *Ctenocephalides felis* (pinjal kucing), *Ctenocephalides canis* (pinjal anjing), *Pulex irritans* (pinjal manusia) dan *Echidnophaga gallinacean* (pinjal melekat erat).

Tabel 11.1 Nilai baku mutu pinjal pada tikus menurut PERMENKES no 50 tahun 2017

No	Vektor	Parameter	Satuan Ukur	Nilai Baku Mutu
1	Pinjal	Indeks Pinjal Khusus	Jumlah Pinjal <i>Xenopsylla cheopis</i> dibagi dengan jumlah tikus yang diperiksa	<1
		Indeks Pinjal Umum	Jumlah pinjal yang tertangkap dibagi dengan jumlah tikus yang diperiksa	<2

Pengendalian Pinjal

Pengendalian pinjal sangat bergantung pada spesies pinjal tersebut. Pinjal pada peliharaan kucing dan anjing seperti *Ctenocephalides felis* dapat diberikan obat minum atau oles pada hewan yang mengandung *fipronil imidacloprid*, *lufenuron*, dan *selamectin* dengan resep dokter. Menjaga kebersihan kandang dan hewan peliharaan. Kucing atau anjing peliharaan sebaiknya dimandikan secara teratur dan dijaga kebersihannya. Rumah juga perlu dijaga sanitasinya serta hindari menumpuk barang yang dapat menjadi sarang tikus. Pengendalian pinjal tikus sangat bergantung pada pengendalian tikus karena kehidupan pinjal sebagian besar bergantung pada pengendalian tikus. Keberadaan pinjal disekitar lantai rumah dan karpet dapat dibersihkan menggunakan vacuum cleaner kemudian membersihkan kantong debu tersebut dengan mencelupkan ke dalam air panas. Pengendalian dengan mengaplikasikan insektisida juga efektif guna menekan vektor pinjal (CDC, 2015).

Kutu

Dalam arti sempit, kutu adalah serangga yang tidak bersayap dan berukuran kecil, yang dalam bahasa Inggris mencakup *flea* (kutu yang melompat, ordo *Siphonoptera*) dan *louse* (kutu yang lebih suka merayap, kebanyakan ordo *Phthiraptera* yang semuanya adalah parasit). Dalam Bahasa Indonesia keduanya tidak dibedakan, malah mencakup juga sebagian dari kerabat wereng (ordo *Hemiptera*) dan beberapa anggota ordo *Coleoptera*. Para ahli biologiawan berusaha mendayagunakan kata tuma bagi kelompok *Phthiraptera*, walaupun menyadari terdapat kesulitan dalam penerapannya.

Kutu Kepala (*Pediculus Humanus Capitis*)

Kutu kepala adalah sejenis parasit penghisap darah yang biasanya hidup di bagian kepala. Kutu betina mampu bertelur enam biji sehari. Telur ini selalu melekat dengan kuat pada rambut. Telur-telur ini akan menetas kurang lebih setelah 8 hari. Penyebaran kutu kepala dengan cepat melalui sentuhan secara terus menerus dengan rambut yang memiliki kutu, bisa juga melalui sisir, topi dan bantal.

Tanda-tanda keberadaan kutu pada kepala adalah gatal yang hebat pada permukaan kepala. Ini disebabkan oleh bahan yang ada didalam air liur kutu kepala, tanda-tanda merah pada permukaan kepala, leher dan belakang telinga, terdapatnya telur-telur kutu yang kecil. Ciri telur kutu adalah bersinar dan berwarna putih, tidak mudah dilepas karena melekat pada batang rambut.



Gambar 11.3 Kutu Kepala
Sumber gambar: Wikipedia

Pediculosis adalah penyakit/gangguan pada rambut kepala yang disebabkan oleh infeksi kutu rambut, yang disebut *Pediculus humanus capitis* (*Ph. Capitis*). Kutu rambut merupakan ektoparasit bagi manusia. Tempat yang disukai adalah rambut bagian belakang kepala, yang paling sering menggigit pada bagian belakang kepala dan kukuk. Gigitannya akan menyebabkan iritasi pada kulit yang disebabkan oleh air liur yang dikeluarkan pada waktu menghisap darah penderita.

Morfologi Kutu Kepala

Kutu rambut dewasa berbentuk pipih dan memanjang, berwarna putih abu-abu, kepala ovoid bersudut, abdomen terdiri dari 9 ruas, thorax dari khitir seomennya bersatu. Pada kepala tampak sepasang mata sederhana disebelah lateral, sepasang antenna pendek yang terdiri atas 5 ruas dan proboscis alat penusuk yang dapat memanjang. Tiap ruas thorax yang telah bersatu mempunyai sepasang kaki kuat yang terdiri dari 5 ruas dan berakhir sebagai satu sapit menyerupai kait yang berhadapan dengan tonjolan tibia yang berpegangan erat pada rambut.

Klasifikasi Kutu Kepala

Kingdom	: <i>Animalia</i>
Phyllum	: <i>Arthropoda</i>
Kelas	: <i>Insecta</i>
Ordo	: <i>Phthiraptera</i>
Sub ordo	: <i>Anoplura</i>
Famili	: <i>Pediculidae</i>
Genus	: <i>Pediculus</i>
Spesies	: <i>Pediculus Humanus capitis</i>

Epidemiologi

Kutu kepala merupakan parasit manusia dan tersebar diseluruh dunia. Tempat-tempat yang disukainya adalah rambut pada bagian belakang kepala. Kutu rambut kepala dapat bergerak dengan cepat dan mudah berpindah dari satu hospes ke hospes yang lain. Kutu rambut ini dapat bertahan 10 hari pada suhu 5 °C tanpa makan, dapat menghisap darah untuk waktu yang lama, mati pada suhu 40 °C, suhu 60 °C memusnahkan telur dalam waktu 15-30 menit. Kutu rambut kepala mudah ditularkan melalui kontak langsung atau dengan perantara barang-barang yang dipakai Bersama, misalnya sisir, sikat rambut, topi, dan lain-lain.

Pada infeksi berat, helaian rambut akan melekat satu dengan yang lainnya dan mengeras, dapat ditemukan banyak kutu rambut dewasa, telur dan eksudat nanah yang berasal dari gigitan yang meradang. Infeksi mudah terjadi dengan kontak langsung, pencegahan dilakukan dengan menjaga kebersihan kepala.

