

BAB XII

PENGENDALIAN VEKTOR PENYAKIT (Nayla Kamilia Fithri, SKM., MPH)

I. Pendahuluan

Vektor menurut Peraturan Pemerintah No.374 tahun 2010 merupakan arthropoda yang dapat menularkan, memindahkan atau menjadi sumber penularan penyakit pada manusia. Vektor penyakit merupakan arthropoda yang berperan sebagai penular penyakit sehingga dikenal sebagai *arthropod -borne diseases* atau sering juga disebut *sebagai vector – borne diseases* yang merupakan penyakit yang penting dan seringkali bersifat endemis maupun epidemis dan menimbulkan bahaya bagi kesehatan sampai kematian. Di Indonesia, penyakit – penyakit yang ditularkan melalui serangga merupakan penyakit endemis pada daerah tertentu, seperti Demam Berdarah Dengue (DBD), malaria, kaki gajah, Chikungunya yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *aedes aegypti*. Disamping itu, ada penyakit saluran pencernaan seperti dysentery, cholera, typhoid fever dan paratyphoid yang ditularkan secara mekanis oleh lalat rumah. Terdapat 4 faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya suatu penularan penyakit melalui vektor yaitu:

1. Cuaca

Iklm dan musim merupakan faktor utama yang mempengaruhi terjadinya penyakit infeksi. Agen penyakit tertentu terbatas pada daerah geografis tertentu, sebab mereka butuh reservoir dan vektor untuk hidup. Iklim dan variasi musim mempengaruhi kehidupan agen penyakit, reservoir dan vektor. Di samping itu perilaku manusia juga bisa meningkatkan penularan penyakit.

2. Reservoir

Hewan-hewan yang menyimpan kuman patogen dimana mereka sendiri tidak terkena penyakit disebut reservoir. Reservoir untuk *arthropods borne disease* adalah hewan-hewan dimana kuman patogen dapat hidup bersama. Binatang pengerat dan kuda merupakan reservoir untuk virus encephalitis. Penyakit rickettsia merupakan *arthropods borne disease* yang hidup di dalam reservoir alamiah. seperti tikus, anjing, serigala serta manusia yang menjadi reservoir untuk penyakit ini. Pada banyak kasus, kuman patogen mengalami multifikasi di dalam vektor atau reservoir tanpa menyebabkan kerusakan pada intermediate host.

3. Geografis

Insiden penyakit yang ditularkan arthropoda berhubungan langsung dengan daerah geografis dimana reservoir dan vektor berada. Bertahan hidupnya agen penyakit tergantung pada iklim (suhu, kelembaban dan curah hujan)

dan faunalokal pada daerah tertentu, seperti *Rocky Mountains spotted fever* merupakan penyakit bakteri yang memiliki penyebaran secara geografis. Penyakit ini ditularkan melalui gigitan tungau yang terinfeksi oleh rickettsia dibawa oleh tungau kayu di daerah tersebut dan dibawa oleh tungau anjing ke bagian timur Amerika Serikat.

4. Perilaku Manusia

Interaksi antara manusia, kebiasaan manusia, membuang sampah secara sembarangan, kebersihan individu dan lingkungan dapat menjadi penyebab penularan penyakit arthropoda borne diseases.

5. Vektor

Organisme hidup yang dapat menularkan agen penyakit dari suatu hewan ke hewan lain atau manusia disebut dengan vektor. Arthropoda merupakan vektor penting dalam penularan penyakit parasit dan virus yang spesifik. Nyamuk merupakan vektor penting untuk penularan virus yang menyebabkan encephalitis pada manusia. Nyamuk menghisap darah dari reservoir yang terinfeksi agen penyakit ini kemudian ditularkan pada reservoir yang lain atau pada manusia.

Rickettsia merupakan parasit *intracellular obligate* yang mampu hidup di luar jaringan hewan dan dapat ditularkan di antara hewan oleh Rat fleas, Body lice dan Wood tick adalah vektor arthropoda yang menyebabkan penularan penyakit yang disebabkan rickettsia.

