ISBN 978-623-125-782-6

KONSEP DASAR PARASITOLOGI

PENULIS:

Pipin Supenah
Sumiati Bedah
Kumara Rahmawati Zain
Insani Fitrahulil Jannah
Suparni
Muhammad Sultanul Aulya
Liza Mutia
Nora Harminarti
Tri Nova Lovena

KONSEP DASAR PARASITOLOGI

Pipin Supenah
Sumiati Bedah
Kumara Rahmawati Zain
Insani Fitrahulil Jannah
Suparni
Muhammad Sultanul Aulya
Liza Mutia
Nora Harminarti
Tri Nova Lovena

GETPRESS INDONESIA

KONSEP DASAR PARASITOLOGI

Penulis :
Pipin Supenah
Sumiati Bedah
Kumara Rahmawati Zain
Insani Fitrahulil Jannah
Suparni
Muhammad Sultanul Aulya
Liza Mutia
Nora Harminarti
Tri Nova Lovena

ISBN : 978-623-125-782-6

Editor : Dr. Oktavianis, M.Biomed.
Desain Sampul dan Tata Letak : Tri Putri Wahyuni, S. Pd.

PENERBIT : GET PRESS INDONESIA
Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022
Jl. Palarik RT 01 RW 06 Kelurahan Air Pacah
Kecamatan Koto Tangah Padang Sumatera Barat
website: www.getpress.co.id
email: adm.getpress@gmail.com

Cetakan pertama, Juni 2025

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk
dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga buku berjudul *Konsep Dasar Parasitologi* ini dapat diselesaikan. Buku ini hadir sebagai bentuk respons terhadap keingintahuan tentang parasit, yaitu organisme yang hidup di atau pada organisme lain (inang). Isi buku ini mencakup pembahasan tentang hubungan parasit dan host, pengaruh parasit dan host, cara penularan parasit, jenis-jenis parasit, protozoologi, konsep dasar arthropoda, helmintologi, parasit penyebab filariasis, dan parasit penyebab malaria.

Kami berharap buku ini dapat menjadi referensi yang bermanfaat terkait parasitologi. Akhir kata, semoga buku ini dapat memberikan manfaat dan inspirasi bagi semua pembaca,

Padang, Mei 2025

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ..... **i**
DAFTAR ISI ..... **ii**
DAFTAR GAMBAR ..... **v**
DAFTAR TABLET ..... **vii**
BAB 1 HUBUNGAN PARASIT DAN HOST **1**
1.1 Pendahuluan 1
1.2 Definisi dan Klasifikasi Parasit 2
1.3 Klasifikasi Host 3
1.4 Mekanisme Interaksi Parasit dan Host 4
1.5 Cara Parasit Merugikan Host 6
1.6 Peran Host bagi Parasit 7
1.7 Cara Parasit Memilih Host yang Tepat 8
1.8 Cara Parasit Memanfaatkan Host 11
1.9 Cara Parasit untuk Mempertahankan Diri di dalam Host 13
1.10 Parasit Dapat Hidup Lebih dari Satu Jenis Hospes 17
1.11 Siklus Hidup Parasit 17
1.12 Jenis-Jenis Siklus Hidup Parasit 18
1.13 Siklus Hidup dalam Tubuh Hospes Definitif 20
1.14 Pengaruh Parasit Terhadap Kesehatan Inang 21
DAFTAR PUSTAKA **23**
BAB 2 PENGARUH PARASIT DAN HOST **27**
2.1 Pendahuluan 27
2.2 Peran Parasit dalam Ekosistem 30
2.3 Konsep Parasit dan Parasitisme 33
DAFTAR PUSTAKA **52**
BAB 3 CARA PENULARAN PARASIT **53**
3.1 Pendahuluan 53
3.2 Cara Penularan Parasit *Nematoda* 54
3.3 Cara Penularan Parasit *Cestoda* 58

3.4 Cara Penularan Parasit Trematoda 68
3.5 Cara Penularan Parasit Protozoa Usus 71
3.6 Cara Penularan Parasit Protozoa Darah dan Jaringan 75
DAFTAR PUSTAKA 80
BAB 4 JENIS-JENIS PARASIT 89
4.1 Pendahuluan 89
4.2 Jenis Parasit Berdasarkan Tempat Hidupnya 90
4.3 Jenis Parasit Berdasarkan Cara Hidup (Ketergantungan Pada Hospes) 98
4.4 Jenis Parasit Berdasarkan Waktu Hidup 102
DAFTAR PUSTAKA 105
BAB 5 PROTOZOOLOGI 109
5.1 Pendahuluan 109
5.2 Morfologi dan Struktur 110
5.3 Siklus Hidup Protozoa 112
5.4 Klasifikasi Protozoa 114
5.5 Peran Protozoa Bagi Kehidupan Manusia 117
5.6 Pencegahan dan Pengobatan Penyakit Terkait Protozoa 120
DAFTAR PUSTAKA 122
BAB 6 KONSEP DASAR ARTHROPODA 123
6.1 Pendahuluan 123
6.2 Ciri-ciri Umum Arthropoda 123
6.3 Klasifikasi Arthropoda 125
DAFTAR PUSTAKA 142
BAB 7 HELMINTOLOGI 145
7.1 Pendahuluan 145
7.2 Distribusi Geografik 146
7.3 Klasifikasi 147
7.4 Morfologi dan Struktur 149
7.5 Siklus Hidup 155
7.6 Diagnosis Laboratorium 160

7.7 Pencegahan Penyakit Infeksi Kecacingan.....164
DAFTAR PUSTAKA.....165
BAB 8 PARASIT PENYEBAB FILARIASIS.....169
8. 1 Pendahuluan.....169
8.2 Parasit Penyebab.....170
8.3 Siklus Hidup.....174
8.4 Patofisiologi Filariasis.....176
8.5 Manifestasi Klinis Filariasis.....177
8.6 Diagnosis Fliariasis.....178
DAFTAR PUSTAKA.....181
BAB 9 PARASIT PENYEBAB MALARIA.....183
9.1 Pendahuluan.....183
9.2 Penyebab, Gejala dan Bahaya Malaria.....186
9.3 Pengobatan dan Pencegahan Malaria.....189
DAFTAR PUSTAKA.....195
BIODATA PENULIS.....197

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Cara Infeksi *Diphyllobothrium Latum*.....60
Gambar 3. 2 Cara Infeksi *Taenia sp.*.....62
Gambar 3. 3 Siklus Hidup dan Cara Infeksi *Hymenolepis nana* 65
Gambar 3. 4 Siklus Hidup dan Cara Infeksi *Hymenolepis Diminuta* 66
Gambar 4. 1 *Pediculus Humanus Capitis*.....92
Gambar 4. 2 *Sarcopetes Scabies*.....94
Gambar 4. 3 Morfologi Kista dan Trofozoit *Entamoeba Histolytica*.....96
Gambar 4. 4 *Naegleria Fowleri* In *Cerebrospinal Fluid* 99
Gambar 4. 5 Kista *Toxoplasma Gondii* 100
Gambar 4. 6 Cacing dewasa *Ascaris Lumbricoides*.....103
Gambar 4. 7 Stadium Dewasa *Cimex lecturis* 104
Gambar 5. 1 Reproduksi Aseksual Protozoa.....112
Gambar 5. 2 Klasifikasi Protozoa.....117
Gambar 6. 1 Struktur Tubuh Crustacea 127
Gambar 6. 3 Struktur Tubuh Myriapoda 134
Gambar 6. 4 Struktur Tubuh Chilopoda 135
Gambar 6. 5 Struktur Tubuh Diplopoda.....136
Gambar 6. 6 Struktur Tubuh Nyamuk 139
Gambar 7. 1 Struktur Nematoda.....151
Gambar 7. 2 Struktur trematoda 153
Gambar 7. 3 Struktur Cestoda.....155
Gambar 7. 4 Siklus Hidup Nematoda 156
Gambar 7. 5 Siklus Hidup Trematoda.....157
Gambar 7. 6 Siklus Hidup Cestoda.....159
Gambar 8. 1 Apusan Darah Tebal Menggunakan Pewarnaan Giemsa dari Mikrofilaria *W. Bancrofti*.....171

Gambar 8. 2 Apusan Darah Tebal Menggunakan Pewarnaan Giemsa dari Mikrofilaria *B. Malayi*.....173
Gambar 8. 3 Apusan Darah Tebal Pewarnaan Giemsa dari Mikrofilaria *Brugia Timori*.....174
Gambar 8. 4 a. Siklus Hidup *Brugia Malayi*.....174
Gambar 8. 5 b. Siklus Hidup *Wuchereria Bancrofti*.....175
Gambar 9. 1 Peta Endemis Malaria Di Indonesia Tahun 2022 185
Gambar 9. 2 Tampilan *P. Falcifarum* dalam Darah 187
Gambar 9. 3 Jenis *Plasmodium sp* Penyebab Malaria.....188
Gambar 9. 4 Prevalensi Malaria 2013-2018 Berdasarkan Riwayat Pemeriksaan Darah.....188
Gambar 9. 5 Prevalensi Malaria 2013-201Berdasarkan RDT 189

DAFTAR TABLET

Tabel 9. 1 Skema Pengobatan Malaria Secara Umum 191
Tabel 9. 2 Penggunaan ACT Pada Kasus Malaria..... 191

BAB 1
HUBUNGAN PARASIT DAN HOST

Oleh Pipin Supenah

1.1 Pendahuluan

Hubungan parasit dan host merupakan fenomena biologis yang kompleks, melibatkan interaksi antara parasit dan inang. Dalam ekosistem, parasitisme adalah salah satu bentuk simbiosis yang paling umum, di mana parasit mendapatkan keuntungan dari host sedangkan host mengalami kerugian. Hubungan antara parasit dan inangnya, yang seringkali kompleks dan saling bergantung, mencerminkan dinamika evolusi yang terus berubah. Parasit memanfaatkan inangnya untuk bertahan hidup sambil seringkali merugikan inang tersebut. Sementara itu, inang berupaya untuk melawan parasit untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Jenis hubungan parasit dengan host digolongkan menjadi parasitime, mutualisme dan komensalisme. Parasitisme adalah hubungan timbal balik antara satu spesies dengan spesies lain, di mana parasit merugikan hostnya secara signifikan (Alponsin, 2019). Mutualisme adalah hubungan antara dua spesies yang saling menguntungkan. Sedangkan komensalisme merupakan hubungan di mana parasit mendapatkan keuntungan namun tidak merugikan hostnya.

1.2 Definisi dan Klasifikasi Parasit

Parasit adalah organisme yang hidup di atau pada organisme lain (inang), biasanya merugikan inangnya. Parasit dapat diklasifikasikan berdasarkan tempat hidupnya yaitu ektoparasit (hidup di permukaan inang) dan endoparasit (hidup di dalam inang) (Alponsin, 2019). Ektoparasit seringkali memiliki struktur yang khusus untuk menghisap darah, cairan, atau keringat dari inang. Mekanisme ektoparasit dengan hostnya melibatkan serangkaian interaksi kompleks antara ektoparasit dan inangnya. Ektoparasit bergantung pada host untuk mendapatkan sumber daya yang diperlukan untuk kelangsungan hidupnya. Mereka dapat melekat pada kulit inang, mengisap darah, atau melakukan interaksi lainnya yang menguntungkan bagi ektoparasit dan merugikan bagi host. Endoparasit dapat menempati berbagai organ internal seperti hati, usus, atau ginjal. Endoparasit seringkali memiliki siklus hidup yang kompleks dan memerlukan beberapa tahap perkembangan di dalam tubuh inang. Organisme yang ditumpangi atau mendukung parasit disebut host atau hospes atau tuan rumah. Mekanisme interaksi antara endoparasit dan hostnya melibatkan penelanan endoparasit ke dalam tubuh inang untuk bertahan hidup, berkembang biak, dan mendapatkan sumber daya. Endoparasit seringkali menginfeksi organ-organ dalam inang seperti usus, jaringan tubuh, atau organ dalam lainnya. Mereka dapat memanfaatkan sumber nutrisi inang, merugikan kondisi kesehatan inang, dan berkembang biak di dalam tubuh inang (Hotez & Gurwith, 2011).