Gejala Klinik

1. Sering gatal. Reaksi alergi dari cairan yang disuntikkan oleh kutu pada saat menghisap darah dapat menghasilkan benjolan merah yang gatal pada kulit kepala, leher dan Pundak.
2. Kutu dewasa di atas kulit kepala. Titik yang paling umum terdapat kutu dewasa tersembunyi dibelakang telinga dan sepanjang belakang leher. Kutu sangat kecil seukuran benih buah stroberi, berukuran 1/8 inch (3 milimeter).
3. Telur kutu pada batang rambut. Telur kutu sering dikira ketombe karena mirip seperti ketombe, telur kutu mudah untuk dibersihkan.

Kutu Kelamin (*Phthirus Pubis*)

Adalah serangga parasit penghisap darah yang hidup di kulit sekitar kelamin manusia. Manusia adalah satu satunya host dari parasit ini. Gejala utamanya gatal, biasanya di daerah jembut, yang merupakan hasil dari sentuhan liur kutu dengan kulit manusia, dan rasa gatal menjadi semakin kuat pada dua minggu atau lebih. Kutu pubis menyebar melalui keringat saat kontak tubuh atau sexual. Oleh karena itu harus dievaluasi dan diobati siapa pasangan seks pasien dalam waktu 30 hari sebelumnya, dan kontak seksual harus dihindari sampai perawatan berakhir dengan kesembuhan.

Gigitan kutu dapat menimbulkan luka pada kulit yang menjadi jalan masuk bagi organisme lainnya sehingga terdapat hubungan yang kuat antara keberadaan kutu pubis dengan IMS (Infeksi Menular Seksual). Untuk mengatasi hal ini, pasien harus mau diperiksa untuk memastikan apakah terjangkit jenis IMS lainnya. Walaupun salah satu bagian tubuh menjadi koloni kutu ini, kutu tetap lebih menyukai daerah kemaluan dan anal.

Penularan dari orang tua kepada anak lebih mungkin terjadi melalui rute pemakaian handuk, pakaian, tempat tidur, atau closet yang sama secara bergantian. Orang dewasa lebih sering terkena daripada anak-anak. Kutu pubis biasanya di diagnose seksama dengan memeriksa di rambut kemaluan apakah terdapat kutu pubis dalam bentuk telur, anak dan kutu dewasa.

Morfologi Kutu Kelamin

Phthiriasis (Pediculosis pubis) adalah gangguan daerah pubis yang disebabkan oleh infestasi tuma *phthirus pubis*. *Phthirus pubis* bentuknya pipih dorsoventral, bulat menyerupai ketam/kepiting dengan kuku pada ketiga pasang kakinya. Stadium dewasa berukuran 1,5-2 mm dan berwarna abu-abu, karena bentuk menyerupai ketam, *Phthirus pubis* disebut juga “*crab louse*”.

Phthirus pubis hidup pada rambut dan kemaluan, dapat juga ditemukan pada rambut ketiak, jenggot, kumis, alis dan bulu mata. Tuma memasukkan bagian mulutnya kedalam kulit untuk jangka waktu beberapa hari sambil menghisap darah. Waktu yang diperlukan untuk pertumbuhan telur menjadi tuma dewasa lebih kurang 3-4 minggu.

1. Telur

Telur *Phthirus pubis* berwarna putih kekuningan, memiliki panjang sekitar 1 mm dan melekat kuat pada rambut atau pakaian. Beberapa telur dapat melekat pada sehelai rambut. Betina meletakkan sekitar tiga telur per hari. Penetasan terjadi dalam 6-8 hari dan pertumbuhan membutuhkan waktu 13-17 hari pada suhu kulit normal.

2. Nimfa

Nimfa menyerupai dewasa, tetapi lebih kecil. Tahap ketiga pada nimfa Jantan memiliki panjang 1,3-1,4

mm dan biasanya dengan dua tuberkel lateral. Tahap ketiga nimfa betina memiliki Panjang 1,0-1,5 mm Panjang dan biasanya dengan empat tuberkel lateral.

3. Dewasa

Phthirus pubis berbentuk pipih dorsoventral, bilateral simetris, tidak bersayap. Bentuk mulut tipe menusuk dan menghisap. Mempunyai spirakel di bagian dorso ventral. Ada yang *berpleural plate* ada yang tidak. Metamorfosis tidak lengkap, terjadi perubahan dari telur, nimfa akhirnya menjadi dewasa.

Kepala *Phthirus pubis* terdapat *clupeus*, *frons*, letaknya antara antena dan mata, sepasang mata faset (jelas terlihat), sepasang antena yang bersegmen empat buah dan haustellum, terdapat *labrum*, *epifaring* dan *prestomal teeth*. Thorax pada *Phthirus* 1 pasang spirakel dan 3 pasang kaki kuat dengan claw (cengkram). Segmen thorax tidak terlihat jelas pada *Phthirus*, terdiri atas prothorax, mesothorax, dan methathorax. Kaki terdiri atas coxa, trochanter, femur, tibia, tumb, tarsus, tarsal claw (kuku). Abdomen *Phthirus* pada tiap segmen terdapat pleural plate, di bagian dorso lateral terdapat abdominal spirakel dan tranverse band. Segmen abdominal ada 9 buah. Pada hewan jantan segmen terakhir ada adeagus dan bentuknya asimetris, sedangkan pada betina terdapat gonopodia, simetris. Segmen ke 3-5 bersatu dan pada segmen tersebut terdapat 3 pasang spirakel yang bersatu dalam satu segmen. Pada segmen ke 6-8 hanya terdapat 1 pasang spirakel saja pada tiap segmen. Pada segmen ke 1 dan 2 menghilang. Segmen ke 9 yaitu alat kelamin (Lyn Guenther, 2014).

Klasifikasi kutu kelamin:

Kingdom : *Animalia*
Philum : *Athropoda*
Class : *Insecta*
Ordo : *Phthiraptera*
Subordo : *Anoplura*
Family : *Pthiridae*
Genus : *Pthirus*
Species : *p. pubis*

Epidemiologi

Angka prevalensi dan kejadian pubis pediculosis sebagian besar menemukan kejadian sekitar 33 kasus pubis pediculosis tahunan per 100.000 orang, dengan dua kali lebih banyak laki-laki sebagai perempuan memiliki infestasi kutu kemaluan. Seperti dengan PMS lain, pubis pediculosis paling sering terjadi pada dewasa muda. Di Inggris, insidensi tahunan adalah 74 kasus per 100.000 orang dalam 15-24 tahun.