II. Jenis-Jenis Vektor Penyakit

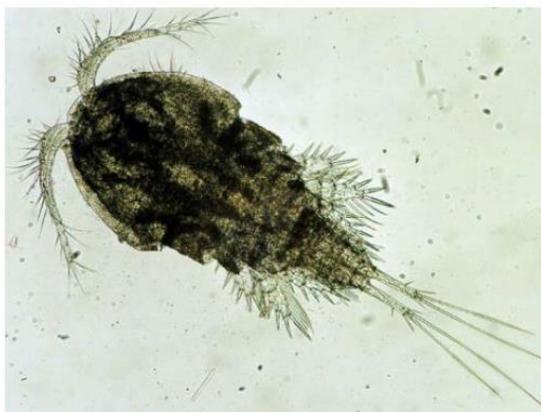
Arthropoda berasal dari kata "athro dan pous" yang merupakan suatu filum dari kerajaan binatang. Hewan yang termasuk dalam filum ini memiliki organ dengan lubang eksoskeleton yang bersendi dan keras serta tungkai yang bersatu.

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. Berikut jenis dan klasifikasi vektor yang dapat menularkan penyakit :

Arthropoda yang dibagi menjadi 4 kelas :

- a. Kelas crustacea (berkaki 10): misalnya Cyclops

Cyclops



Gambar 12.1 Cyclops

Cyclops merupakan hospes perantara penyakit *Dracunculus medinensis* dan *Dhyphilobotrium Latum*.

- b. Kelas Myriapoda : misalnya binatang berkaki seribu
- c. Kelas Arachnidea (berkaki 8)
contoh dari anggota kelas Arachnida adalah ticks (sengkenit) dibagi menjadi 2 golongan yaitu Hard Ticks dan Soft Ticks, selain itu anggota lainnya adalah Mites (Chiggers, famili Trombidiidae) contohnya adalah tungau musim panen, tungau merah, tungau kudis/scabies yang merupakan famili Sarscoptidae.
- d. Kelas hexapoda/ Insekta (berkaki 6) .
Dari kelas hexapoda/Insekta dibagi menjadi 12 ordo, antara lain ordo yang perlu diperhatikan dalam pengendalian adalah
 - Ordo Diptera yaitu nyamuk dan lalat
 - Nyamuk anopheles sebagai vektor malaria, Nyamuk Culicines dan nyamuk Aedes sebagai vektor penyakit Demam Berdarah
 - Lalat tse-tse sebagai vektor penyakit tidur, Houseflies (lalat rumah/*Musca domestica*), Sandflies (Lalat pasir), Blackflies (Lalat Hitam).
 - Ordo Siphonaptera yaitu
 - pinjal : pinjal tikus (*Rat fleas*) sebagai vektor penyakit pes, *Human Fleas*, Dog and Cat Fleas
 - Ordo Anophora yaitu kutu kepala: kutu kepala sebagai vektor penyakit demam bolak-balik dan typhusexantymaticus dan tuma kemaluan.

Tabel 12.1
Kelas dan Spesies arthropoda yang penting dalam dunia kedokteran

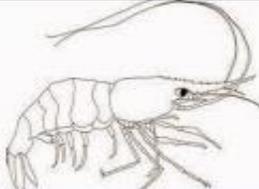
Class Insecta	Class Arachinida	Class Crustacea
1. Mosquitos : Anophelines Culicines Aedes 2. Flies : Houseflies Sandflies Tsetse Flies Blackflies 3. Human Lice : Head and body lice Crab lice 4. Fleas : Rat fleas Sand Fleas 5. Reduviid bugs	1. Ticks : Hard ticks Soft ticks 2. Mites : Leptotrombidium and trombiculid mites Itch mite	1. Cyclops

Sumber : Park & Park The Textbook of Preventive & Social Medicine

Selain vektor diatas, terdapat ordo dari kelas hexapoda yang bertindak sebagai binatang pengganggu antara lain:

- Ordo hemiptera, contoh kutu busuk
- Ordo isoptera, contoh rayap
- Ordo orthoptera, contoh belalang
- Ordo coleoptera, contoh kecoak

Tabel 12.2
Perbedaan karakter arthropoda yang penting

KARAKTER	DESKRIPSI		
	CRUSTACEA	ARACHNIDA	INSECTA
Jumlah kaki	5 pasang	4 pasang	3 pasang
Segmentasi	CT + A	CT + A	C + T + A
Respirasi	Insang	Paru Paru buku	Trachea
Ekskresi	Kelenjar hijau	Coxae	Buluh Malphigi
Organ khas	Swimeret , Ekso skeleton dari kitin, Antena	Kelisera , Pedipalpus, Spineret	Sayap , Mata facet , metamorfosis
Habitat	air	darat.pohon	darat , air
Peredaran darah	Tertutup	Terbuka	Terbuka
Contoh	Udang , Kepiting	Laba laba , Kalajengking , Caplak	Serangga misal kupu , semut , capung, lalat dll
Gambar			