1.3 Klasifikasi Host

1.3.1 Hospes Definitif (*Definitive Host*)

Hospes definitif adalah inang yang digunakan untuk berkembang biak hingga dewasa. Contoh adalah nyamuk sebagai inang bagi Plasmodium sp., yang dapat menyebabkan penyakit malaria (Saraswati, 2020). Dalam siklus hidup parasit, host definitif merupakan tempat di mana parasit mencapai kematangan seksual dan biasanya menghasilkan telur atau bentuk reproduktif lainnya yang akan menyebar ke lingkungan untuk menginfeksi host lain atau memulai siklus hidup baru. Host definitif dalam penyebaran penyakit memegang peran penting karena merupakan tempat di mana parasit menghasilkan bentuk dewasa atau tahap reproduktif yang dapat menular ke host lain atau ke lingkungan sekitarnya. Dengan demikian, host definitif dapat menjadi sumber penularan penyakit kepada host lain, baik itu manusia maupun hewan lain, serta dapat mempertahankan siklus hidup parasite (Council & Parasites, 2017)

1.3.2 Hospes Antara (*Intermediate Host*)

Hospes antara merupakan tempat hidup parasit yang mengalami proses perkembangan larva atau fase muda. Contoh adalah fase muda Plasmodium malaria yang berkembang di dalam tubuh manusia (Saraswati, 2020). Hospes antara dalam penyebaran penyakit memegang peran penting sebagai perantara atau tempat transit bagi tahapan tertentu dari siklus hidup parasit. Mereka memiliki peran dalam menyediakan lingkungan yang diperlukan bagi perkembangan parasit sebelum parasit tersebut dapat kembali ke hospes definitifnya.

Hospes antara juga dapat berperan sebagai sumber penularan bagi hospes definitif atau hospes lainnya (Hotez *et al*., 2015)

1.3.3 Hospes Alternatif (*Alternate Host*)

Hospes alternatif adalah inang yang dapat ditempati secara bergantian oleh parasite cotohnya adalah *Fasciola hepatica*, yang dapat hidup pada beberapa spesies inang (Saraswati, 2020). Hospes alternatif dalam penyebaran penyakit memiliki peran sebagai host sementara atau tambahan dalam siklus hidup parasit. Mereka dapat membantu parasit untuk berkembang biak, bertahan hidup, atau menyebar ke host definitif atau host lainnya. Dengan demikian, hospes alternatif dapat memperluas jangkauan geografis parasit dan meningkatkan kemungkinan penularan penyakit ke berbagai populasi host (Lafferty & Kuris, 2009).

1.4 Mekanisme Interaksi Parasit dan Host

1.4.1 Adaptasi Parasit

Parasit memiliki adaptasi yang unik untuk hidup di dalam inang, seperti mengubah metabolisme untuk menghindari sistem imun inang (Alponsin, 2019). Parasit memiliki kemampuan adaptasi yang luar biasa baik di dalam tubuh hospes (host) maupun di luar tubuh hospes. Beberapa strategi adaptasi yang biasa digunakan oleh parasit meliputi:

1. Penyamaran: Parasit bisa menyamar atau menyesuaikan diri dengan lingkungan hospes agar tidak terdeteksi oleh sistem kekebalan hospes.

2. Modulasi respons hospes: Parasit dapat memodulasi respons imun hospes untuk menciptakan lingkungan yang menguntungkan bagi kelangsungan hidupnya.
3. Perubahan siklus hidup: Parasit dapat memiliki siklus hidup yang kompleks dengan tahapan adaptif yang berbeda di dalam dan di luar hospes, memungkinkan mereka bertahan hidup dalam berbagai kondisi (Medzhitov *et al*., 2012)

1.4.2 Mekanisme Pertahanan Inang

Inang memiliki sistem pertahanan yang kompleks untuk melawan parasit, seperti produksi antibodi dan sel-sel imun (Alponsin, 2019). Mekanisme pertahanan inang terhadap parasit melibatkan serangkaian respons fisik, imunologis, dan perilaku yang bertujuan untuk melawan infeksi parasit dan meminimalkan kerusakan yang disebabkan oleh parasit tersebut. Beberapa mekanisme pertahanan inang meliputi:

1. Sistem kekebalan: Inang menggunakan sistem kekebalan tubuhnya, termasuk respons imun spesifik dan non-spesifik, untuk mengenali, melawan, dan menghilangkan parasit yang masuk ke dalam tubuhnya.
2. Perilaku: Inang dapat mengubah perilakunya untuk mengurangi risiko infeksi parasit, seperti meningkatkan kebersihan diri atau menghindari lingkungan yang berpotensi terkontaminasi.
3. Mekanisme fisik: Beberapa inang memiliki mekanisme fisik seperti kulit tebal atau struktur tubuh tertentu yang dapat mencegah penetrasi parasit ke dalam tubuh (Schmid-Hempel, 2021).

1.4.3 Infeksi dan Infestasi

Infeksi terjadi ketika parasit masuk ke dalam inang, sedangkan infestasi terjadi ketika parasit mulai berkembang biak di dalam inang (Alponsin, 2019). Infeksi dan infestasi adalah dua istilah yang digunakan dalam konteks interaksi antara parasit dan hospes. Infeksi merujuk pada invasi parasit ke dalam tubuh hospes, di mana parasit dapat berkembang biak, menyebabkan penyakit, atau hidup secara simbiotik dengan hospes. Infeksi dapat terjadi pada tingkat seluler atau organik, tergantung pada jenis parasit dan hospes yang terlibat. Sedangkan infestasi biasanya digunakan untuk menggambarkan invasi parasit eksternal pada hospes, seperti kutu, tungau, atau cacing yang hidup di luar tubuh hospes. Infestasi dapat merujuk pada akumulasi parasit di atau pada hospes tanpa invasi ke dalam jaringan tubuh (Bowman, D. D., Hendrix, C. M., & Lindsay, 2018).

1.5 Cara Parasit Merugikan Host

Parasit merugikan inang melalui berbagai cara, seperti mengganggu proses metabolisme, menyebabkan kerusakan jaringan, atau mengganggu fungsi organ (Saraswati, 2020).

1.5.1 Hiperparasitisme

Hiperparasitisme adalah suatu kondisi di mana sejenis parasit menyerang parasit lainnya. Contohnya cacing pita muda yang menjadi parasit pada *Udonella caligorum*, yaitu suatu parasit pada ikan Copepoda (Harvey, J. A., Strand, M. R., & Malcicka, 2021)

1.5.2 Superparasitisme

Suatu kondisi di mana inang mengalami infeksi lebih dari satu spesies parasit. Contohnya cacing daun primitif *Cotylurus flabelliformis* yang berparasit dalam usus halus itik (Saraswati, 2020).

1.6 Peran Host bagi Parasit

1.6.1 Tempat Hidup dan Pembiakan

Host menyediakan tempat hidup yang nyaman bagi parasit untuk tumbuh dan berkembang biak. Hospes definitif adalah inang yang digunakan untuk berkembang biak hingga dewasa, seperti manusia untuk *Plasmodium* yang menyebabkan malaria. *Hospes perantara* adalah tempat parasit tumbuh menjadi bentuk infektif sebelum menyebar ke hospes definitif, seperti fase muda *Plasmodium* yang berkembang di dalam tubuh manusia (Saraswati, 2020).

1.6.2 Sumber Daya Nutrisi

Host menyediakan sumber daya nutrisi yang diperlukan oleh parasit untuk kelangsungan hidupnya. Ektoparasit seperti kutu mengisap darah dari kulit manusia untuk mendapatkan nutrisi, sedangkan endoparasit seperti *Ascaris lumbricoides* mengisap nutrisi dari cairan usus manusia (Saraswati, 2020).

1.6.3 Menghindari Sistem Imun

Host memiliki sistem imun yang dapat melawan parasit. Namun, beberapa parasit memiliki adaptasi yang unik untuk menghindari sistem imun host. Contoh *Plasmodium* yang menyebabkan malaria dapat

mengubah metabolisme untuk menghindari sistem imun manusia (Saraswati, 2020).

1.6.4 Menghasilkan Enzim yang Merusak

Beberapa parasit dapat menghasilkan enzim yang dapat merusak tekstur dan kualitas dari daging ikan atau manusia. Contoh, beberapa larva dan cacing parasit dapat menyebabkan penyakit pada pencernaan dan menghasilkan enzim yang merusak daging ikan (Saraswati, 2020).

1.7 Cara Parasit Memilih Host yang Tepat

Melibatkan beberapa faktor biologis dan ekologis. Berikut adalah beberapa cara yang umum digunakan oleh parasit untuk memilih hospes yang tepat:

1.7.1 Kemampuan Adaptasi

Parasit memiliki kemampuan adaptasi yang unik untuk hidup di dalam hospes. Mereka dapat mengubah metabolisme, menghindari sistem imun hospes, dan menyesuaikan diri dengan lingkungan internal hospes. Contoh *Plasmodium* yang menyebabkan malaria dapat mengubah metabolisme untuk menghindari sistem imun manusia (Armin Arief, 1986). Adaptasi parasit untuk memilih host yang tepat juga melibatkan sejumlah strategi yang berkembang seiring waktu evolusi. Beberapa adaptasi ini meliputi:

1. Deteksi Sinyal Kimia: Parasit sering mengandalkan sinyal kimia dari inang untuk menemukan inang yang tepat. Mereka dapat mendeteksi feromon, senyawa kimia, atau molekul lain yang dilepaskan oleh inang.
2. Kemampuan Menyesuaikan Serangan: Parasit dapat mengubah strategi serangan mereka berdasarkan

respons inang, seperti menghindari sistem kekebalan inang atau menyesuaikan cara mereka memasuki inang.

3. Spesifisitas Inang: Beberapa parasit memiliki spesifisitas yang tinggi terhadap inang tertentu, yang memungkinkan mereka untuk mengidentifikasi inang yang ideal untuk bertelur dan berkembang biak.
4. Mimikri dan Penipuan: Beberapa parasit menggunakan mimikri atau tipuan visual untuk menipu inang agar menerima mereka sebagai inangnya (Brodeur, J., & Boivin, 2020)

1.7.2 Interaksi dengan Vektor

Beberapa parasit membutuhkan vektor untuk menyebar ke hospes. Contoh *Plasmodium* yang menyebabkan malaria membutuhkan nyamuk Anopheles sebagai vektor untuk menyebar ke manusia. Ketika nyamuk menggigit kulit manusia, parasit ini dapat masuk ke dalam tubuh manusia (Sumanto, 2016).

1.7.3 Kerusakan yang Ditimbulkan

Parasit patogen dapat memilih hospes berdasarkan kemampuan mereka untuk menimbulkan kerusakan pada hospes. Parasit yang lebih patogenik cenderung memilih hospes yang lebih rentan terhadap infeksi. Contoh *Entamoeba histolytica* memilih hospes dengan sistem imun yang lemah, seperti orang dengan HIV/AIDS (Armin Arief, 1986).

1.7.4 Ketersediaan Sumber Daya

Parasit juga memilih hospes berdasarkan ketersediaan sumber daya seperti makanan dan tempat hidup yang nyaman. Contoh, ektoparasit seperti kutu

dapat memilih hospes dengan kulit yang lembab dan hangat, seperti manusia yang beraktivitas banyak (Armin Arief, 1986)

1.7.5 Interaksi dengan Hospes Alternatif

Beberapa parasit dapat hidup di dalam hospes alternatif sebelum menyebar ke hospes definitif. Contoh, *Fasciola hepatica* dapat hidup di dalam beberapa spesies inang sebelum menyebar ke manusia (Armin Arief, 1986).

1.7.6 Kemampuan Reproduksi

Parasit yang dapat bereproduksi lebih cepat cenderung memilih hospes yang lebih stabil dan dapat menyediakan lingkungan yang nyaman untuk perkembangan mereka. Contoh *Ascaris lumbricoides* dapat bereproduksi dengan cepat di dalam usus manusia (Armin Arief, 1986).