Gejala Klinis

Pediculosis kapitis akan memberikan gejala klinis gatal. Kutu gejala lainnya infeksi kelamin adalah sebagai berikut:

1. Gatal dan terbakar didaerah kemaluan
2. Gatal dapat menyebar karena kutu kelamin bergerak kedaerah basah lain dari tubuh seperti ketiak
3. Gatal akan memburuk pada malam hari
4. Menggaruk intens dan lama dapat mengakibatkan kulit terluka dan dapat menjadi terinfeksi oleh bakteri

5. Demam, terbakar Ketika buang air kecil atau keluarnya cairan kelamin
6. Kutu pubis menyebar melalui keringat saat kontak tubuh atau seksual. Oleh karena itu, siapa pasangan seks si pasien dalam 30 hari sebelumnya harus dievaluasi dan diobati, dan kontak seksual harus dihindari sampai perawatan berakhir dengan kesembuhan.
7. Gigitan kutu dapat menimbulkan luka pada kulit yang menjadi jalan masuk bagi organisme lainnya sehingga terdapat hubungan yang kuat antara keberadaan kutu pubis dengan IMS.
8. Walaupun salah satu bagian tubuh menjadi koloni kutu ini, mereka tetap lebih menyukai daerah rambut kemaluan dan anal. Pada pasien laki-laki, kutu dan telur juga dapat ditemukan pada rambut daerah perut, kumis dan janggut. Sementara pada anak-anak biasanya ditemukan di bulu mata (Stone, 2012).

Pengendalian dan Pencegahan

1. Untuk mencegah reinfestation, semua anggota rumah tangga dan kontak pasien harus diperiksa dan diobati pada saat yang sama jika perlu. Mencuci bedlinens dan pakaian lain pada waktu yang sama seperti perawatan dengan obat. Mencuci sisir, sikat, dan fomites lain mengurangi reinfestation.
2. Jangan biarkan anak untuk bertukar atau menggunakan topi anak lain, sisir, atau sikat. Menghindari penggunaan headwear umum seperti yang tersedia di daerah dress up dari berbagai ruang bermain atau perpustakaan umum.
3. Setelah infestasi telah diidentifikasi dan diobati, kewaspadaan yang berkelanjutan dengan dekat, visualisasi langsung dari rambut dan kulit kepala

secara berkala sangat dianjurkan. Sensivitas dapat di tingkatkan dengan menggunakan sisir kutu spesifik (Obi, 2015).

4. Pemberantasan kutu dahulu dilakukan dengan pemberian insektisida DDT 10% bentuk bubuk atau dengan cara mencukur rambut yang digunakan sebagai tempat hidupnya. Kini digunakan insektisida yang lebih aman misalnya dengan gammexan.
5. Pemberantasan lingkungan; perawatan dari lingkungan pasien (tindakan pengendalian) adalah penting. Reinfestation terjadi jika masalah tersebut tidak ditangani secara cepat dan tepat.
6. Setiap objek baik anak maupun orang tua yang pernah kontak harus dianggap sebagai fomite potensial.
7. Handuk, sarung bantal, seprei, topi, mainan dapat di rendam dalam air panas, di ikuti dengan pengeringan mesin menggunakan siklus terpanas. Suhu melebihi 131 °F (55 °C) selama lebih dari 5 menit membunuh telur, nimfa, dan kutu dewasa. Hal yang tidak bisa di cuci dengan mesin bisa ditempatkan dalam mesin pengering pada panas tinggi selama 30 menit.
8. *Dry cleaning* mungkin menjadi alternatif yang efektif, karena kutu dewasa tidak dapat bertahan lama jika dipisahkan dari host dan karena telur menetas dalam 6-10 hari akan mati tanpa makan darah.

Kutu Badan (*Pediculus Humanus Corporis*)

Kutu badan atau sering di kenal dengan kutu busuk (karena baunya yang busuk), secara biologis berbeda dengan kutu kepala. Kutu badan bertelur dipakaian atau tempat tidur, melekatnya telur dengan erat pada serat-serat kain. Kutu badan dewasa berdiam pada pakaian dan sela-sela tempat seperti Kasur, kursi, bantal dan lainnya.

Berpindah kepada inangnya (manusia) hanya saat memerlukan makanan. Kutu badan dapat hilang dan mati apabila tempat berdiam diri tidak digunakan selama beberapa hari.

Morfologi

Kutu busuk dewasa umumnya memiliki Panjang 6-7 mm, berbentuk oval lebar, pipih, cokelat hingga kemerahan-cokelat, dengan tiga segmen pada bagian paruh, antena terdiri dari empat segmen, dan sayap vestigial. Berbentuk pipih dorsoventral seperti lipas dan tertutupi rambut pendek berwarna keemasan. Kutu busuk menunjukkan bau yang khas, apek dan sedikit manis. Pada kutu busuk Jantan, ujung abdomen meruncing sedangkan betina memiliki ujung abdomen yang lebih membulat. Siklus hidup dari telur hingga dewasa membutuhkan waktu 4-5 minggu dibawah kondisi yang menunjang. Mengalami 5 instar nimfa, masing-masing instar membutuhkan minimal 1 kali makan darah untuk dapat berkembang ke instar selanjutnya hingga mencapai dewasa. Bersifat nocturnal atau aktif pada malam hari namun dapat mencari makan pada siang hari bila kelaparan. Kutu busuk menempelkan telur yang berwarna keputihan pada serat permukaan yang dapat mencapai 200-500 telur sepanjang hidup.

Klasifikasi kutu busuk:

Kingdom : *animalia*
Phylum : *atrthropoda*
Class : *insecta*
Ordo : *hemiptera*
Family : *cimicidae*
Sub family : *cimicinae*
Genus : *cimex*

Spesies : *cimex lectularis*

Pengendalian Kutu Busuk

Pencegahan untuk kutu busuk adalah memastikan bahwa barang-barang yang masuk tidak terdapat kutu busuk. Apabila sofa, jaket, Kasur lembab atau basah sebaiknya segera dikeringkan. Menjaga kebersihan dan kerapian rumah secara teratur. Infeksi yang diakibatkan kutu busuk dapat diatasi dengan menggunakan antiseptik dan antihistamin oleh penderita gigitan akibat kutu busuk. Keberadaan kutu busuk dapat diatasi dengan pestisida. Jasa laundry atau jasa cuci kasur dengan air panas dan pengeringan dengan panas tinggi dapat digunakan untuk membasmi kutu busuk. Untuk meyakinkan kutu busuk telah pergi harus dilakukan pengecekan 2 minggu kemudian. Kutu busuk sensitif terhadap panas sehingga Kasur dibungkus dengan plastik ketat dan dipanaskan dibawah sinar matahari selama beberapa hari kemungkinan dapat membunuh kutu busuk dewasa dan telurnya. Hal yang perlu diingat bahwa telur kutu busuk jauh lebih tahan panas, sehingga justru dapat mempercepat penetesan telur kutu busuk dan menginvasi kembali. Jika invasi kutu busuk terlalu sulit dibersihkan, dapat mempertimbangkan untuk membuang barang yang mengandung kutu busuk tersebut, namun barang-barang lain yang di invasi kutu busuk juga harus diperhatikan agar tidak menginvasi kasur kembali.