Sedangkan dari phylum chordata yaitu tikus yang dapat dikatakan sebagai binatang pengganggu, dapat dibagi menjadi 2 golongan :

- a. Tikus besar, (Rat) Contoh :
 - Rattus norvigicus (tikus riol)
 - Rattus-rattus diardiil (tikus atap)
 - Rattus-rattus frugivorus (tikus buah-buahan)
- b. Tikus kecil (mice),Contoh:Mussculus (tikus rumah)

Arthropoda [arthro + pous] adalah filum dari kerajaan binatang yang terdiri dari organ yang mempunyai lubang eksoskeleton bersendi dan keras, tungkai bersatu,

dan termasuk di dalamnya kelas Insecta, kelas Arachnida sertakelas Crustacea, yang kebanyakan speciesnya penting secara medis.

sebagai parasit, atau vektor organisme yang dapat menularkan penyakit pada manusia. Arthropoda yang Penting dalam dunia Kedokteran adalah arthropoda yang berperan penting sebagai vektor penyebaran penyakit (*arthropods borne disease*).

III. Transmisi Penyakit

Agen penyebab penyakit infeksi yang ditularkan pada manusia yang rentan dapat melalui beberapa cara yaitu : :

- a. Dari orang ke orang
- b. Melalui udara
- c. Melalui makanan dan air
- d. Melalui hewan
- e. Melalui vektor arthropoda

Penyakit yang penularannya melalui vektor disebut dengan arthropoda Disease. Dimana pengertiannya adalah arthropoda merupakan vektor yang bertanggungjawab atas terjadinya penularan penyakit dari satu host (penjamu) ke host yang lain. Masuknya agen penyakit ke dalam tubuh manusia sampai terjadi atau timbulnya gejala penyakit disebut sebagai masa inkubasi atau *incubation period*. Khusus pada arthropodborne diseases terdapat 2 periode masa inkubasi, yaitu periode pada tubuh vektor dan periode pada manusia.

Berikut ini adalah tiga jenis penularan arthropodborne disease diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. kontak langsung

Arthropoda secara langsung memindahkan penyakit atau infestasi dari satu orang ke orang lain melalui kontak langsung. Contoh scabies, pediculus.

- b. Transmisi Secara Mekanik

Agen penyakit ditularkan secara mekanik oleh arthropoda. seperti penularan penyakit diare, typhoid, keracunan makanan dan trachoma oleh lalat, Secara karakteristik arthropoda sebagai vektor mekanik membawa agen penyakit dari manusia berupa tinja, darah, ulcus superficial, atau eksudat. kontaminasi bisa hanya pada permukaan tubuh arthropoda tapi juga bisa dicerna dan kemudian dimuntahkan atau dikeluarkan melalui ekskreta. Agen penyakit yang paling banyak ditularkan melalui arthropoda adalah enteric bacteria yang ditularkan

oleh lalat rumah. diantaranya adalah Salmonella typhosa, species lain dari salmonella, E. coli, dan Shigella dysentery yang paling sering ditemui dan paling penting. Lalat rumah dapat merupakan vektor dari agen penyakit tuberculosis, anthrax, tularemia, dan brucellosis.

c. Transmisi Secara Biologi

Bila agen penyakit multifikasi atau mengalami beberapa penularan perkembangan dengan atau tanpa multifikasi di dalam tubuh arthropoda, ini disebut transmisi biologis, dikenal ada tiga cara yaitu :

- 1) Propagative : bila agen penyakit tidak mengalami perubahan siklus, tetapi multifikasi di dalam tubuh vektor. Contoh, plague bacilli pada rat fleas.
- 2) Cyclo-propagative : bila agen penyakit mengalami perubahan siklus dan multifikasi di dalam tubuh arthropoda. Contoh, parasit malaria pada nyamuk anopheles.
- 3) Cyclo-developmental; bila agen penyakit mengalami perubahan siklus, tetapi tidak mengalami multifikasi di dalam tubuh arthropoda. Contoh, parasit filaria pada nyamuk culex, dan cacing pita pada cyclops