1.7.7 Derajat Preferensi Inang

Derajat preferensi inang merujuk pada sejauh mana parasit atau predator cenderung memilih inang tertentu dibandingkan dengan inang lain dalam suatu populasi. Preferensi inang dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk karakteristik fisik inang, sinyal kimia yang dikeluarkan inang, keberadaan nutrisi yang diperlukan, tingkat pertahanan inang, dan faktor lingkungan. Parasit atau predator biasanya memiliki preferensi tertentu terhadap inang berdasarkan adaptasi evolusioner mereka. Beberapa spesies parasitoid, mungkin lebih spesifik terhadap inang tertentu, sementara yang lain lebih generalis dalam pemilihan inang (Rosenheim, J. A., & Rosen, 2019).

1.8 Cara Parasit Memanfaatkan Host

1.8.1 Menggunakan Hospes sebagai Tempat Hidup

Parasit memanfaatkan hospes sebagai tempat hidup, tumbuh, dan berkembang biak. Hospes definitive adalah inang yang digunakan untuk berkembang biak hingga dewasa, seperti manusia untuk Plasmodium yang menyebabkan malaria. Hospes perantara adalah tempat parasit tumbuh menjadi bentuk infektif sebelum menyebar ke hospes definitif, seperti fase muda *Plasmodium* yang berkembang di dalam tubuh manusia (Infolabmed, 2017).

1.8.2 Menggunakan Sumber Daya Hospes

Parasit menggunakan sumber daya hospes untuk memenuhi kebutuhan hidup mereka. Contoh, ektoparasit seperti kutu mengisap darah dari kulit manusia untuk mendapatkan nutrisi. Beberapa parasit juga mengisap cairan tanaman jika mereka hidup pada tumbuhan (Makarim, 2019)

1.8.3 Menghindari Sistem Imun Hospes

Parasit memiliki adaptasi yang unik untuk menghindari sistem imun hospes. Mereka dapat mengubah metabolisme, mengubah bentuk tubuh, atau menghasilkan substansi yang mengganggu fungsi imun hospes. Contoh *Plasmodium* yang menyebabkan malaria dapat mengubah metabolisme untuk menghindari sistem imun manusia (Makarim, 2019).

1.8.4 Mengadakan Reproduksi

Parasit memanfaatkan hospes untuk mengadakan reproduksi. Mereka dapat bereproduksi secara seksual di dalam hospes definitif atau secara aseksual di dalam hospes perantara. Contoh *Ascaris lumbricoides* dapat bereproduksi dengan cepat di dalam usus manusia (Armin Arief, 1986).

1.8.5 Menggunakan Vektor

Beberapa parasit membutuhkan vektor untuk menyebar ke hospes. Contoh *Plasmodium* yang menyebabkan malaria membutuhkan nyamuk *Anopheles* sebagai vektor untuk menyebar ke manusia. Vektor biologis seperti nyamuk *Anopheles* dapat memainkan peran penting dalam siklus hidup parasit (Makarim, 2019).

1.8.6 Mengadakan Interaksi dengan Lingkungan

Parasit memiliki interaksi yang kompleks dengan lingkungan sekitarnya. Beberapa parasit sangat rentan terhadap perubahan lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan keberadaan inang. Perubahan lingkungan dapat mempengaruhi siklus hidup, distribusi geografis, dan tingkat infeksi parasit. Parasit juga memanfaatkan lingkungan hospes untuk kelangsungan hidup mereka. Mereka dapat menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan internal hospes, seperti suhu, pH, dan ketersediaan oksigen contohnya beberapa parasit usus dapat menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungan usus manusia (Lafferty, 2009).

1.9 Cara Parasit untuk Mempertahankan Diri di dalam Host

1.9.1 *Persistence*

Parasit dapat membentuk fase-fase yang spesial untuk bertahan terhadap kondisi lingkungan yang merugikan atau membahayakan. Fase ini dapat berupa stadium dorman atau stadium lain yang tidak aktif secara biologis, sehingga parasit dapat bertahan hidup di dalam host tanpa menyebabkan kerusakan signifikan pada awalnya. Contoh, beberapa parasit protozoa dapat membentuk kista yang tahan lama di dalam jaringan tubuh host (Perhimpunan Ahli Epidemiologi Indonesia & Direktoral Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Kemenkes RI, 2021). Mekanisme persistensi parasit dalam tubuh host melibatkan strategi adaptasi yang memungkinkan parasit untuk bertahan hidup dan berkembang biak dalam lingkungan inangnya. Beberapa mekanisme persistence parasit meliputi:

1. Evasi Imun: Parasit dapat mengelabui atau menekan sistem kekebalan inang sehingga dapat bertahan hidup dalam tubuh inang tanpa dieliminasi oleh respons imun.
2. Bentuk laten: Parasit dapat mengadopsi bentuk laten atau dorman dalam inang, mengaktifkan kembali infeksi saat kondisi menguntungkan.
3. Resistensi Obat: Parasit dapat mengembangkan resistensi terhadap obat yang digunakan untuk mengobati infeksi, menyebabkan kesulitan dalam pengendalian penyakit.
4. Adaptasi Lingkungan: Parasit dapat beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan, memungkinkan kelangsungan hidupnya di berbagai habitat.

5. Kemampuan Replikasi: Parasit dapat memiliki mekanisme replikasi yang cepat atau tersembunyi, memungkinkan penyebaran infeksi tanpa gejala yang nyata (Hotez & Pecoul, 2010).

1.9.2 *Latency*

Parasit dapat berada dalam tahapan *latency*, yaitu masa tidak memberikan efek infektif terhadap host baru. Dalam tahapan ini, parasit tidak aktif secara biologis dan tidak menyebabkan kerusakan pada host. Contoh *Toxoplasma gondii* dapat berada dalam tahapan *latency* di dalam otak manusia selama beberapa tahun sebelum aktif Kembali (Perhimpunan Ahli Epidemiologi Indonesia & Direktoral Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Kemenkes RI, 2021). Mekanisme *latency* parasit dalam tubuh host melibatkan kondisi di mana parasit berada dalam keadaan tidak aktif atau tersembunyi dalam tubuh host tanpa menimbulkan gejala atau kerusakan yang nyata. Parasit dapat mengadopsi strategi *latency* untuk menghindari deteksi oleh sistem kekebalan inang atau untuk menunggu kondisi lingkungan yang lebih menguntungkan sebelum aktif kembali. Beberapa mekanisme *latency* parasit meliputi:

1. Penyembunyian: Parasit dapat menyembunyikan dirinya di dalam sel host atau di jaringan tertentu untuk menghindari deteksi.
2. Modulasi Respons Inang: Parasit dapat memodulasi respons inang untuk menjaga kondisi yang mendukung kelangsungan hidupnya tanpa menimbulkan gejala penyakit.
3. Siklus Hidup Dormant: Parasit dapat memasuki tahap dormansi atau keadaan tidak aktif dalam siklus hidupnya sampai kondisi lingkungan yang sesuai tercapai (Morand, S., & Krasnov, 2010).

1.9.3 Menghindari Sistem Imun

Parasit memiliki adaptasi yang unik untuk menghindari sistem imun host. Mereka dapat mengubah metabolisme, mengubah bentuk tubuh, atau menghasilkan substansi yang mengganggu fungsi imun host. Contoh *Plasmodium* yang menyebabkan malaria dapat mengubah metabolisme untuk menghindari sistem imun manusia (Nurlaily, 2021). Parasit memiliki berbagai mekanisme untuk menghindari atau menetralkan respons sistem kekebalan inang. Beberapa strategi yang digunakan oleh parasit untuk menghindari sistem imun inang meliputi:

1. Mimikri Molekuler: Parasit dapat meniru molekul inang untuk mengelabui sistem kekebalan.
2. Modulasi Imun: Parasit dapat mengubah respons imun inang dengan menghambat atau meredam reaksi kekebalan.
3. Penyembunyian dan Perlindungan: Parasit dapat menyembunyikan diri atau melindungi diri dengan menghasilkan lapisan pelindung.
4. Perubahan Permukaan: Parasit dapat mengubah struktur permukaan untuk menghindari deteksi oleh sistem kekebalan inang (Maizels & Yazdanbakhsh, 2003).

1.9.4 Menghasilkan Enzim yang Merusak

Beberapa parasit dapat menghasilkan enzim yang dapat merusak tekstur dan kualitas dari jaringan tubuh host. Contoh, beberapa larva dan cacing parasit dapat menyebabkan penyakit pada pencernaan dan menghasilkan enzim yang merusak jaringan tubuh (Nurlaily, 2021). Enzim yang dihasilkan oleh parasit dapat digunakan untuk merusak host melalui berbagai mekanisme. Enzim tersebut dapat memecah struktur seluler atau jaringan host, menghancurkan membran sel,

memodulasi respons imun host, atau mengubah lingkungan host agar lebih sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan parasit.

Beberapa contoh mekanisme enzim yang dihasilkan parasit dalam merusak host meliputi:

1. Enzim Proteolitik: Digunakan untuk memecah protein dalam host, memfasilitasi penetrasi parasit ke dalam sel atau jaringan host.
2. Enzim Lipolitik: Berperan dalam pemecahan lipid atau lemak dalam host, yang dapat merusak membran sel host.
3. Enzim Polisakaridase: Berfungsi untuk menguraikan polisakarida, memungkinkan parasit mengakses sumber energi dalam host (Ocampo, P. S., & Reis-Cunha, 2021).

1.9.4 Penyebaran Melalui Vektor

Mekanisme penyebaran parasit melalui vektor melibatkan penggunaan organisme vektor sebagai perantara untuk mentransmisikan parasit dari satu host ke host lainnya. Parasit menggunakan vektor untuk menyebarkan diri, memasuki host baru, dan melanjutkan siklus hidupnya. Vektor seringkali adalah serangga seperti nyamuk, lalat, kutu, atau kelompok hewan lainnya. Parasit dapat menggunakan vektor untuk menyebar ke host baru. Vektor biologis seperti nyamuk Anopheles dapat memindahkan parasit seperti *Plasmodium* ke dalam tubuh manusia. Vektor juga dapat dikategorikan sebagai bagian dalam proses transmisi parasit (Nurlaily, 2021).

Berikut mekanisme penyebaran parasit melalui vektor yaitu:

1. Transmisi Aktif: Parasit menginfeksi vektor, berkembang biak di dalamnya, dan kemudian

ditransmisikan ke host lain melalui gigitan atau kontak vektor dengan host.

2. Transmisi Pasif: Parasit menempel pada vektor dan ditularkan ke host saat vektor bersentuhan dengan host, misalnya melalui kontak langsung atau konsumsi.
3. Transmisi Mekanik: Parasit ditularkan secara mekanis, misalnya ketika vektor mengangkut parasit pada kaki atau tubuhnya dan menginfeksi host lain melalui kontak langsung (Hotez, P. J., Bottazzi, M. E., & Dumonteil, 2020).

1.10 Parasit Dapat Hidup Lebih dari Satu Jenis Hospes

Parasit memiliki kemampuan untuk hidup dan berkembang biak di lebih dari satu jenis hospes atau inang. Fenomena ini dikenal sebagai "parasitisme lintas spesies" atau "*host switching*". Parasitisme lintas spesies dapat terjadi ketika parasit mampu beradaptasi dengan inang baru yang mungkin memiliki karakteristik biologis yang berbeda. Adaptasi parasit terhadap inang baru dapat melibatkan perubahan genetik atau sifat-sifat biologis yang memungkinkan mereka untuk bertahan hidup dan bereproduksi di inang yang berbeda. Fenomena ini memiliki implikasi penting dalam epidemiologi penyakit menular, evolusi parasit, dan kesehatan populasi inang (Longdon *et al*., 2018)

1.11 Siklus Hidup Parasit

Siklus hidup parasit adalah serangkaian tahap perkembangan yang dilalui oleh parasit, yang dapat melibatkan satu atau beberapa inang. Pemahaman tentang

siklus hidup ini penting untuk mengidentifikasi cara penularan dan pencegahan infeksi parasit.