Daftar Pustaka

- Mitoriana Porusia, Sri Darnoto (2019). Pengendalian Vektor Penyakit. Penerbit Muhammadiyah University Press. Universitas Muhammadiyah Surakarta. ISBN:978-602-361-244-4.
- Denai Wahyuni, Makomulamin, Nila Puspita Sari (2017). Entomologi dan Pengendalian Vektor. Penerbit Deepublish Grup Penerbitan CV Budi Utama. ISBN:978-602-453-541-4.
- Obi Andareto, 2015. Penyakit Menular Di Sekitar Anda, Jakarta: Pustaka Ilmu Semesta.
- Stone SP, Jonathan N Goldfarb, Rocky E. Bacelieri Scabies, Other Mites and Pediculosis, In: Feedburg IM, eds. Fitzpatrick's Dermatology in General Medicine. Vol. 2 seventh edition. USA: The McGraw-Hill;2008,p 2029-37.
- Lyn Guenther, et al. 2014. Early onset of action and efficacy of a combination of calcipotriene and bethamethasone dipropionate in the treatment of psoriasis. Number 1. Vol.48.
- Jhons F.S. Destika S. 2017. Dampak Infestasi Pedikulosis Kapitis Terhadap Anak Usia Sekolah. No.1 Vol.6 Hal. 24-29.
- Rosdiana Safar, 2021. Penuntun Parasitologi Kedokteran, Penerbit Yrama Widya.

Profil Penulis



Sitti Washliyah, SKM., M.Si.

Penulis di lahirkan di Ternate, Provinsi Maluku Utara pada tanggal 26 November 1980. Ketertarikan penulis terhadap ilmu kesehatan di mulai pada tahun 1995 silam. Hal tersebut membuat penulis memilih untuk masuk ke Sekolah Perawat Kesehatan Ternate dan berhasil lulus pada tahun 1998. Penulis kemudian melanjutkan Pendidikan ke Perguruan Tinggi dan berhasil menyelesaikan studi S1 di Prodi Kesehatan Masyarakat Peminatan Epidemiologi Universitas Muhammadiyah Maluku Utara tahun 2008. Di tahun 2019 penulis menyelesaikan studi S2 di Prodi Entomologi Kesehatan Program Pasca Sarjana Universitas Sam Ratulangi Manado.

Penulis memiliki kepakaran dibidang vektor dan Binatang pengganggu. Dan untuk mewujudkan karir sebagai dosen profesional, penulis pun aktif sebagai peneliti di bidang kepakaran tersebut. Beberapa penelitian yang telah dilakukan didanai oleh internal perguruan tinggi dan biaya mandiri. Selain peneliti, penulis juga aktif menulis buku dengan harapan dapat memberikan kontribusi positif bagi bangsa dan negara yang tercinta.

Email Penulis: lilihoeman@gmail.com

MANAJEMEN PENGENDALIAN VEKTOR TERINTEGRASI DI PEDESAAN DAN PERKOTAAN

Dr. Sumiati Tomia, SKM., M.Kes.
Poltekkes Kemenkes Ternate

Pengenalan Pengendalian Vektor

Pengendalian vektor adalah serangkaian tindakan dan strategi yang bertujuan untuk mengurangi populasi vektor, mencegah penyebaran penyakit yang ditularkan oleh vektor, serta mengurangi dampak kesehatan masyarakat yang disebabkan oleh vektor tersebut. Vektor adalah organisme hidup, seperti serangga atau hewan kecil lainnya, yang bertindak sebagai perantara dalam penularan penyakit dari satu inang ke inang lainnya.

Pengendalian vektor terintegrasi adalah pendekatan yang melibatkan kombinasi berbagai strategi dan metode untuk mengelola populasi vektor dengan cara yang efektif dan berkelanjutan. Pendekatan ini didasarkan pada pemahaman yang komprehensif tentang siklus hidup vektor, faktor-faktor yang mempengaruhi keberadaan dan penyebarannya, serta upaya untuk meminimalkan kontak antara vektor dan manusia.

Berikut adalah poin-poin pengendalian vektor secara terperinci:

1. Pemahaman tentang Vektor: Penting untuk memahami karakteristik dan perilaku vektor yang berperan dalam penyebaran penyakit. Ini mencakup identifikasi spesies vektor yang spesifik, siklus hidup vektor, habitat, dan preferensi makanan.
2. Siklus Penularan: Setiap penyakit yang ditularkan oleh vektor memiliki siklus penularan tertentu. Penting untuk memahami siklus ini, termasuk sumber infeksi, inang utama dan inang antara, serta tahapan siklus hidup vektor yang rentan terhadap pengendalian.
3. Pemantauan Vektor: Pemantauan vektor melibatkan pengumpulan data tentang kepadatan populasi vektor, penyebaran geografis, tingkat infeksi, dan potensi resistensi terhadap insektisida. Pemantauan yang teratur membantu dalam mengidentifikasi daerah endemik, tren penyebaran penyakit, dan keefektifan strategi pengendalian yang diterapkan.
4. Pemetaan dan Pemodelan: Pemetaan daerah yang rentan terhadap vektor dan penyakit yang ditularkannya, serta pemodelan prediksi penyebaran vektor, merupakan alat penting dalam perencanaan dan implementasi strategi pengendalian. Pemetaan memungkinkan identifikasi wilayah prioritas untuk intervensi yang lebih intensif, sedangkan pemodelan dapat membantu memperkirakan dampak dari berbagai skenario pengendalian.
5. Pendekatan Terpadu: Pendekatan terintegrasi dalam pengendalian vektor melibatkan kombinasi berbagai strategi, termasuk pencegahan, pengendalian fisik, penggunaan insektisida, dan partisipasi masyarakat. Pendekatan ini memanfaatkan kelebihan masing-masing metode untuk mengurangi populasi vektor dan meminimalkan penyebaran penyakit.