Berikut ini adalah beberapa arthropoda yang dapat menularkan penyakit arthropodborne diseases :

Tabel 12.3
Penyakit yang ditularkan oleh vektor arthropoda

No	Arthropoda	Penyakit Bawaan
1.	Nyamuk	Merupakan vektor dari penyakit Malaria, Filaria, Demam kuning Demam berdarah, Penyakit otak, demam haemorrhagic
2.	Lalat	Merupakan vektor dari penyakit tipus dan demam paratipus, diare, disentri, kolera, gastro-enteritis, amoebiasis, penyakit lumpuh, conjunctivitis, anthrax
3.	Lalat Pasir	Merupakan vektor penyakit leishmaniasis, demam papataci dan bartonellosis, Leishmania donovani,
4.	Lalat Hitam	Merupakan vektor penyakit Onchocerciasis
5.	Lalat tse2	Merupakan vektor dari penyakit tidur
6.	Kutu	Merupakan vektor dari penyakit tipus mewabah, relapsing demam, parit
7.	Pinjal	penyakit sampar, endemic typhus
8.	Sengkenit	Penyakit Rickettsia (Rickettsia Rickettsii)
9.	Tungau	penyakit tsutsugamushi atau scrub typhus yang disebabkan oleh Rickettsia tsutsugamushi,

Sumber: Park & Park. The Textbook of Preventive & Social Medicine

IV. Vektor-vektor Penyebab Penyakit

A. Nyamuk (Mosquito)

Nyamuk adalah vektor mekanis atau vektor siklik penyakit pada manusia dan hewan yang disebabkan oleh parasit dan virus, nyamuk dari genus *Psorophora* dan *Janthinosoma* yang terbang dan menggigit pada siang hari, membawa telur dari lalat *Dermatobia hominis* dan menyebabkan myiasis pada kulit manusia atau ke mamalia lain. Species yang merupakan vektor penting penyebab penyakit pada manusia antara lain penyakit :

1. Malaria

Vektor siklik satu-satunya dari malaria pada manusia dan malaria kera adalah nyamuk *Anopheles*, sedangkan nyamuk *Anopheles* dan *Culex* keduanya dapat menyebabkan malaria pada burung.

Secara praktis tiap species *Anopheles* dapat diinfeksi secara eksperimen, tetapi banyak species bukan vektor alami. Sekitar 110 species pernah dihubungkan dengan penularan malaria, diantaranya 50 species penting terdapat dimana-mana atau setempat yang dapat menularkan penyakit malaria..

Sifat suatu species yang dapat menularkan penyakit ditentukan oleh :

- a. Adanya di dalam atau di dekat tempat hidup manusia.
- b. Lebih menyukai darah manusia dari pada darah hewan, walaupun bila hewan hanya sedikit.
- c. Lingkungan yang menguntungkan perkembangan dan memberikan jangka hidup cukup lama pada *Plasmodium* untuk menyelesaikan siklus hidupnya.
- d. Kerentanan fisiologi nyamuk terhadap parasit .

Untuk menentukan apakah suatu species adalah suatu vektor yang sesuai, maka dapat dicatat persentase nyamuk yang kena infeksi setelah menghisap darah penderita malaria, prnentuan suatu species nyamuk sebagai vektor dapat dipastikan dengan melihat daftar index infeksi alami, biasanya sekitar 1-5%, pada nyamuk betina yang dikumpulkan dari rumah-rumah di daerah yang diserang malaria.

2. Filariasis

Nyamuk *Culex* adalah vektor dari penyakit filariasis *Wuchereria bancrofti* dan *Brugia malayi*. Banyak species *Anopheles*, *Aedes*, *Culex* dan *Mansonia*, tetapi kebanyakan dari species ini tidak penting sebagai vektor alami. Di daerah tropis dan subtropis, *Culex quinquefasciatus* (*fatigans*), nyamuk penggigit di lingkungan rumah dan kota, yang berkembang biak dalam air setengah kotor sekitar tempat tinggal manusia, adalah vektor umum dari filariasis *bancrofti* yang mempunyai periodisitas nokturnal. *Aedes polynesiensis* adalah vektor umum filariasis *bancrofti* yang non periodisitas di beberapa kepulauan Pasifik Selatan . Nyamuk ini hidup diluar kota di semak-semak (tidak pernah dalam rumah) dan berkembang biak di dalam tempurung kelapa dan lubang pohon, mengisap darah dari binatang peliharaan mamalia dan unggas, tetapi lebih menyukai darah manusia.