Tahapan Siklus Hidup Parasit

1. Telur: Banyak parasit memulai siklus hidupnya dengan tahap telur, yang dikeluarkan oleh inang dalam jumlah besar. Telur ini kemudian akan menetas menjadi larva dalam kondisi lingkungan yang sesuai.
2. Larva: Setelah menetas, larva dapat mengalami beberapa instar (tahapan) sebelum mencapai bentuk dewasa. Beberapa parasit, seperti cacing, memiliki beberapa tahap larva yang berbeda, masing-masing dengan karakteristik dan habitat yang spesifik.
3. Dewasa: Pada tahap ini, parasit mencapai kematangan seksual dan dapat bereproduksi. Parasit dewasa biasanya hidup dalam inang definitif, di mana mereka dapat menyelesaikan siklus reproduksinya.
4. Inang Perantara: Beberapa parasit memerlukan inang perantara untuk menyelesaikan tahap tertentu dari siklus hidupnya. Misalnya, Plasmodium sp. (penyebab malaria) memerlukan nyamuk sebagai inang perantara untuk berkembang biak secara seksual sebelum kembali ke inang manusia.
5. Transmisi: Proses penyebaran parasit dari satu inang ke inang lain bisa melalui berbagai cara, seperti melalui vektor (contoh: nyamuk), kontak langsung, atau melalui makanan dan air yang terkontaminasi (Diah Ayu K, 2022)

1.12 Jenis-Jenis Siklus Hidup Parasit

Siklus hidup parasit umumnya dibedakan menjadi dua kategori utama tipe langsung dan tipe tidak langsung. Berikut adalah penjelasan masing-masing tipe:

1. Tipe Langsung

Parasit tipe langsung memiliki siklus hidup yang sederhana dan langsung melibatkan satu inang saja dalam proses reproduksi dan perkembangbiakannya. Siklus hidup parasit tipe langsung umumnya tidak memerlukan inang perantara atau vektor untuk menyelesaikan siklus hidupnya. Contohnya, cacing gelang (*Ascaris lumbricoides*) adalah parasit tipe langsung yang menginfeksi manusia secara langsung melalui telur yang masuk ke dalam tubuh melalui mulut, berkembang menjadi larva di dalam usus, dan kemudian menjadi cacing dewasa yang hid di saluran pencernaan. Parasit tipe langsung serkali memiliki siklus hidup yangatif sederhana dan langsung terkait dengan inang utama mereka (Bowman, D. D., Hendrix, C. M., & Lindsay, 2018).

2. Tipe Tidak Langsung

Tipe ini melibatkan satu inang definitif dan satu atau lebih inang perantara. Parasit tumbuh dan berkembang biak secara aseksual di dalam tubuh inang perantara sebelum akhirnya mencapai bentuk dewasa di inang definitif. Contoh siklus hidup Plasmodium memerlukan nyamuk Anopheles sebagai inang perantara untuk berkembang biak secara seksual. Setelah nyamuk menggigit manusia, parasit ini masuk ke dalam aliran darah dan berkembang biak di dalam sel darah merah. Di dalam inang perantara, parasit dapat mengalami beberapa tahap larva sebelum mencapai bentuk infektif yang siap menginfeksi inang definitif. Kedua tipe daur hidup ini menunjukkan kompleksitas interaksi antara parasit dan inang serta pentingnya

memahami siklus hidup untuk pengendalian dan pencegahan penyakit yang ditimbulkan oleh parasit tersebut (Sumanto, 2016).

1.13 Siklus Hidup dalam Tubuh Hospes Definitif

Parasit menyelesaikan siklus hidupnya di dalam hospes definitif melalui beberapa tahap yang berbeda, tergantung pada jenis parasitnya. Cara umum bagaimana parasit menyelesaikan siklus hidupnya dalam inang definitif dikenal dengan invasif dan penetrasi. Parasit memulai siklus hidupnya dengan memasuki tubuh inang, yang dapat terjadi melalui berbagai cara seperti melalui vektor dan kontak langsung. Contoh parasit yang masuk kedalam tubuh inang melalui vektor seperti *Plasmodium* yang masuk ke dalam tubuh manusia melalui gigitan nyamuk Anopheles yang terinfeksi.

Parasit seperti cacing gelang dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui kontak langsung yaitu dengan secara tidak sengaja konsumsi telur yang mengkontaminasi makanan atau melalui kulit. Setelah berhasil masuk, parasit akan mulai berkembang biak di dalam hospes. Banyak parasit melakukan reproduksi aseksual di dalam inang definitif. Misalnya, *Plasmodium* berlipat ganda di dalam sel darah merah manusia, menyebabkan kerusakan sel dan gejala penyakit. Parasit juga mengalami perubahan morfologi selama pertumbuhannya, yang mempengaruhi bentuk dan ukuran sel parasit. Setelah cukup berkembang, beberapa parasit akan mencapai tahap dewasa. Dalam kasus parasit seperti *Plasmodium*, setelah berkembang biak secara seksual di dalam nyamuk, parasit ini akan kembali ke manusia saat nyamuk menggigit. Parasit juga memiliki kemampuan untuk beradaptasi dengan sistem imun hospes dan lingkungan

internal seperti penyamaran antigenik yaitu parasit dapat menyamarkan diri dari sistem imun inang untuk bertahan lebih lama dan melanjutkan siklus hidupnya (Hotez & Pecoul, 2010).

1.14 Pengaruh Parasit Terhadap Kesehatan Inang

Pengaruh parasit terhadap kesehatan inang dapat sangat signifikan dan bervariasi tergantung pada jenis parasit dan kondisi inang. Parasit dapat menyebabkan kerusakan mekanis pada jaringan inang. Misalnya, migrasi parasit di dalam tubuh dapat merusak sel-sel inang, yang dapat menyebabkan pecahnya sel atau kerusakan jaringan lainnya. Pecahnya pembuluh darah karena adanya parasite yang menghisap darah menyebabkan lubang-lubang kecil pada pembuluh darah kapiler yang berpotensi mengakibatkan pendarahan. Parasit bersaing dengan inang untuk mendapatkan nutrisi esensial. Hal ini dapat mengakibatkan malnutrisi pada inang, terutama jika infeksi parasit berlangsung lama dan melibatkan banyak parasit. Kehadiran parasit memicu respons imun dari inang, yang dapat menyebabkan peradangan dan gejala penyakit. Sistem imun berusaha untuk melawan infeksi, tetapi dalam beberapa kasus, reaksi ini malah dapat merusak jaringan sehat di sekitarnya.

Beberapa parasit memiliki kemampuan untuk beradaptasi dengan sistem imun inang melalui mekanisme penyamaran antigenik, yang memungkinkan mereka untuk bertahan lebih lama di dalam tubuh inang. Infeksi parasit yang tidak diobati dapat menyebabkan masalah kesehatan jangka panjang, termasuk gangguan pertumbuhan pada anak-anak dan penurunan kualitas hidup secara umum pada individu dewasa. Usia dan kondisi kesehatan individu juga

mempengaruhi dampak infeksi parasit. Anak-anak dan orang tua biasanya lebih rentan terhadap efek negatif dari infeksi parasite. Pengaruh parasit terhadap kesehatan inang sangat kompleks dan melibatkan interaksi antara faktor biologis dari parasit dan respons imun serta kondisi kesehatan dari inang itu sendiri (Bethony *et al.*, 2006)

DAFTAR PUSTAKA

Alponsin. (2019). *Mikrobiologi dan Parasitologi*. https://alponsin.wordpress.com/2019/06/13/parasitologi/

Armin Arief. (1986). *Konsep Dasar Parasitologi*. Universitas Terbuka Padang. http://repository.unp.ac.id/43627/1/KKI_ARMIN_ARIEF_1986.pdf

Bethony, J., Brooker, S., Albonico, M., Geiger, S. M., Loukas, A., Diemert, D., & Hotez, P. J. (2006). Soil-transmitted helminth infections: ascariasis, trichuriasis, and hookworm. *Lancet (London, England)*, *367*(9521), 1521–1532. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)68653-4

Bowman, D. D., Hendrix, C. M., & Lindsay, D. S. (2018). *Feline Clinical Parasitology*. John Wiley & Sons.

Brodeur, J., & Boivin, G. (2020). *Functional ecology of insect parasitoids: from individuals to populations*. John Wiley & Sons.

Council, T., & Parasites, C. A. (2017). *Tropical Council for Companion Animal Parasites*. *March*.

Diah Ayu K, S. dkk. (2022). *Mengenal Lebih Dalam Parasitologi*. UWKS Press.

Harvey, J. A., Strand, M. R., & Malcicka, M. (2021). Evolution of Host Usage and Superparasitism in Parasitoids. *Annual Review of Entomology*, *66*, 297-314.

Hotez, P. J., Bottazzi, M. E., & Dumonteil, E. (2020). The anterior abdominal wall as a vector of Trypanosoma cruzi transmission in the Americas. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, *14(7)*(e0008238).

Hotez, P. J., Bottazzi, M. E., Strych, U., Chang, L.-Y., Lim, Y. A. L., Goodenow, M. M., & AbuBakar, S. (2015). Neglected tropical diseases among the Association of Southeast Asian Nations (ASEAN): overview and update. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, *9*(4), e0003575. https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0003575

Hotez, P. J., & Gurwith, M. (2011). Europe's neglected infections of poverty. *International Journal of Infectious Diseases : IJID : Official Publication of the International Society for Infectious Diseases*, *15*(9), e611-9. https://doi.org/10.1016/j.ijid.2011.05.006

Hotez, P. J., & Pecoul, B. (2010). "Manifesto" for advancing the control and elimination of neglected tropical diseases. In *PLoS neglected tropical diseases* (Vol. 4, Issue 5, p. e718). https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000718

Infolabmed. (2017). *Parasitologi*.

Lafferty, K. D. (2009). The ecology of climate change and infectious diseases. Ecology. *Ecology*, *90(4)*, 888–900. https://doi.org/10.1890/08-0079.1

Lafferty, K. D., & Kuris, A. M. (2009). Parasitic castration: the evolution and ecology of body snatchers. *Trends in Parasitology*, *25*(12), 564–572. https://doi.org/10.1016/j.pt.2009.09.003

Longdon, B., Day, J. P., Alves, J. M., Smith, S. C. L., Houslay, T. M., McGonigle, J. E., Tagliaferri, L., & Jiggins, F. M. (2018). Host shifts result in parallel genetic changes when viruses evolve in closely related species. *PLoS Pathogens*, *14*(4), 1–14. https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1006951

Maizels, R. M., & Yazdanbakhsh, M. (2003). Immune regulation by helminth parasites: cellular and molecular mechanisms. *Nature Reviews. Immunology*, *3*(9), 733–744. https://doi.org/10.1038/nri1183

Makarim, F. R. (2019). Mengenal lebih dekat ektoparasit. *Halodoc*.

Medzhitov, R., Schneider, D. S., & Soares, M. P. (2012). Disease tolerance as a defense strategy. *Science (New York, N.Y.)*, *335*(6071), 936–941. https://doi.org/10.1126/science.1214935

Morand, S., & Krasnov, B. R. (2010). *The Biogeography of Host-Parasite Interactions*. Oxford University Press.

Nurlaily, A. P. (2021). Modul Ajar Konsep Management Patient Safety. *STIKes Kusuma Husada Surakarta*, 20–30.

Ocampo, P. S., & Reis-Cunha, J. L. (2021). Proteolytic enzymes secreted by Trypanosomatids: a potential target for antiparasitic drugs. *Current Opinion in Infectious Diseases*, *34(5)*, 414–422.

Perhimpunan Ahli Epidemiologi Indonesia, & Direktoral Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Kemenkes RI. (2021). Kebijakan Surveilans Penyakit Yang Bisa Dicegah Dengan Imunisasi (Pd3I). *Modul Pelatihan Surveilans PD3I*, 201–202.

Rosenheim, J. A., & Rosen, D. (2019). Species Diversity in Space and Time. *Annual Review of Entomology*, *66*, 227–244.

Saraswati, H. (2020). Modul Biomedik 1 (Biokimia, Mikrobiologi dan Parasitologi). *Universitas Esa Unggul*, *1*(Kes 504), 1–15. https://digilib.esaunggul.ac.id/public/UEU-Course-23715-Modul 11 - Parasitologi.pdf

Schmid-Hempel. (2021). *Evolutionnary parasitologi: the integreted study of infections, immunology, ecology, and genetics* (Second). Oxford University Press.