6. Partisipasi Masyarakat: Partisipasi aktif masyarakat sangat penting dalam pengendalian vektor yang berhasil. Masyarakat perlu terlibat dalam kegiatan pencegahan, seperti penghapusan tempat perindukan vektor, praktik kebersihan lingkungan, dan pelaporan kasus penyakit. Kesadaran dan pemahaman masyarakat tentang vektor dan penyakit yang ditularkannya dapat memperkuat upaya pengendalian.
7. Kolaborasi antara Stakeholder: Pengendalian vektor yang efektif melibatkan kolaborasi antara berbagai pemangku kepentingan, seperti otoritas kesehatan, pemerintah, lembaga penelitian, dan masyarakat. Kolaborasi ini memungkinkan pertukaran informasi, alokasi sumber daya yang tepat, serta implementasi strategi yang terkoordinasi.

Pengendalian vektor yang efektif memerlukan pendekatan yang terintegrasi dan komprehensif yang mencakup berbagai strategi dan tindakan. Kombinasi yang tepat dari strategi di atas akan sangat tergantung pada konteks lokal, spesies vektor yang terlibat, serta penyakit yang ditularkan oleh vektor tersebut.

Vektor Penyakit Umum di Pedesaan dan Perkotaan

Vektor penyakit adalah organisme hidup yang bertindak sebagai perantara atau pembawa dalam penularan penyakit dari satu inang ke inang lainnya. Vektor ini dapat berupa serangga, seperti nyamuk, lalat, kutu, dan kecoa, atau hewan lain seperti tikus. Vektor tersebut membawa dan menyebarkan agen penyakit, seperti bakteri, virus, atau parasit, dari inang yang terinfeksi ke inang yang rentan.

Peran utama vektor penyakit adalah dalam penularan horizontal penyakit menular. Mereka memperoleh agen penyakit dari inang sumber dan kemudian mentransmisikannya ke inang yang baru melalui berbagai cara. Misalnya, nyamuk *Aedes aegypti* menjadi vektor demam berdarah dengue dengan menularkan virus dengue kepada manusia melalui gigitan. Nyamuk tersebut mengambil virus dengue dari inang yang terinfeksi (manusia yang menderita demam berdarah dengue) dan mengirimkannya ke manusia lain melalui gigitan.

Vektor penyakit memainkan peran penting dalam epidemiologi penyakit menular. Mereka berkontribusi pada penyebaran penyakit dalam populasi manusia dan hewan. Seiring dengan faktor-faktor lingkungan dan kondisi sosial, peran vektor dalam penularan penyakit dapat bervariasi. Misalnya, nyamuk *Anopheles* bertanggung jawab dalam penyebaran malaria di daerah yang memiliki lingkungan yang mendukung perkembangbiakan nyamuk tersebut, seperti daerah dengan genangan air yang stagnan.

Pengendalian vektor penyakit adalah komponen penting dalam upaya pencegahan dan pengendalian penyakit menular. Pendekatan pengendalian vektor meliputi pemantauan populasi vektor, pencegahan penularan melalui penghapusan tempat perindukan, penggunaan insektisida, vaksinasi (jika tersedia), serta edukasi dan kesadaran masyarakat. Dengan memahami peran vektor penyakit dan mengimplementasikan strategi pengendalian yang tepat, dapat mengurangi dampak penyakit pada kesehatan manusia dan hewan serta meminimalkan penyebaran penyakit dalam populasi.

Beberapa vektor penyakit umum yang ditemukan baik di pedesaan maupun perkotaan:

1. Nyamuk: Nyamuk adalah vektor yang paling umum di pedesaan maupun perkotaan. Beberapa spesies nyamuk seperti *Aedes aegypti*, *Anopheles* spp., dan *Culex* spp. merupakan vektor penyakit yang serius. Mereka dapat menularkan penyakit seperti malaria, demam berdarah dengue, demam kuning, filariasis limfatik, dan chikungunya.
2. Lalat: Lalat juga menjadi vektor yang penting dalam penyebaran penyakit di pedesaan dan perkotaan. Lalat rumah (*Musca domestica*) dapat menyebabkan infeksi saluran pencernaan dan berbagai penyakit seperti diare, disentri, dan infeksi mata. Lalat kuda (*Stomoxys calcitrans*) juga dapat menyebabkan penyakit pada hewan dan manusia.
3. Kecoa: Kecoa, terutama kecoa Jerman (*Blattella germanica*) dan kecoa Amerika (*Periplaneta americana*), dapat menjadi vektor penyakit di perkotaan. Mereka dapat menyebabkan penyebaran bakteri patogen seperti Salmonella dan E. coli, serta menyebabkan masalah pernapasan dan alergi.
4. Kutu: Kutu sering ditemukan di pedesaan dan perkotaan dan dapat menjadi vektor berbagai penyakit. Kutu dapat menyebabkan penyakit seperti demam tifoid, rickettsiosis (penyakit kutu), dan borreliosis (*Lyme disease*).
5. Tikus: Tikus adalah vektor penting untuk sejumlah penyakit di pedesaan maupun perkotaan. Tikus rumah (*Rattus rattus* dan *Rattus norvegicus*) dapat menyebabkan penyakit seperti leptospirosis, hantavirus, dan penyakit menular melalui makanan dan minuman terkontaminasi dengan urin atau tinja tikus.

6. Lalat pasir: Lalat pasir (*Phlebotomus* spp. dan *Lutzomyia* spp.) adalah vektor penyakit leishmaniasis. Mereka menularkan parasit *Leishmania* yang dapat menyebabkan berbagai bentuk penyakit, termasuk bentuk kulit, mukokutaneus, dan viseral.
7. Nyamuk tsetse: Nyamuk tsetse (*Glossina* spp.) adalah vektor penyakit tripanosomiasis Afrika, juga dikenal sebagai sleeping sickness. Penyakit ini disebabkan oleh parasit *Trypanosoma* dan dapat menyebabkan gangguan neurologis serius pada manusia dan hewan.
8. Lalat kandang: Lalat kandang (*Stomoxys* spp. dan *Haematobia* spp.) adalah vektor yang menyebabkan masalah pada hewan ternak dan dapat menyebabkan penyakit seperti trypanosomiasis dan mastitis pada sapi.

Penting untuk diingat bahwa jenis dan prevalensi vektor penyakit dapat bervariasi berdasarkan wilayah geografis, kondisi lingkungan, dan kebiasaan manusia. Pengenalan vektor dan penyakit yang ditularkannya merupakan langkah awal yang penting dalam pengendalian vektor yang efektif di pedesaan dan perkotaan.