3. Demam Kuning

Demam kuning (Yellow Fever) penyakit virus yang mempunyai angka kematian tinggi, telah menyebar dari tempat asalnya dari Afrika Barat ke daerah tropis dan subtropis lainnya di dunia. Nyamuk yang menggigit pada penderita dalam waktu tiga hari pertama masa sakitnya akan menjadi infeksi selama hidupnya setelah virusnya menjalani masa multifikasi selama 12 hari. Vektor penyakit ini adalah species nyamuk dari genus *Aedes* dan *Haemagogus*, *Aedes aegypti* adalah vektor utama demam kuning epidemik, hidup disekitar daerah perumahan, berkembang biak dalam berbagai macam tempat penampungan air sekitar rumah, larva tumbuh subur sebagai pemakan zat organik yang terdapat didasar penampungan air bersih (bottom feeders) atau air kotor yang mengandung zat organik.

4. *Dengue Hemorrhagic Fever*

Adalah penyakit endemik yang disebabkan oleh virus di daerah tropis dan subtropis yang kadang-kadang menjadi epidemik. Virus membutuhkan masa multifikasi selama 8-10 hari sebelum nyamuk menjadi infeksi, khususnya ditularkan oleh species *Aedes*, terutama *A. aegypti*. Penyakit ini merupakan penyakit endemis di Indonesia dan terjadi sepanjang tahun terutama pada saat musim penghujan.

5. Encephalitis Virus

Adalah penyakit endemik yang disebabkan oleh virus di daerah tropis dan subtropis yang kadang-kadang menjadi epidemik. Virus membutuhkan masa multifikasi selama 8-10 hari sebelum nyamuk menjadi infeksi, khususnya ditularkan oleh species *Aedes*, terutama *A. aegypti*. Penyakit ini merupakan penyakit endemis di Indonesia dan terjadi sepanjang tahun terutama pada saat musim penghujan,

B. Lalat Rumah (Housefly)

Lalat rumah, *Musca domestica*, hidup disekitar tempat kediaman manusia di seluruh dunia. Seluruh lingkaran hidup berlangsung 10 sampai 14 hari, dan lalat dewasa hidup kira-kira satu bulan. Larvanya kadang-kadang menyebabkan myasis usus dan saluran kencing serta saluran kelamin.

Lalat adalah vektor mekanik dari bakteri patogen, protozoa serta telur dan larva cacing. Luasnya penularan penyakit oleh lalat di alam sukar ditentukan. Dianggap sebagai vektor penyakit typhus abdominalis, salmonellosis, cholera, dysentery bacillary dan amoeba, tuberculosis, penyakit sampar, tularemia, anthrax, frambusia, conjunctivitis, demam undulans, trypanosomiasis dan penyakit spirochaeta.

C. Lalat Pasir (Sandfly)

Lalat pasir ialah vektor penyakit leishmaniasis, demam papataci dan bartonellosis. *Leishmania donovani*, penyebab Kala azar; *L. tropica*, penyebab oriental sore; dan *L. braziliensis*, penyebab leishmaniasis Amerika, ditularkan oleh *Phlebotomus*. Demam papataci atau demam phlebotomus, penyakit yang disebabkan oleh virus banyak terdapat di daerah Mediterania dan Asia Selatan, terutama ditularkan oleh *P. papatasi*, yang menjadi infeksi setelah masa

perkembangan virus selama 7-10 hari. Bartonellosis juga terdapat di Amerika Selatan bagian Barat Laut sebagai demam akut penyakit Carrion dan sebagai keadaan kronis berupa granulema verrucosa. Basil penyebab adalah *Bartonella bacilliformis*, ditularkan oleh lalat pasir yang hidup di daerah pegunungan Andes.