Sumanto, D. (2016). *Parasitologi Kesehatan Masyarakat* (Revisi). Yoga Pratama.

BAB 2
PENGARUH PARASIT DAN HOST

Oleh Sumiati Bedah

2.1 Pendahuluan

Definisi dan Konsep Dasar Parasitology

Kata "parasit" berasal dari kata Yunani. Bahasa Yunani yaitu "*para*" yang bermakna di samping dan "*sitos*" berarti makanan. Berdasarkan makna ini, parasit adalah organisme yang memiliki kebutuhan makanan baik di seluruh siklus hidup dan bagian dari siklus hidup, tergantung pada organisme lainnya. Organisme yang menyediakan parasit yang tersedia disebut host atau host. Bidang biologi yang memeriksa parasit disebut parasitologi.

Pada dasarnya, parasitologi adalah bidang khusus pengembangan atau biologi khusus, yang disebut ekologi. Ekologi adalah penyelidikan dalam interaksi antara faktor biologis (organisme) dan faktor nonbiotik (bukan kehidupan di tanah, air, batu, dll). Salah satu aturan ekologis yang terkait dengan parasit adalah kemampuannya untuk menyebar (distribusi). Parasit sangat diperlukan dari tubuh, infeksi atau distribusi inang, karena mereka adalah upaya untuk mempertahankan keturunan dengan menemukan dan menginfeksi mereka.

Ketika datang untuk menemukan dan menginfeksi host, host dapat berasal dari jenis yang sama atau jenis lainnya. Ini adalah bagaimana tingkat parasit seumur hidup atau parasit gratis harus menghadapi berbagai masalah dan harus terpapar pada infeksi awal inang. Antara lain: berurusan dengan kondisi ambien eksternal yang sama sekali berbeda dari yang ia tinggali (parade). Kondisi lingkungan ini sangat ramah, dan kemungkinan parasit ketika menemukan dan menginfeksi inang sangat rendah. Akibatnya, tingkat parasit juga menurun.

Oleh karena itu, parasit perlu mengembangkan jalur (strategi) untuk meningkatkan tingkat kehidupan. Tingkat hidup yang tinggi adalah jaminan keberlanjutan. Ada dua jenis lingkungan yang harus dianggap parasit untuk meningkatkan tingkat parasit. Yang pertama adalah lingkungan mikro, dan yang kedua adalah lingkungan makro. Lingkungan mikro adalah penyakit inang, habitat parasit, dan penyakit di lingkungan makro dalam bentuk kondisi di luar inang, habitat inang.

Parasit harus beradaptasi terlebih dahulu dalam lingkungan mikro dengan mengatasi atau menghindari reaksi tuan rumah yang mencoba melawan dan menghancurkannya. Parasit intraseluler sangat kecil (mikroskopis) dan lebih kecil daripada sel inang, dan dapat hidup sementara atau mengendap di lapisan luar sel inang (membran tara), atau di dalam matriks cairan tubuh, bahan jaringan, atau organ inang. Berbeda dengan parasit intraseluler, adalah variabel mikrovisual dalam parasit kulit *ectoppore* yang sementara berada atau mengendap di luar sel inang, atau dalam matriks, yang merupakan jaringan cairan atau komponen tubuh dan organ inang. Adaptasi terhadap lingkungan mikro dan makro menunjukkan bahwa parasit

membawa berbagai parasit. Parasitisme adalah hubungan yang kompleks antara parasit dan satu atau lebih host dan lingkungannya. Jenis hubungan ini menghasilkan parasit yang dikenal sebagai parasit penting, parasit sementara, parasit opsional, dan parasit adaptif.

Parasit wajib adalah organisme yang merupakan parasititis di seluruh atau sebagian besar siklus hidup mereka. Parasit sementara adalah parasit untuk jangka waktu tertentu, baik dalam diet atau dalam pemuliaan. Parasit opsional adalah organisme yang biasanya tidak lumpuh, tetapi dapat menjadi kontraarendinitis organisme lain dalam waktu terbatas. Parasit adaptif adalah organisme yang dapat hidup sebagai tahap kehidupan bebas dan sebagai parasit. Parasitologi tidak hanya mempelajari biologi parasit, keanekaragaman daur hidup parasit, dan cara parasit menginfeksi inang.

Ini juga mempelajari migrasi dan maturasi parasit (juga dikenal sebagai pematangan seksual) di dalam tubuh inang, dampak patologis parasit pada inang, reaksi inang terhadap parasit, dan bagaimana parasit keluar dari tubuh inang. Oleh karena itu, parasitologi adalah subdisiplin ilmu biologi yang berkembang selain subdisiplin ilmu ekologi, yaitu imunologi, yang mempelajari sistem kekebalan manusia. Dalam parasitologi, hal yang paling penting untuk dipahami adalah reaksi inang terhadap parasit dan tanggapannya terhadap kehadiran parasit, serta reaksi parasit terhadap tanggapan kebal inangnya. Pengaruh parasit terhadap inang, tanggap inang terhadap parasit, dan daur hidup parasit akan dibahas di sini.

2.2 Peran Parasit dalam Ekosistem

Parasit adalah organisme yang hidup dengan memanfaatkan sumber daya dari inang tanpa memberikan manfaat balik kepada inang tersebut. Meskipun sering dianggap sebagai organisme yang merugikan, parasit memiliki peran penting dalam ekosistem dan berkontribusi terhadap keseimbangan alam. Berikut adalah penjelasan lebih lengkap tentang peran parasit dalam ekosistem:

2.2.1 Pengendalian Populasi Inang

Parasit membantu mengontrol populasi spesies inang dalam ekosistem. Dengan menginfeksi inang, parasit dapat mengurangi jumlah individu yang terlalu banyak, sehingga mencegah overpopulasi yang dapat merusak keseimbangan ekosistem. Contoh: Parasit seperti cacing gelang atau kutu dapat mengurangi populasi hewan tertentu, sehingga mencegah spesies tersebut mendominasi habitatnya. Manfaat Pengendalian populasi ini membantu menjaga keanekaragaman hayati karena tidak ada spesies yang menjadi terlalu dominan dan mengganggu spesies lain.

2.2.2 Pemicu Evolusi dan Adaptasi

Parasit memengaruhi evolusi inangnya melalui tekanan seleksi alam. Inang yang mampu bertahan dari infeksi parasit akan memiliki peluang lebih besar untuk bereproduksi dan mewariskan sifat-sifat yang membantu mereka melawan parasit. Ini menciptakan dinamika evolusi antara parasit dan inang, yang dikenal sebagai "perlombaan senjata evolusi". Contoh: Sistem kekebalan tubuh manusia telah berkembang untuk melawan berbagai parasit seperti malaria (*Plasmodium*).

Sebaliknya, parasit juga terus berevolusi untuk menghindari deteksi oleh sistem kekebalan. Manfaat Interaksi ini memperkaya keanekaragaman genetik dan mendorong adaptasi di tingkat spesies.

2.2.3 Peran dalam Rantai Makanan

Parasit adalah bagian integral dari rantai makanan dalam ekosistem. Mereka memengaruhi interaksi antara predator, mangsa, dan spesies lainnya dengan cara mengubah perilaku inang: Beberapa parasit memodifikasi perilaku inangnya untuk meningkatkan peluang penyebaran mereka. Misalnya, parasit *Toxoplasma gondii* dapat membuat tikus lebih berani mendekati kucing, sehingga kucing (inang utama) dapat terinfeksi. Dampak pada predator yakni parasit yang melemahkan mangsa dapat memudahkan predator untuk menangkapnya, sehingga memengaruhi dinamika populasi predator dan mangsa.

2.2.4 Mendukung Keanekaragaman Hayati

Keberadaan parasit dalam ekosistem dapat meningkatkan keanekaragaman hayati dengan menciptakan hubungan ekologis yang kompleks. Parasit sering kali memiliki banyak inang di berbagai tingkat trofik (rantai makanan), sehingga mereka berkontribusi terhadap interaksi antarspesies. Contoh: Parasit seperti kutu air atau nematoda memiliki siklus hidup yang melibatkan beberapa spesies inang, dari ikan hingga burung. Manfaat hubungan ini memperkuat jaringan ekologi dan menjaga stabilitas ekosistem.

2.2.5 Indikator Kesehatan Ekosistem

Keberadaan dan keberagaman parasit sering digunakan sebagai indikator kesehatan ekosistem. Jika suatu ekosistem sehat dan seimbang, maka populasi parasit biasanya stabil karena mereka bergantung pada keberadaan inangnya.

Contoh: Penurunan jumlah parasit tertentu dapat menunjukkan gangguan pada populasi inang atau perubahan lingkungan, seperti polusi atau perubahan iklim. Manfaat pemantauan parasit membantu ilmuwan memahami kondisi ekosistem secara keseluruhan.

2.2.6 Pengaruh pada Pertanian dan Kehidupan Manusia

Parasit juga memainkan peran penting dalam konteks pertanian, peternakan, dan kesehatan manusia. Dalam pertanian, Parasit tanaman seperti jamur (misalnya *Phytophthora infestans* yang menyebabkan penyakit busuk daun pada kentang) dapat merugikan hasil panen. Namun, pemahaman tentang siklus hidup parasit ini memungkinkan pengembangan metode pengendalian hama yang lebih efektif. Dalam peternakan, Parasit seperti cacing hati atau kutu sering menyerang ternak, tetapi mereka juga mendorong inovasi dalam pengelolaan kesehatan hewan. Dalam kesehatan manusia, Parasit seperti malaria (*Plasmodium*) atau filariasis (*Wuchereria bancrofti*) mendorong penelitian medis untuk menemukan obat dan vaksin.

2.2.7 Peran dalam Daur Ulang Nutrisi

Parasit berkontribusi terhadap daur ulang nutrisi dalam ekosistem dengan cara ketika parasit menyebabkan kematian inangnya, tubuh inang akan terurai oleh dekomposer (pengurai), sehingga nutrisi dikembalikan ke tanah atau air. Parasit juga dapat memengaruhi metabolisme inangnya, yang berdampak pada aliran energi di ekosistem.

2.3 Konsep Parasit dan Parasitisme

2.3.1 Definisi Parasit

Parasit berasal dari kata Yunani "para", yang berarti di samping, dan "sitos", yang berarti makanan. Menurut definisi tersebut, parasit adalah organisme atau makhluk hidup yang kebutuhan nutrisinya, baik untuk keseluruhan siklus hidupnya atau untuk sebagiannya, bergantung pada organisme atau makhluk hidup lain. Inang adalah makhluk hidup yang dimakan oleh parasit. Menurut sumber lain, parasit adalah makhluk yang termasuk dalam kerajaan hewan (animal kingdom), di mana kelangsungan hidupnya bergantung pada keberadaan makhluk hidup lainnya, termasuk persediaan makanan. Oleh karena itu, parasit menimbulkan ancaman serius bagi kehidupan dan berpotensi membahayakan inangnya.

Suatu organisme dianggap parasit jika hidup pada atau pada makhluk hidup lain (disebut inang) dengan cara mengonsumsi nutrisinya tanpa bantuan inang atau manfaat lainnya. Contoh parasit termasuk cacing di usus dan protozoa yang terbawa darah seperti Plasmodium, yang menyebabkan malaria. Baik manusia maupun

hewan dapat diserang oleh parasit, yang juga menurunkan produksi inang. Parasit yang dikenal sebagai parasitoid memakan jaringan makhluk hidup lain sampai inangnya mati akibat kekurangan nutrisi atau jaringan yang diperlukan.