Penyakit Tular Vektor yang Umum di Pedesaan dan Perkotaan

Berikut ini adalah beberapa contoh penyakit tular vektor yang umum di pedesaan dan perkotaan:

1. Malaria: Penyakit yang ditularkan oleh nyamuk *Anopheles* yang terinfeksi parasit *Plasmodium*. Malaria dapat menyebabkan demam berulang, menggigil, dan mengancam jiwa jika tidak diobati dengan tepat.
2. Demam Berdarah Dengue: Penyakit yang ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* yang terinfeksi virus dengue. Gejala meliputi demam tinggi,

nyeri sendi, ruam, dan dalam kasus yang parah dapat menyebabkan pendarahan berat atau syok.

3. Filariasis Limfatik: Penyakit yang disebabkan oleh parasit cacing filaria dan ditularkan oleh nyamuk *Anopheles*, *Culex*, atau *Aedes*. Filariasis limfatik dapat menyebabkan pembengkakan pada tungkai, lengan, dan bagian tubuh lainnya karena gangguan pada sistem limfatik.
4. Chikungunya: Penyakit yang ditularkan oleh nyamuk *Aedes* yang terinfeksi virus chikungunya. Gejalanya meliputi demam, nyeri sendi yang parah, ruam, dan kelelahan yang berkepanjangan.
5. Leishmaniasis: Penyakit yang disebabkan oleh parasit *Leishmania* dan ditularkan melalui gigitan nyamuk jenis tertentu, seperti nyamuk jenis *Phlebotomus* atau *Lutzomyia*. Leishmaniasis dapat mempengaruhi kulit, selaput lendir, atau organ dalam, tergantung pada jenis penyakitnya.
6. Tifus: Penyakit yang ditularkan oleh kutu yang terinfeksi bakteri *Rickettsia*. Tifus dapat menyebabkan demam tinggi, sakit kepala, ruam, dan gejala lainnya yang serupa dengan flu.
7. Demam Kuning: Penyakit yang ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* yang terinfeksi virus kuning. Gejalanya meliputi demam, nyeri sendi, ruam, dan sakit kepala.
8. Sleeping Sickness (*Trypanosomiasis*): Penyakit yang disebabkan oleh parasit *Trypanosoma* dan ditularkan melalui gigitan lalat tidur yang terinfeksi. Sleeping sickness dapat menyebabkan gangguan tidur, gangguan neurologis, dan berpotensi fatal jika tidak diobati.

9. Penting untuk diingat bahwa prevalensi penyakit ini dapat bervariasi di berbagai wilayah dan bergantung pada faktor lingkungan, sanitasi, dan tindakan pengendalian vektor yang dilakukan.

Pengendalian Vektor di Pedesaan

Strategi pengendalian vektor di pedesaan mempertimbangkan karakteristik dan tantangan khusus yang terkait dengan lingkungan pedesaan. Beberapa strategi yang relevan dalam pengendalian vektor di pedesaan meliputi:

1. **Pengelolaan Air:** Pengelolaan air yang baik sangat penting dalam pengendalian vektor di pedesaan. Genangan air yang tidak terkendali dapat menjadi tempat perkembangbiakan nyamuk, seperti nyamuk *Anopheles* yang bertindak sebagai vektor malaria. Upaya pengelolaan air yang efektif meliputi drainase yang baik, mengurangi genangan air, pengelolaan irigasi yang tepat, dan penutupan sumur atau waduk yang tidak digunakan.
2. **Sanitasi:** Sanitasi yang baik merupakan langkah penting dalam pengendalian vektor di pedesaan. Praktik kebersihan yang baik, seperti pengelolaan limbah, penggunaan toilet yang higienis, dan pengurangan tempat perindukan potensial vektor, dapat membantu mengurangi risiko penyebaran penyakit yang ditularkan oleh vektor. Pembuangan limbah yang tepat, termasuk limbah padat dan limbah cair, harus dipraktikkan untuk menghindari tempat perindukan vektor dan penyebaran penyakit.
3. **Penggunaan Insektisida yang Tepat:** Penggunaan insektisida yang tepat dan bijaksana juga merupakan strategi penting dalam pengendalian vektor di pedesaan. Insektisida dapat digunakan untuk

mengurangi populasi vektor yang mengancam kesehatan manusia. Namun, penggunaan insektisida harus dilakukan sesuai dengan pedoman yang ditetapkan, mengikuti dosis yang tepat, mempertimbangkan keamanan manusia dan lingkungan, serta menghindari resistensi insektisida.

Selain strategi pengendalian vektor yang spesifik, partisipasi dan peran aktif masyarakat juga sangat penting dalam pengendalian vektor di pedesaan. Beberapa aspek yang perlu diperhatikan adalah:

1. Pendidikan dan Kesadaran Masyarakat: Pendidikan dan kesadaran masyarakat tentang vektor, penyakit yang ditularkannya, dan tindakan pencegahan yang tepat sangat penting. Melalui edukasi yang efektif, masyarakat dapat memahami risiko penyakit vektor dan mengadopsi praktik kebersihan serta tindakan pencegahan yang diperlukan untuk mengurangi penyebaran penyakit.
2. Partisipasi dalam Program Pengendalian: Partisipasi aktif masyarakat dalam program pengendalian vektor di pedesaan sangat diperlukan. Masyarakat dapat berperan dalam melaporkan keberadaan vektor, melaksanakan tindakan pencegahan di tingkat rumah tangga, dan memberikan masukan kepada otoritas kesehatan terkait upaya pengendalian yang sedang dilakukan.
3. Kolaborasi dengan Pihak Terkait: Kolaborasi antara masyarakat, otoritas kesehatan, dan pihak terkait lainnya juga penting dalam pengendalian vektor di pedesaan. Melalui kerja sama yang erat, sumber daya dapat dialokasikan dengan efektif, strategi pengendalian yang tepat dapat dirancang, dan pelaksanaan program dapat terkoordinasi dengan baik.

Dengan menggabungkan strategi pengendalian vektor yang spesifik untuk pedesaan dan melibatkan partisipasi aktif masyarakat, pengendalian vektor di pedesaan dapat menjadi lebih efektif. Hal ini dapat mengurangi beban penyakit yang ditularkan oleh vektor, meningkatkan kesehatan masyarakat, dan menciptakan lingkungan yang lebih aman dan sehat.