D. Lalat Tsetse (Tsetse Flies)

Lalat tsetse adalah vektor penting penyakit trypanosomiasis pada manusia dan hewan peliharaan. Paling sedikit ada tujuh species sebagai vektor infeksi trypanosoma pada hewan peliharaan, species *Trypanosoma rhodesiense* yang menjadi, penyebab trypanosomiasis, adalah *Glossina morsitans*, *G. swynnertoni*, dan *G. Pallidipes*. Vektor utama pada Penyakit Tidur (Sleeping Sickness) di Gambia adalah species *G. palpalis fuscipes* dan pada daerah - daerah tertentu adalah species *G. tachhinoides*.

E. Lalat Hitam (Blackflies)

Adalah vektor penyakit Onchocerciasis Di Afrika adalah species *Simulium damnosum* dan *S. neavei* dan di Amerika adalah *S. metallicum*, *S. ochraceum* dan *S. callidum*. Species lain mungkin adalah vektor yang tidak penting dan menularkan onchocerciasis pada ternak dan penyakit protozoa pada burung.

F. Tuma Kepala, Tuma badan, dan Tuma Kemaluan (Head Lice, Body Lice, and Crab Lice)

Tuma badan adalah vektor epidemic typhus, epidemic relapsing fever di Eropa dan Amerika Latin. Tuma mendapat infeksi dari *Rickettsia prowazeki*, bila menghisap darah penderita. *Rickettsia* berkembang biak dalam epitel lambung tengah tuma dan dikeluarkan bersama tinja. Tuma tetap infeksiif selama hidupnya. Manusia biasanya mendapat infeksi karena kontaminasi pada luka gigitan, kulit yang lecet atau mukosa dengan tinja atau badan tuma yang terkoyak. Bila oleh *spirochaeta Borrelia recurrentis*, penyebab epidemic relapsing fever di Eropa, *spirochaeta* akan berkembang biak di seluruh tubuh tuma, yang tetap infeksiif selama hidupnya. Demam parit, suatu penyakit yang disebabkan oleh *Rickettsia* juga ditularkan oleh tuma tetapi tidak fatal, pernah berjangkit sebagai penyakit epidemik selama Peran Dunia pertama dan kemudian menjadi endemik di Eropa dan Mexico.

G. Pinjal (Fleas)

Pinjal hanya penting dalam dunia kedokteran terutama yang berhubungan dengan penularan penyakit sampar dan endemic typhus. Pinjal dapat juga bertindak sebagai hospes perantara parasit.

H. Reduviid Bugs (Kissing Bugs)

Berbagai species reduviid adalah vektor penting dari pada *Trypanosoma cruzi*, penyebab penyakit Chagas dan *T. Rangeli* tetapi ternyata *Trypanosoma cruzi* tidak patogen bagi manusia. Kebanyakan reduviid mampu menularkan

penyakit, tetapi hanya beberapa species saja yang merupakan vektor yang efektif. Vektor yang paling penting adalah *Triatoma infestans*, *Panstrongylus megistus* dan *Rhodnius prolixus*.

I. Ticks (Sengkenit)

Sengkenit telah dikenal sebagai vektor penyakit sejak tahun 1893, ketika Smith dan Kilbourne menemukan species *Boophilus annulatus* sebagai vektor penular “demam Texas” pada lembu. Pada beberapa species tidak saja dapat menularkan penyakit melalui stadium metamorfosis dari pada sengkenit, tetapi juga melalui telur, kepada generasi berikutnya. Bila penyakit ini menular di antara binatang peliharaan akan menyebabkan kerugian keuangan yang besar.

J. Tungau (Mites)

Adalah vektor pada penyakit tsutsugamushi atau scrub typhus yang disebabkan oleh *Rickettsia tsutsugamushi*, tungau mengigit manusia menyebabkan luka bernanah disertai demam yang remiten, lymphadenitis, splenomegaly dan suatu eritema yang merah sekali. Vektor utamanya adalah *Trombicula akamushi* dan *T. deliensis*, tungau menularkan penyakit pada stadium larva sedangkan larvanya adalah parasit pada tikus ladang di Jepang dan beberapa tikus rumah dan tikus lading di Taiwan dan di Indonesia. Manusia merupakan hospes secara kebetulan, larvanya melekatkan diri pada pekerja di ladang. Penyakit ini dapat ditularkan dari generasi ke generasi, sehingga larva generasi kedua mampu menginfeksi manusia.