Parasitologi medis adalah cabang kedokteran yang berfokus pada masalah yang berkaitan dengan parasit yang berada di atau di dalam tubuh manusia atau hewan. Parasit ini dapat melakukannya secara sementara atau permanen, hidup di dalam atau di permukaan tubuh inang di mana mereka dapat menemukan makanan untuk mempertahankan keberadaannya. Simbiosis, atau interaksi yang saling menguntungkan antara dua makhluk atau makhluk hidup, selalu terjadi dalam lingkungan yang bebas atau alami. Parasit tampaknya memiliki cara hidup yang lebih moderat. Parasit tidak melakukan apa pun yang menyebabkan organisme yang ditumpanginya mati untuk tetap hidup, karena jika organisme yang ditumpanginya mati, parasit yang ditumpanginya juga akan mati. Parasit bahkan bersemboyan, "jangan membunuh ayam agar mendapat telurnya", yang berarti tidak membunuh inang untuk menjamin kelangsungan hidupnya. Jadi, jika kita melihat bagaimana parasit berhubungan dengan inangnya dan pemangsa dengan korbannya, tampak bahwa parasit lebih cerdik. Selain mendapat makanan dari inangnya, parasit juga mendapatkan rumah dan transportasi gratis.

2.3.2 Klasifikasi Parasit

Pengertian tentang taksonomi dan nomenklatur parasit sangat penting secara intelektual dan dalam komunikasi ilmiah. Sejak manusia menyadari dampak

gangguan parasit terhadap kesehatan manusia dan hewan, pentingnya memberi nama parasit. Pada awalnya, nama-nama parasit itu tidak ada dalam buku, tetapi ada dalam benak manusia. Semakin tinggi tingkat kebudayaan manusia, semakin banyak parasit yang dikenal dan pengetahuan kita tentang ilmu obat-obatan. Akibatnya, berdasarkan prinsip mantik, hewan parasit harus dimasukkan ke dalam kategori yang besar.

Pengelompokan atau penggolongan ini dapat bersifat nonilmiah dan menghasilkan nama umum, seperti "cacing" atau "serangga", atau nama yang lebih spesifik, seperti "cacing pita", "cacing kait", "cacing cambuk", nyamuk, lalat, caplak, "nyamuk malaria", "nyamuk filaria", "lalat rumah".

Penyusunan serial hewan menurut sistem filogenetis tersebut berdasar pada pengertian bahwa tren evolusi mulai dari organisme yang susunannya relatif sederhana kepada organisme yang susunannya lebih kompleks. Karena adanya aksi mekanisme evolusi tersebut maka terjadilah penyimpangan- penyimpangan dan dari sini dapat disusun dalam urutan yang teratur ke dalam::

Spesies		Filum
Genus		Klasis
Familia		Ordo
Ordo	atau	Familia
Klasis		Genus
Filum		Spesies

- **Berdasarkan Habitat (ekto/endoparasit) :**

Parasit dapat diklasifikasikan berdasarkan habitatnya menjadi dua kategori utama: ektoparasit dan endoparasit. Berikut adalah penjelasan mendetail mengenai kedua jenis parasit tersebut:

Ektoparasit

Ektoparasit adalah organisme yang hidup di permukaan luar tubuh inang atau di area yang terbuka, seperti kulit, mulut, atau insang. Mereka mendapatkan nutrisi dengan cara menghisap darah atau cairan tubuh inang. Beberapa karakteristik dan contoh ektoparasit meliputi:

Karakteristik:

- Hidup di luar tubuh inang.
- Umumnya berukuran kecil dan dapat bergerak dengan cepat.
- Memiliki adaptasi khusus untuk menempel pada inang dan menghindari sistem kekebalan inang.

Contoh Ektoparasit: Kutu (*Pediculus humanus*): Parasit ini hidup di rambut manusia dan menghisap darah. Tungau (*Sarcoptes scabiei*): Menyebabkan kudis dengan menggali ke dalam lapisan kulit. Cacing pipih (Cestoda) yang berhabitat di permukaan usus: Seperti Diphyllobothrium. Ektoparasit sering kali menyebabkan kerugian bagi inangnya, termasuk iritasi, infeksi sekunder, dan bahkan kematian jika infeksi berat.

Endoparasit

Endoparasit adalah organisme yang hidup di dalam tubuh inang, seperti di organ dalam atau jaringan. Mereka mendapatkan nutrisi dari jaringan atau cairan tubuh inang. Beberapa karakteristik dan contoh endoparasit meliputi:

Karakteristik:

- Hidup di dalam tubuh inang.
- Biasanya lebih besar dibandingkan ektoparasit.
- Memiliki adaptasi untuk bertahan hidup dalam lingkungan internal yang berbeda dari luar.

Contoh Endoparasit: Cacing gelang (*Ascaris lumbricoides*): Hidup di usus manusia dan dapat menyebabkan gangguan pencernaan. Protozoa (Plasmodium spp.): Penyebab malaria yang menginfeksi sel darah merah manusia. Cacing hati (*Fasciola hepatica*): Menginfeksi hati hewan dan manusia, menyebabkan penyakit fascioliasis.

Endoparasit dapat menyebabkan berbagai penyakit serius pada inangnya, tergantung pada spesies dan tingkat infeksi.

- **Berdasarkan Siklus hidup (obligat/fakultatif) :**

Klasifikasi parasit berdasarkan siklus hidupnya dapat dibedakan menjadi dua kategori utama: parasit obligat dan parasit fakultatif. Berikut adalah penjelasan lebih rinci mengenai kedua jenis parasit ini.

1. Parasit Obligat

Parasit obligat adalah organisme yang tidak dapat hidup tanpa inang. Mereka sepenuhnya bergantung pada inang untuk memenuhi kebutuhan nutrisi dan siklus hidupnya. Parasit ini biasanya memiliki siklus hidup yang kompleks dan melibatkan beberapa tahap serta sering kali memerlukan lebih dari satu inang untuk berkembang biak.

Karakteristik:

- Tidak dapat bertahan hidup di luar inang.
- Memiliki siklus hidup yang rumit, sering kali melibatkan fase aseksual dan seksual.
- Mengandalkan inang untuk semua atau sebagian besar tahap kehidupannya.

Contoh: Plasmodium spp.: Parasit penyebab malaria yang memerlukan dua inang, yaitu manusia (inang definitif) dan nyamuk Anopheles (inang perantara). Dalam tubuh nyamuk, Plasmodium berkembang biak secara seksual, sedangkan dalam tubuh manusia, ia berkembang biak secara aseksual. Cacing pita (Taenia spp.): Memerlukan dua inang, yaitu manusia sebagai inang definitif dan babi atau sapi sebagai inang perantara. Cacing ini tidak bisa bertahan hidup tanpa inangnya.

2. Parasit Fakultatif

Parasit fakultatif adalah organisme yang dapat hidup baik sebagai parasit maupun sebagai organisme bebas (saprotrof). Mereka tidak bergantung sepenuhnya pada inang untuk bertahan

hidup dan dapat menjalani siklus hidupnya tanpa inang dalam kondisi tertentu.

Karakteristik:

- Dapat bertahan hidup di luar inang dalam kondisi lingkungan tertentu.
- Memiliki fleksibilitas dalam siklus hidupnya, mampu beradaptasi dengan berbagai kondisi.
- Dapat menyebabkan infeksi jika memasuki tubuh inang, tetapi juga dapat hidup secara independen.

Contoh: Cacing kremi (*Enterobius vermicularis*): Meskipun sering menjadi parasit pada manusia, cacing ini dapat bertahan di lingkungan luar untuk waktu tertentu, sehingga tidak sepenuhnya bergantung pada inangnya. *Candida albicans*: Jamur ini biasanya ditemukan di tubuh manusia sebagai flora normal, tetapi dapat menjadi patogen oportunistik jika kondisi tubuh mendukung pertumbuhannya (misalnya, saat sistem kekebalan tubuh melemah).

- **Berdasarkan Jumlah host (monoksen/poliksen) :**

Klasifikasi parasit berdasarkan jumlah host dapat dibedakan menjadi dua kategori utama: monoksen dan poliksen. Berikut adalah penjelasan lebih rinci mengenai keduanya.

1. Parasit Monoksen

Parasit monoksen adalah jenis parasit yang hanya dapat menginfeksi satu spesies inang atau

host. Mereka memiliki siklus hidup yang bergantung sepenuhnya pada satu jenis inang untuk semua tahap kehidupannya.

Karakteristik:

- Hanya menghinggapi satu spesies inang, semua tahap kehidupan parasit berlangsung dalam satu spesies inang.
- Memiliki hubungan yang sangat spesifik dengan inangnya, sehingga tidak dapat bertahan hidup tanpa kehadiran inang tersebut.

Contoh: *Ascaris lumbricoides*: Cacing gelang ini hanya menginfeksi manusia sebagai inang definitif. Semua tahap kehidupannya, dari telur hingga dewasa, terjadi di dalam tubuh manusia. *Enterobius vermicularis*: Cacing kremi ini juga hanya menginfeksi manusia dan tidak dapat hidup di luar tubuh manusia.

2. Parasit Poliksen

Parasit poliksen adalah jenis parasit yang dapat menginfeksi lebih dari satu spesies inang. Mereka memiliki kemampuan untuk beradaptasi dengan berbagai host, sehingga dapat bertahan hidup dalam berbagai kondisi.

Karakteristik:

- Dapat menghinggapi berbagai spesies inang.
- Siklus hidupnya sering kali melibatkan lebih dari satu jenis inang, baik sebagai inang definitif maupun inang perantara.

- Memiliki fleksibilitas dalam memilih host, yang memungkinkan mereka untuk bertahan dalam kondisi lingkungan yang bervariasi.

Contoh: Plasmodium spp.: Parasit penyebab malaria ini dapat menginfeksi manusia (inang definitif) dan nyamuk Anopheles (inang perantara). Dalam siklus hidupnya, Plasmodium mengalami fase reproduksi seksual di nyamuk dan fase aseksual di manusia. *Toxoplasma gondii*: Parasit ini dapat menginfeksi berbagai mamalia dan burung, tetapi kucing adalah inang definitifnya di mana ia berkembang biak secara seksual.

2.3.3 Klasifikasi Protozoa

Protozoa parasit yang berkaitan dengan protozoa medis telah diklasifikasikan ke dalam kingdom Protista, sub kingdom Protozoa yang dibagi lagi menjadi empat filum berikut:

- ✓ Sarcomastigophora
- ✓ Apikompleks
- ✓ Ciliophora
- ✓ Mikrospora

Patogen protozoa penting pada manusia dirangkum dalam di bawah ini :

1. Filum Sarcomastigophora, telah dibagi menjadi 2 subfilum berdasarkan cara geraknya (Ompusunggu *et al*. 2020).

   - Sarcodina (Sarcos berarti daging atau tubuh): Ini termasuk parasit tersebut, yang tidak memiliki alat gerak permanen, tetapi bergerak dengan bantuan pemanjangan sementara

tubuh yang disebut pseudopodia (misalnya Amoeba)

- Mastigophora (Mastix, berarti cambuk atau flagel): Ini termasuk protozoa yang memiliki flagela seperti cambuk (misalnya Trypanosoma dan Trichomonas).

2. Filum Apicomplexa, sebelumnya dikenal sebagai sporo zoa. Anggota kelompok ini, pada tahap tertentu dalam siklus hidup mereka, memiliki struktur yang disebut kompleks apikal yang berfungsi sebagai organ perlekatan dengan sel inang.
   - Mereka adalah parasit jaringan.
   - Mereka memiliki siklus hidup yang kompleks dengan pergantian generasi seksual dan aseksual.
   - Kelompok ini termasuk parasit malaria (subordo: haemosporina, famili: plasmodiidae), toksoplasma, sarcocystis, isospora, dan cryptosporidium (di bawah subordo: eimeriina), babesia (di bawah subkelas: piroplasma), dan *Pneumocystis jirovecii* yang tidak terklasifikasi (Delost 2019).
3. Filum Ciliophora Protozoa ini bergerak melalui silia, yang menutupi selu ruh permukaan tubuhnya. Satu-satunya parasit manusia dalam kelompok ini adalah *Balantidium coli*, yang jarang menyebabkan disentri
4. Filum Mikrospora, mengandung banyak parasit protozoa intraseluler, yang sering menyebabkan penyakit pada subyek imunodefisiensi.

2.3.4 Peran dalam Hubungan dengan Host (Patogen/Non-Patogen)

Klasifikasi parasit berdasarkan perannya dalam hubungan dengan host dapat dibedakan menjadi patogen dan non-patogen. Berikut adalah penjelasan lebih rinci mengenai kedua kategori tersebut:

1. Parasit Patogen

Parasit patogen adalah organisme yang dapat menyebabkan penyakit atau infeksi pada inangnya. Mereka berinteraksi dengan inang dengan cara yang merugikan, mengakibatkan berbagai gejala klinis dan masalah kesehatan.