Pengendalian Vektor di Perkotaan

Pengendalian vektor di perkotaan menghadapi tantangan yang khas dan berbeda dengan lingkungan pedesaan. Beberapa tantangan tersebut meliputi:

1. **Kepadatan Penduduk:** Perkotaan seringkali memiliki kepadatan penduduk yang tinggi, dengan populasi yang padat di area terbatas. Kepadatan penduduk yang tinggi dapat mempengaruhi penyebaran vektor dan penyakit yang ditularkannya, karena meningkatkan risiko kontak manusia dengan vektor. Selain itu, pemukiman yang padat juga dapat menyediakan lebih banyak tempat perindukan dan sumber makanan bagi vektor, yang menyulitkan pengendalian.
2. **Urbanisasi yang Cepat:** Urbanisasi yang cepat dapat menyebabkan perubahan sosial dan lingkungan yang signifikan. Pembangunan yang tidak terkendali, perubahan tata guna lahan, dan pertumbuhan infrastruktur dapat mempengaruhi habitat vektor dan pola penyebaran penyakit. Urbanisasi juga dapat meningkatkan mobilitas penduduk, sehingga memungkinkan penyebaran penyakit dengan cepat di antara populasi yang padat.
3. **Perubahan Lingkungan:** Perubahan lingkungan di perkotaan, seperti peningkatan beton, deforestasi, dan urbanisasi yang tidak teratur, dapat

mempengaruhi ekologi vektor. Perubahan tersebut dapat menciptakan lingkungan yang lebih sesuai bagi vektor untuk hidup dan berkembang biak. Selain itu, perubahan lingkungan juga dapat menyebabkan pergeseran vektor ke daerah yang sebelumnya tidak terkena.

Dalam mengendalikan vektor di perkotaan, diperlukan strategi pengendalian yang sesuai dengan tantangan tersebut. Beberapa strategi yang relevan meliputi:

1. **Pengelolaan Limbah:** Pengelolaan limbah yang baik menjadi kunci dalam pengendalian vektor di perkotaan. Limbah yang tidak terkendali dapat menjadi tempat perindukan bagi vektor, seperti lalat dan nyamuk. Oleh karena itu, pemilahan, pengumpulan, dan pemrosesan limbah yang efektif harus dilakukan untuk mengurangi habitat vektor.
2. **Pemeliharaan Kebersihan:** Upaya pemeliharaan kebersihan yang baik juga penting dalam pengendalian vektor di perkotaan. Ini termasuk pengelolaan sampah yang baik, pembersihan rutin, dan penghapusan tempat perindukan potensial vektor. Menjaga lingkungan yang bersih dan teratur dapat membantu mengurangi populasi vektor dan risiko penularan penyakit.
3. **Penggunaan Teknologi Tinggi:** Perkembangan teknologi tinggi dapat dimanfaatkan dalam pengendalian vektor di perkotaan. Contohnya, penggunaan jaring nyamuk yang diimpor, perangkat nyamuk elektronik, penggunaan drone untuk pemantauan vektor, atau aplikasi mobile untuk melaporkan keberadaan vektor. Teknologi ini dapat membantu dalam pemantauan, pengendalian, dan pelaporan vektor dengan lebih efisien.

4. Kolaborasi antara Pemangku Kepentingan: Pengendalian vektor di perkotaan juga membutuhkan kolaborasi antara berbagai pemangku kepentingan, seperti otoritas kesehatan, pemerintah daerah, lembaga penelitian, dan masyarakat. Kolaborasi ini memungkinkan pertukaran informasi, alokasi sumber daya yang tepat, serta implementasi strategi yang terkoordinasi.

Dengan mengadopsi strategi pengendalian yang sesuai dengan lingkungan perkotaan, mengatasi tantangan yang ada, dan melibatkan kolaborasi yang erat antara pemangku kepentingan, pengendalian vektor di perkotaan dapat menjadi lebih efektif. Hal ini dapat membantu mengurangi penyebaran penyakit yang ditularkan oleh vektor, melindungi kesehatan masyarakat, dan menciptakan lingkungan perkotaan yang lebih sehat dan berkelanjutan.

Konsep Pengendalian Vektor Terintegrasi dan Pendekatan Holistik

Pengendalian vektor terintegrasi adalah pendekatan yang mencakup berbagai strategi dan tindakan untuk mengelola populasi vektor dengan cara yang komprehensif dan holistik. Pendekatan ini bertujuan untuk mengurangi dampak penyakit yang ditularkan oleh vektor dan menciptakan lingkungan yang lebih sehat. Berikut adalah beberapa konsep utama dalam pengendalian vektor terintegrasi dan pendekatan holistik:

1. Multidisipliner: Pendekatan terintegrasi melibatkan kerjasama antara berbagai disiplin ilmu dan sektor terkait, seperti kesehatan, lingkungan, pertanian, perencanaan kota, dan pendidikan. Kolaborasi ini memungkinkan penggabungan pengetahuan dan sumber daya dari berbagai bidang untuk menghadapi tantangan pengendalian vektor secara komprehensif.

2. Pendekatan Berbasis Bukti: Pengendalian vektor terintegrasi didasarkan pada bukti ilmiah yang solid. Pendekatan ini menggabungkan pemahaman tentang biologi vektor, epidemiologi penyakit, dan faktor lingkungan untuk merancang strategi pengendalian yang efektif. Pengumpulan data, pemantauan vektor, dan evaluasi program dilakukan secara sistematis untuk menginformasikan pengambilan keputusan.
3. Pendekatan Siklus Hidup: Pendekatan terintegrasi mempertimbangkan siklus hidup vektor dalam pengendalian. Ini berarti bahwa strategi pengendalian tidak hanya difokuskan pada satu tahap atau aspek dari siklus hidup vektor, tetapi juga memperhatikan tahap lainnya. Misalnya, dalam pengendalian nyamuk, strategi dapat mencakup pencegahan perkembangbiakan melalui pengelolaan air, penggunaan insektisida untuk membunuh nyamuk dewasa, dan penggunaan kelambu untuk melindungi individu dari gigitan nyamuk.
4. Pendekatan Ekologi: Pendekatan terintegrasi mengakui peran ekologi dalam pengendalian vektor. Lingkungan hidup vektor, interaksi dengan inangnya, dan faktor-faktor lingkungan lainnya dipertimbangkan dalam merancang strategi pengendalian. Pendekatan ini mencakup pengelolaan lingkungan, pengurangan tempat perindukan vektor, dan upaya untuk menjaga keseimbangan ekosistem yang mengurangi risiko penyebaran penyakit.
5. Keselarasan Kontekstual: Pendekatan terintegrasi mengakui bahwa setiap wilayah memiliki konteks yang unik dalam pengendalian vektor. Strategi pengendalian harus disesuaikan dengan karakteristik demografis, sosial, ekonomi, dan lingkungan setempat. Upaya harus dilakukan untuk memahami konteks lokal, melibatkan masyarakat, dan

mempertimbangkan faktor budaya serta kepercayaan dalam merancang program pengendalian yang efektif.