K. Cyclops

Cyclops adalah hospes perantara dari *Dracunculus mendinensis*, cacing cestoda *Dipyllobothrium latum* dan cacing nematoda *Gnathostoma spinigerum*.

V. Pengendalian Vektor Penyakit

Pengendalian vektor dan binatang pengganggu adalah upaya untuk mengurangi atau menurunkan populasi vektor atau binatang pengganggu dengan maksud pencegahan atau pemberantasan penyakit yang ditularkan atau gangguan (nuisance) oleh vektor dan binatang pengganggu tersebut.

Dalam pengendalian yang akan dilakukan ada beberapa metode pengendalian vektor. Pengendalian vektor berfokus pada penggunaan metode pencegahan untuk mengendalikan atau menghilangkan populasi vektor. Langkah-langkah pencegahan yang umum adalah :

1. Pengendalian secara alamiah (*naturalistic control*) yaitu memanfaatkan kondisi alam yang dapat mempengaruhi kehidupan vector:

a. Manipulasi lingkungan

Adalah suatu upaya pengelolaan lingkungan yang meliputi kegiatan yang terencana yg bertujuan untuk mengubah kondisi sementara yang tidak menguntungkan bagi perkembang biakan vektor penyakit pada habitatnya

sebagai contoh adalah : pembersihan tanaman, peneduhan dan pengeringan rawa

b. Modifikasi Lingkungan

Adalah upaya pengelolaan lingkungan yang meliputi perubahan fisik yang bersifat permanen terhadap lahan, air dan tanaman yang bertujuan untuk mencegah, menghilangkan atau mengurangi habitat vektor penyakit tanpa menyebabkan terganggunya kualitas lingkungan hidup manusia. Termasuk kegiatan ini adalah drainase, penimbunan tempat perindukan vektor penyakit berupa genangan air

2. Pengendalian terapan (*applied control*) yaitu memberikan perlindungan bagi kesehatan manusia dari gangguan vektor:

a. Upaya peningkatan sanitasi lingkungan (*environmental sanitation improvement*) Pengendalian secara sanitasi lingkungan merupakan pengendalian secara tidak langsung. Dimana kita membersihkan maupun mengeluarkan tempat-tempat perkembangbiakan nyamuk, seperti; kaleng bekas, plastik bekas, ban mobil atau motor dan lain-lain yang dapat menampung genangan air hujan. Tempat-tempat penampungan air harus dibersihkan untuk mengeluarkan ataupun membunuh telur-telur, jentik, serta pupa nyamuk (Sembel, 2009). Sanitasi lingkungan mencakup pengelolaan sampah, limbah cair, termasuk tinja dan sanitasi rumah yang ditujukan untuk mencegah kehadiran vektor penyakit..

b. Pengendalian secara fisik-mekanik (*physical-mechanical control*)

Cara ini menitikberatkan kepada pemanfaatan iklim/musim dan menggunakan alat penangkap mekanis antara lain :

- Pemasangan perangkap tikus atau perangkap serangga
- Pemasangan jaring
- Pemanfaatan sinar/cahaya untuk menarik atau menolak (*to attract and to repeal*)
- Pemanfaatan kondisi panas dan dingin untuk membunuh vektor dan binatang pengganggu.
- Pemanfaatan kondisi musim/iklim untuk memberantas jentik nyamuk.
- Pemanfaatan suara untuk menarik atau menolak vektor dan binatang pengganggu.
- Pembunuhan vektor dan binatang pengganggu menggunakan alat pembunuh (pemukul, jepretan dengan umpan, dll)
- Pengasapan menggunakan belerang untuk mengeluarkan tikus dari sarangnya sekaligus peracunan.
- Pembalikan tanah sebelum ditanami.