Karakteristik:

- Menginfeksi inang dan menyebabkan kerusakan jaringan atau gangguan fungsi organ.
- Dapat memicu respons imun yang kuat dari inang, yang sering kali tidak cukup untuk mengeliminasi parasit.
- Dapat menyebar dari satu individu ke individu lain, baik melalui kontak langsung, makanan, atau vektor.

Contoh: Plasmodium spp.: Parasit penyebab malaria yang menginfeksi sel darah merah manusia. *Toxoplasma gondii*: Parasit yang dapat menyebabkan penyakit toksoplasmosis, terutama berbahaya bagi wanita hamil dan individu dengan sistem kekebalan tubuh yang lemah. Cacing gelang (*Ascaris lumbricoides*): Dapat menyebabkan gangguan pencernaan dan malnutrisi pada manusia.

2. Parasit Non-Patogen

Parasit non-patogen adalah organisme yang tidak menyebabkan penyakit pada inang. Mereka dapat hidup di dalam atau di permukaan tubuh inang tanpa menimbulkan efek merugikan. Beberapa dari mereka bahkan dapat memberikan manfaat bagi inang.

Karakteristik:

- Tidak menyebabkan kerusakan atau penyakit pada inang.
- Dapat berkontribusi terhadap keseimbangan mikrobiota normal dalam tubuh, membantu menjaga kesehatan.
- Mampu hidup secara bebas di lingkungan luar tanpa bergantung pada inang.

Contoh: *Escherichia coli* (E. coli) non-patogen: Beberapa strain E. coli merupakan bagian dari flora normal usus manusia dan membantu proses pencernaan, meskipun ada juga strain E. coli yang bersifat patogen.

Bakteri probiotik: Seperti Lactobacillus spp., yang bermanfaat bagi kesehatan saluran pencernaan dan sistem kekebalan tubuh.

2.3.5 Host dan Interaksi dengan Parasit

Dalam biologi, inang/hospes/host adalah makhluk yang menyediakan makanan dan perlindungan bagi virus, parasit, pasangan mutualistik, atau pasangan komensal. Misalnya, sebuah sel mungkin mengandung virus, gulma mungkin mengandung bakteri yang memperbaiki nitrogen, dan mamalia mungkin

mengandung cacing parasit seperti nematoda. Parasit berkembang pada inang utama, juga dikenal sebagai inang definitif. Inang yang hanya sementara berfungsi sebagai inang perantara atau sekunder bagi parasit.

Lalat tsetse berfungsi sebagai hospes sekunder bagi tripanosoma, yang merupakan penyebab penyakit tidur pada manusia. Tumbuhan inang didefinisikan sebagai tumbuhan dalam botani yang berfungsi sebagai persediaan makanan dan habitat bagi serangga tertentu dan satwa liar lainnya.

Makhluk parasit yang menyakiti inang yang ditampungnya karena mencuri makanan dikenal sebagai inang. Inang mencakup organisme manusia dan hewan. Misalnya, manusia dapat disebut sebagai inang dan cacing gelang (*Ascaris lumbricoides*), yang berada di usus manusia, dapat disebut sebagai parasit. Ada kategori host berikut:

1. Host Definitif (*Definitive Host*)

   Inang yang menopang parasit selama tahap dewasa/seksualnya dianggap sebagai inang definitif. Inang definitif, misalnya, adalah cacing pita sapi dewasa (*Taenia saginata*) yang hidup di usus manusia.

2. Host Perantara (*Intermediate Host*)

   Hospes sementara dan hospes perantara adalah nama lain untuk hospes perantara. Organisme yang merugikan tetapi membantu parasit dalam mempertahankan keadaan imatur/aseksualnya dikenal sebagai hospes perantara. Bentuk remajanya termasuk miracidium,

sporocyst, redia, dan cercaria, untuk beberapa nama. *Fasciola hepatica* adalah contoh lainnya. Di dalam Lymnaea sp. siput, tahap ini bersifat parasit.

Siput disebut sebagai inang perantara sebagai hasilnya. Ilustrasi lain adalah bentuk cacing pita sapi yang belum matang, Taenia saginata, yang ditemukan dalam daging sapi sebagai larva *Cysticercus bovis.* Akibatnya, sapi berfungsi sebagai inang perantara parasit ini. Karena siklus hidup parasit memerlukan keberadaan dua atau lebih jenis inang yang berbeda, inang dibagi menjadi inang definitif dan inang perantara. Pada berbagai tahap siklus hidup parasit, setiap jenis inang bermanfaat.

3. Preferensi Host (*Preferensi Host*)

Di lingkungan bebas, parasit menunjukkan kecenderungan atau kesenangan untuk menyerang inangnya. Tuan rumah preferensi adalah salah satu yang menjadi target utama. Contoh di alam bebas, lalat kandang, *Stomoxys calcitrans*, menyukai darah kuda daripada darah hewan lain.

Penyakit dapat disebabkan oleh serangga kandang. Lalat kandang juga akan memakan darah sapi, kerbau, dan bahkan mamalia lain, seperti manusia, jika tidak banyak kuda di daerah tempat tinggalnya. Ada fenomena yang meluas di suatu negara di mana penggunaan kuda untuk mengangkut muatan telah menurun secara signifikan karena moda transportasi bermotor telah menggantikannya. Akibatnya, terjadi pergeseran distribusi surra secara musiman dan geografis.

4. Reservoir Host

Ini terkait dengan zoonosis parasit karena dapat menyebar antara manusia dan hewan dan inang reservoir, atau inang yang memiliki jenis parasit yang sama. Babi, anjing, dan kucing juga bisa membawa *Entamoeba histolytica*, parasit yang berbahaya bagi manusia. Meski memiliki parasit, reservoir umumnya tidak menunjukkan penyakit apa pun. Babi, anjing, dan kucing yang terinfeksi entamoeba hampir tidak pernah menunjukkan gejala penyakit apapun.

5. Host tidak biasa

Host tidak biasa atau insidental adalah organisme yang secara tidak sengaja terinfeksi oleh parasit yang biasanya tidak menginfeksi spesies tersebut. Infeksi pada host ini sering kali tidak menguntungkan bagi parasit karena tidak dapat menyelesaikan siklus hidupnya. Memiliki karakteristik tidak merupakan inang utama atau biasa untuk parasit tersebut dan Infeksi sering kali bersifat sementara dan mungkin tidak berlanjut ke tahap reproduksi.

Contoh: Manusia dapat menjadi host insidental bagi beberapa spesies cacing atau protozoa yang biasanya menginfeksi hewan lain, seperti *Toxocara canis* (cacing anjing).

- Interaksi parasit dengan Host

Saat parasit hidup menumpang di tubuh hospes dan mendapatkan nutrisi dari tubuh hospes, mereka berinteraksi satu sama lain. Kebanyakan

parasit di bidang medis memiliki hospes tertentu. Ini berarti parasit hanya menginfeksi satu jenis hospes atau dapat menginfeksi hospes lain yang dekat dengannya. Ada adaptasi parasit yang kompleks yang memungkinkan parasit untuk menemukan, menginfeksi, dan bertahan hidup dalam tubuh hospes. Sebagai contoh, manusia adalah hospes utama *Ascaris lumbricoides,* tetapi cacing ini mampu mengkonsumsi berbagai jenis parasit.

Beberapa cara berbeda di mana parasit dan hospes berinteraksi:

a. Simbiosis Komensalisme adalah hubungan di mana parasit mendapat keuntungan tanpa mengganggu hospes. Parasit komensal *Entamoeba coli* biasanya hidup di usus besar manusia tanpa menyerang mukosa usus dan memakan sel eritrosit hospes.
b. Simbiosis mutualisme, ketika parasit dan hospes sama-sama mendapatkan keuntungan. Dalam kasus cacing filariasis *Onchocerca volvulus* dan bakteri Wolbachia, parasit mendapat keuntungan dari metabolit yang dibuat oleh bakteri, sedangkan bakteri mendapat keuntungan dari habitat yang tersedia untuk kelangsungan hidup bakteri.
c. Parasitisme, ketika parasit dan hospes berhubungan, parasit mendapat keuntungan, sedangkan hospes menderita. Sebagian besar protozoa dan helminthes parasit menyerang hospes; contohnya, protozoa Entamoeba

histolytica dan *Giardia lamblia* menyerang usus halus hospes, menyebabkan infeksi.

- Pengaruh parasit pada inang

Hospes sering dirugikan karena keberadaan parasit, keberadaan parasit menyebabkan kerusakan (infeksi) yang terjadi pada tubuh hospes. Faktor yang mempengaruhi timbulnya gejala penyakit pada tubuh inang karena dipengaruhi jumlah parasit, spesises parasit dan kondisi fisologis inang. Pengaruh yang ditimbulkan karena adanya interaksi parasit dengan hospes diantara adalah terjadinya reaksi Jaringan, reaksi jaringan yang terjadi pada tubuh hospes dapat berupa: (Fadilla, Z, 2023)

a. Kerusakan Jaringan yang disebabkan parasit diantaranya adalah terjadinya degenerasi parenkimatosa/albuminosa (*clowdy swelling*), degenerasi lemak (*fatty degeneration*), dan nekrosis. Degenerasi parenkimatosa ditandai oleh adanya pembengkakan sel dan organ, terutama pada sel parenkim otot jantung, hati, dan ginjal, Degenerasi lemak terjadi karena akumulasi lemak pada sitoplasma sel, terutama sel parenkimatosa seperti sel hepar dan tubulus ginjal. Infeksi larva *Tricinella spiralis* menyebabkan kalsifikasi di sekitar sel otot rangka, contoh nekrosis. Nekrosis terjadi karena adanya kematian sel dan jaringan, seperti pada infeksi *Tricinella spiralis* yang mengakibatkan kalsifikasi disekitar sel otot rangka.

b. Pada hospes yang terinfeksi parasit, terlihat perubahan jaringan seperti hiperplasia, hipertropi, metaplasia, dan neoplasia. Hiperplasia dapat terjadi karena infeksi parasit yang berlebihan dan tidak terkendali dalam tubuh manusia. Infeksi *Fasciola hepatica* menyebabkan pembelahan sel epitel yang berlebihan pada saluran empedu, yang menyebabkan hiperplasia saluran empedu; infeksi Leismania menyebabkan hiperplasia pada jaringan retikuloendotelial, seperti hati dan limpa. Hipertorpi terjadi pada sel eritrosit dan organ limpa pada penderita malaria yang disebabkan oleh infeksi *Plasmodium vivax*. Kelainan sel seperti metaplasia terjadi pada hospes yang terkena infeksi cacing *Paragonimus westermani*, fibrosis (sirosis hati) yang disebabkan oleh infeksi *Schistosoma mansoni*, atau fibrosis hati yang disebabkan oleh infeksi *Clonorchis sinensis*. Pada neoplasia, sel abnormal pada jaringan menyebabkan sel tumor, seperti infeksi *Schistosoma haematobium*.
c. Adanya respon imun hospes dapat menyebabkan kerusakan jaringan. Respons imun terhadap parasit dipengaruhi oleh faktor inang, seperti status imun, genetik, usia, penyakit utama, status gizi, dan mekanisme pertahanan hospes. Faktor parasit memengaruhi ukuran parasit, cara mereka masuk ke tubuh, frekuensi infeksi, dan mekanisme kekebalan tubuh. Infeksi parasit dapat menyebabkan respons imun yang tidak

spesifik dari sistem kekebalan tubuh. Respon ini dapat berupa pertahanan fisik atau kimiawi. Misalnya, neutrofil, *makrofag*, sel polimorfnuklear, dan NK melakukan mekanisme fagositosis. IgE dan sel eosinofil melakukan pertahanan setelah sel Th2 diaktifkan. Respon immunologi hospes dapat menyebabkan kerusakan jaringan, seperti sindom nefrotik akibat infeksi *Plasmodium malariae* dan Cercaria dermatitis akibat penetrasi serkaria Schistosoma pada kulit hospes.