Melalui pendekatan terintegrasi dan holistik, pengendalian vektor dapat menjadi lebih efektif dan berkelanjutan. Pendekatan ini memungkinkan penggunaan sumber daya secara efisien, koordinasi yang lebih baik antara pemangku kepentingan, dan penyesuaian strategi dengan konteks lokal. Tujuannya adalah untuk mencapai pengendalian vektor yang berkelanjutan, perlindungan kesehatan masyarakat yang optimal, dan penurunan beban penyakit yang ditularkan oleh vektor.

Daftar Pustaka

- Bhatt, S., Gething, P. W., Brady, O. J., Messina, J. P., Farlow, A. W., Moyes, C. L., ... & Hay, S. I. (2013). The Global Distribution and Burden of Dengue. *Nature*, 496(7446), 504-507.
- Carvalho, D. O., McKemey, A. R., Garziera, L., Lacroix, R., Donnelly, C. A., Alphey, L., & Malavasi, A. (2015). Suppression of a Field Population of *Aedes aegypti* in Brazil by Sustained Release of Transgenic Male Mosquitoes. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 9(7), e0003864.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2016). *Integrated Vector Management: Controlling Vectors of Malaria and Other Insect Vector-Borne Diseases*. Atlanta, GA: CDC.
- Chandel, K., Suman, D. S., Wang, Y., Unlu, I., Palli, S. R., & Vemuru, R. P. (2016). Integrated Approaches for Controlling Dengue Fever Vector, *Aedes aegypti*. *Frontiers in Microbiology*, 7, 829.
- Dutta, H. M., & Chaudhuri, R. N. (2015). Urban Malaria: A Review of Problems and Control Measures. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(12), 8248-8260.
- Ranson, H., & Lissenden, N. (2016). Insecticide Resistance in African Anopheles Mosquitoes: A Worsening Situation that Needs Urgent Action to Maintain Malaria Control. *Trends in Parasitology*, 32(3), 187-196.
- Service, M. W. (2008). *Medical Entomology for Students* (5th ed.). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Shankar, A. H. (2016). Nutrition in Early Life: A Global Priority. *The Lancet Global Health*, 4(4), e249-e250.
- World Health Organization (WHO). (2017). *Handbook for Integrated Vector Management*. Geneva, Switzerland: WHO.
- Yang, G. J., Vounatsou, P., Tanner, M., & Zhou, X. N. (2006). Utmost Learning from Heterogeneous Data: An Application to Schistosomiasis Risk in China. *Statistics in Medicine*, 25(9), 1481-1493.

Profil Penulis



Dr. Sumiati Tomia, SKM., M.Kes.

Penulis dilahirkan pada tanggal 21 April 1981 di Kabupaten Maluku Tengah. Pendidikan dasar dan menengah pertama penulis tempuh di SDN Salero dan SMP N 5 Kota Ternate. Penulis melanjutkan ke Sekolah Perawat Kesehatan Ternate, tamat Tahun 2000. Pendidikan sarjana di tempuh pada Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Maluku Utara, kemudian melanjutkan Pendidikan Magister pada Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin Makassar, selesai Tahun 2013. Pendidikan doctoral pada Institut Pertanian Bogor, Fakultas Kedokteran Hewan, prodi Parasitologi dan Entomologi kesehatan lulus tahun 2022. Karir sebagai ASN sejak tahun 2002 sebagai perawat pada Puskesmas Siko. Bekerja kurang lebih 13 tahun, kemudian di pindahtugaskan ke Dinkes Kota Ternate. Tahun 2015 di pindahtugaskan ke Poltekkes Kemenkes Ternate sebagai dosen tetap pada jurusan kesehatan lingkungan. Selain sebagai dosen, penulis juga aktif dalam organisasi profesi. Jabatan sebagai sekretaris himpunan ahli kesehatan lingkungan (HAKLI) MALUT mulai 2015 sampai dengan 2026. Beberapa hasil penelitian telah diterbitkan dalam jurnal ilmiah, antara lain; 1) Epidemiologi Kejadian Demam Berdarah Dengue di Kota Ternate pada Jurnal Veteriner (Volume 21(4): 637-645 Tahun 2020), 2) *Density of Eggs and Larvae of Aedes spp. The characteristics of Habitat in Endemic Dengue in Ternate City* (Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences).

Email Penulis: sumiento@gmail.com

- 1 KONSEP DASAR PENGENDALIAN VEKTOR PENYAKIT TROPIS
Irma
- 2 INSIDEN DAN PENYEBARAN PENYAKIT YANG DITIMBULKAN OLEH
VEKTOR DI INDONESIA
Veronika Simangunsong
- 3 PENGENDALIAN VEKTOR SECARA KIMIAWI
Apriyani
- 4 PENGENDALIAN VEKTOR SECARA HAYATI
Aldiana Astuti
- 5 PENGELOLAAN LINGKUNGAN DALAM PENGENDALIAN VEKTOR
Tri Wahyuni Sukesi
- 6 PENGENDALIAN VEKTOR SECARA GENETIK
Dedes Handayani
- 7 PENGENDALIAN VEKTOR SECARA TERPADU
Depi Yulyanti
- 8 PENGENDALIAN VEKTOR NYAMUK
Ratna Dian Kurniawati
- 9 PENGENDALIAN VEKTOR LALAT
Sukhriyatun Fitriyah
- 10 PENGENDALIAN VEKTOR KECOA
Trivano Yonathan Lenakoly
- 11 PENGENDALIAN VEKTOR PINJAL DAN KUTU
Sitti Washliyah
- 12 MANAJEMEN PENGENDALIAN VEKTOR TERINTEGRASI DI PEDESAAN
DAN PERKOTAAN
Sumiati Tomia

Editor:

Hairil Akbar

Untuk akses **Buku Digital**,
Scan **QR CODE**



Media Sains Indonesia
Melong Asih Regency B.40, Cijerah
Kota Bandung - Jawa Barat
Email : penerbit@medsan.co.id
Website : www.medsan.co.id