- Pemanfaatan arus listrik dengan umpan atau attractant untuk membunuh vektor dan binatang pengganggu (perangkap serangga dengan listrik daya penarik menggunakan lampu neon).
- c. Pengendalian secara biologis (biological control) ini adalah memanfaatkan musuh alamiah atau pemangsa/predator, fertilisasi.
Pengendalian secara biologis dilakukan dengan dua cara yaitu:
- Memlihara 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 ni perlu juga dicari bagaimana caranya untuk melakukan pengendalian pertumbuhan pemangsa dan penyebab penyakit ini apabila populasi vektor sudah terkendali jumlahnya.
 - 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 masih dianggap terlalu mahal dan efisiensinya masih perlu dikaji.
- d. Pengendalian dengan menggunakan bahan kimia (chemical control)

Cara ini lebih mengutamakan penggunaan pestisida/rodentisida untuk peracunan. Penggunaan racun untuk memberantas vektor lebih efektif namun berdampak masalah gangguan kesehatan karena penyebaran racun tersebut menimbulkan keracunan bagi petugas penyemprot maupun masyarakat dan hewan peliharaan. Sebagai ilustrasi, pada tahun 1960-an yang menjadi titik tolak kegiatan kesehatan secara nasional (juga merupakan tanggal ditetapkannya Hari Kesehatan Nasional), ditandai dengan dimulainya kegiatan pemberantasan vektor nyamuk menggunakan bahan kimia DDT atau Dieldrin untuk seluruh rumah penduduk pedesaan. Hasilnya sangat baik karena terjadi penurunan densitas nyamuk secara drastis, namun efek sampingnya sungguh luar biasa karena bukan hanya nyamuk saja yang mati melainkan cicak juga ikut mati keracunan (karena memakan nyamuk yang keracunan), cecak tersebut dimakan kucing dan ayam, kemudian kucing dan ayam tersebut keracunan dan mati, bahkan manusia juga terjadi keracunan Karena menghirup atau kontak dengan bahan kimia tersebut melalui makanan tercemar atau makan ayam yang keracunan.

Selain itu penggunaan DDT/Dieldrin ini menimbulkan efek kekebalan tubuh pada nyamuk sehingga pada penyemprotan selanjutnya tidak banyak artinya. Selanjutnya bahan kimia tersebut dilarang digunakan. Penggunaan bahan kimia pemberantas serangga tidak lagi digunakan secara massal, yang masih digunakan secara individual sampai saat ini

adalah jenis Propoxur (Baygon). Pyrethrin atau dari ekstrak tumbuhan/bunga-bunga.

Untuk memberantas Nyamuk Aedes secara massal dilakukan fogging bahan kimia jenis Malathion/Parathion, untuk jentik nyamuk Aedes digunakan bahan larvasida jenis Abate yang dilarutkan dalam air. Cara kimia untuk membunuh tikus dengan menggunakan bahan racun arsenic dan asam sianida. Arsenic dicampur dalam umpan sedangkan sianida biasa dilakukan pada gudang-gudang besar tanpa mencemai makanan atau minuman, juga dilakukan pada kapal laut yang dikenal dengan istilah fumigasi. Penggunaan kedua jenis racun ini harus sangat berhati-hati dan harus menggunakan masker karena sangat toksik terhadap tubuh manusia khususnya melalui saluran pernafasan.

Penggunaan bahan kimia lainnya yang tidak begitu berbahaya adalah bahan attractant dan repellent. Bahan Attractant adalah bahan kimia umpan untuk menarik serangga atau tikus masuk dalam perangkap. Sedangkan repellent adalah bahan/cara untuk mengusir serangga atau tikus tidak untuk membunuh. Contohnya bahan kimia penolak nyamuk yang dioleskan ke tubuh manusia (Autan, Sari Puspa, dll) atau alat yang menimbulkan getaran ultrasonic untuk mengusir tikus (fisika).

e. **Pengendalian Genetik**

Dalam pendekatan ini, ada beberapa teknik yang dapat digunakan, di antaranya *setril technique*, *cytoplasmic incompatibility*, dan *chromosomal translocation*.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiman dan Suyono. 2010. Ilmu Kesehatan Masyarakat dalam Konteks Kesehatan Lingkungan. Jakarta : EGC
- Chandra, Budiman. 2012. Pengantar Kesehatan Lingkungan. Jakarta: EGC
- Gandahusada. dkk. 2000. parasitologi Kedokteran. Jakarta: EGC
- Soemirat Slamet, Juli.2009.Kesehatan Lingkungan.Yogyakarta : Gadjah Mada University Press
- Sumantri, Arif. 2015. Kesehatan Lingkungan. Jakarta: Kencana Perdana Media Grup
- Mudiatun dan Daryanto. 2015. Pengelolaan Kesehatan Lingkungan. Yogyakarta: Penerbit Gava Media
- Mukeno H.J, 2000. Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan. Surabaya: Air Langga University Press.