DAFTAR PUSTAKA

Fadilla, Z., Friliansari, L. P., Rachmawati, F., Budiono, N. G., Pramitaningrum, I. K., Hikmah, F., ... & Fadilla, Z. (2023). Parasitologi.

Harmoko, M. P., Dodik Luthfianto, D., & Dkk, D. (2022). Mikrobiologi.

Nuryati, A., Yunus, R., Yuniarti, E., Rahman, M. S., & Rosalina, L. (2023). Ilmu parasitologi.

Ridhwan, M., Umarudin, U., Kurniawan, F. B., AK, M. D., Hansur, L., Asrinawaty, A. N., ... & Hartati, R. (2023). Mikrobiologi dan Parasitologi. Global Eksekutif Teknologi.

BAB 3
CARA PENULARAN PARASIT

Oleh Kumara Rahmawati Zain

3.1 Pendahuluan

Penyakit parasitik menjadi salah satu penyakit dengan angka prevalensi tinggi diseluruh dunia dengan tingkat morbiditas dan mortalitas tinggi. Kasus ini sering dijumpai pada daerah tropis dan sub-tropis. Penyakit parasitik juga terus berubah tergantung dari keadaan iklim, lingkungan, migrasi penduduk dan hewan, konflik dan bencana alam yang dapat merubah pola transmisi (Momcilovic *et al*., 2019). Diperkirakan saat ini sekitar 20% kasus menjadi penyebab terjadinya penularan penyakit parasit (van Tong *et al*., 2017).

Dampak yang ditimbulkan dari parasit memiliki implikasi sosial dan ekonomi yang luas. Diketahui masih banyak negara yang masih menghadapi tantangan mengatasi penyakit parasitik. Hal tersebut karena masih banyaknya infranstruktur kesehatan yang masih belum memadai (Hao *et al*., 2024).

Pemahaman terkait dengan cara penularan penyakit parasit tentunya perlu sangat penting untuk dipelajari. Meski era keemasan parasitologi tidak lagi *trend*, namun keberadaan parasitologi masih sangat diwaspadai. Terutama jika mengingat dinamika perubahan iklim yang dapat merubah interaksi antara parasit dan inang. Penyakit parasit memiliki kemampuan dalam memanipulasi sistem biologis

inang untuk kelangsungan hidup yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan.

3.2 Cara Penularan Parasit *Nematoda*

Cacingan tidak menimbulkan kematian secara langsung, akan tetapi cacingan secara tidak langsung akan berpengaruh terhadap penderita. Cacing yang menyerang usus akan membutuhkan sari – sari makanan untuk bertahan hidup. Efek yang ditimbulkan meliputi rasa letih, lemah dan mengalami gangguan tumbuh kembang, konsentrasi dan penurunan produktivitas pada penderita cacingan (Wendt *et al*., 2009).

Infeksi cacingan memberikan dampak pada pencernaan, metabolisme penyerapan makanan. Bahkan berdampak pada penurunan tumbuh kembang dan daya pikir anak (Hidayat *et al*., 2019). Cacing akan menyerang usus dan bertahan hidup dengan menyerap sari – sari makanan. Gejala yang timbul pada penderita cacingan meliputi rasa nyeri pada perut, diare dan rasa gatal di anus (Wendt *et al*., 2019). Cacingan dapat menyerang anak dan dewasa, penyebarannya didukung oleh sanitasi buruk pada suatu daerah (Bosch *et al*., 2021), umumnya penderita cacingan akan mengalami gangguan pencernaan. Mirisnya penyakit cacingan seringkali dipandang sebagai penyakit biasa, bahkan oleh kementerian kesehatan (Maryanti *et al*., 2021).

Rendahnya kesadaran masyarakat akan Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) merupakan salah satu penyebab tinggi angka kejadian cacingan di Indonesia (Rahayu *et al*., 2023). Penyebab terjadinya cacingan dikarenakan kurangnya kebersihan pribadi, seperti kuku yang panjang, tidak mencuci tangan dan tidak menggunakan alas kaki (Hardianti, 2019).

Infeksi cacingan dapat menyebabkan terganggunya proses pencernaan dan malabsorbsi (Diseases, 2019).

Nematoda yang diketahui dapat menginfeksi manusia dan hewan, meliputi; *Trichuris trichiura, Ancylostoma duodenale, Ascaris lumbricoides dan Enterobius vermicularis.*

3.2.1 *Trichuris trichiura* (Cacing Cambuk)

Karakter dari cacing cambuk adalah cacing betina memiliki ukuran yang lebih besar daripada cacing jantan. Telur cacing yang tertelan akan tumbuh menjadi larva dan setelah dewasa akan menuju ke kolon terutama pada bagian sekum. Siklus cacing cambuk dari telur sampai tahapan cacing dewasa yang siap menghasilkan telur berkisar ± 30 - 90 hari. Penderita cacing cambuk akan mengalami diare, anemia dan pendarahan. Efek yang ditimbulkan tidak terlepas dari perilaku cacing tambang yang menghisap darah penderita (Saraswati, 2020).

Cacing cambuk akan menginfeksi anak – anak ketika bermain di tanah yang terkontaminasi telur matang, telur mentah dan juga dapat mencemari sayuran dan akan menyebabkan infeksi jika dimakan dalam kondisi mentah. Selanjutnya cambuk akan menetas di dalam usus besar dan menanamkan tubuh bagian interior ke dalam mukosa sekum, *rectum* dan kolon (Tantular dan Prasetya, 2011).

3.2.2 *Ancylostoma duodenale* (Cacing Tambang)

Cacing tambang pada fase larva mampu menembus kulit dan masuk ke aliran darah kapiler serta masuk ke aliran darah menuju jantung dan paru-paru. Larva cacing tambang jika masuk ke *esophagus* akan menimbulkan rangsangan batuk pada penderita. Cacing tambang mampu masuk ke dalam tubuh dengan cara menginfeksi saluran pencernaan, larva cacing tambang juga dapat menginfeksi kulit dan mengakibatkan *cutaneous larva migrans*. Larva cacing tambang bisa menginfeksi paru-paru dan saluran pencernaan, ketika larva masuk ke dalam tubuh penderita. Selain menginfeksi saluran pencernaan, larva cacing tambang juga dapat menginfeksi kulit dan mengakibatkan *cutaneous larva migrans* (Saraswati, 2020).

3.2.3 *Ascaris lumbricoides* (Cacing Gelang)

Cacing gelang (*Ascaris lumbricoides*) merupakan penyebab infeksi cacing yang paling umum di dunia yaitu *ascariasis*. Infeksi ini menimbulkan gejala gastrointestinal dan dapat mengakibatkan komplikasi serius seperti obstruksi usus. Cacing gelang memiliki ukuran berkisar 10-35 cm. Telur dari cacing gelang mampu bertahan hidup pada kondisi tanah yang lembab dalam waktu 1-2 bulan dengan suhu berkisar 25˚- 30˚C (Saraswati, Si and Biomed, 2020). Penyebab dari infeksi beberapa kelompok cacing nematoda berkaitan dengan kebiasaan yang sering dilakukan pada saat makan, tidak menggunakan alas kaki, buang air besar langsung ke tanah (Bosch *et al*., 2021). Spesies *Ascaris lumbricoides* dapat bertahan hidup dalam beberapa tahun dan tidak menetas di tanah (WHO, 2019).

Terjadinya transmisi Ascariasis melalui beberapa cara yaitu; (a) telur infektif *Ascaris lumbricoides* akan masuk ke dalam mulut bersama dengan makanan atau minuman yang terkontaminasi, (b) tangan yang tidak bersih atau telur infektif yang terhirup udara bersama dengan masuknya debu. Telur infektif yang terhirup melalui pernapasan akan menetas pada bagian mukosa di alat pernapasan bagian atas. Kemudian larva akan menembus pembuluh darah dan beredar bersama aliran darah. Cara penularan *Ascariasis* juga dapat melalui sayuran dan buah yang dipupuk dengan kotoran atau tinja (Soedarto, 2009).

3.2.4 *Enterobius Vermicularis* (Cacing Kremi)

Cacing Kremi (*Enterobius vermicularis*) merupakan salah satu cacing parasit yang paling umum menginfeksi manusia, terutama pada anak-anak. Jenis cacing ini dikategorikan cacing Non STH (*Soil Transmitted Heminths*) karena infeksi cacing kremi masuk ke tubuh saat mengonsumsi makanan dari tangan yang jarang dicuci dan kotor. Cacing betina dewasa bertelur di malam hari pada bagian anus dari penderita, akibatnya penderita akan merasakan gatal di bagian anus. Pada saat menggaruk, telur cacing kremi akan berpindah ke tangan yang memicu terjadinya penularan kepada orang lain atau tertelan oleh diri sendiri (*self inoculation*). Cacing kremi memiliki bentuk halus dan berwarna putih dengan panjang kurang lebih 5-13 milimeter (WHO, 2019).

Hal yang perlu diperhatikan untuk mencegah terinfeksi cacing kremi adalah antara lain tetap menjaga kebersihan pribadi dengan mencuci tangan secara teratur, menjaga lingkungan agar tetap bersih,

mencegah penumpukan sampah, menjaga kebersihan makanan dan minuman dan menghindari mengonsumsi makanan mentah atau setengah matang, sedangkan air minum sebaiknya berasal dari sumber yang terjamin kebersihannya dan dimasak dengan sempurna dan tetap memperhatikan kebersihan dan sanitasi lingkungan tempat tinggal (Indonesia, 2017).

3.3 Cara Penularan Parasit *Cestoda*

Cacing pita atau *cestoda* merupakan cacing berbentuk pita yang hidup di dalam saluran pencernaan hospes. Ukuran cacing ini cukup besar, dapat dilihat langsung dengan mata telanjang dan berukuran hingga 25 m. Cacing *cestoda* dewasa ini hidup di dalam tubuh inangnya sedangkan stadium larvanya ditemukan di dalam jaringan tubuh hospes perantara. Pada beberapa kasus, manusia dapat berperan sebagai hospes definitif (seperti pada cacing *Taenia saginata, Diphyllobothrium latum* dan *Dipylidium caninum* dan *Hymenolepis diminuta*) sedangkan pada beberapa kasus lain manusia dapat berperan sebagai hospes definitif dan hospes perantara (seperti pada cacing *Taenia solium*, *Hymenolepis nana*). Cacing ini berkompetisi dengan hospes dalam mengambil nutrisi di dalam saluran cerna (Mahamed, 2024).

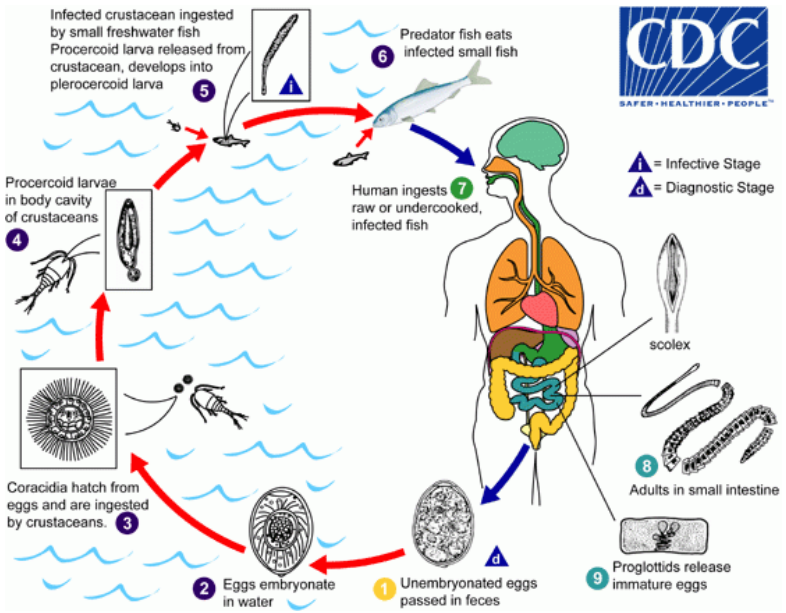
Cestoda memiliki morfologi tubuh yang unik dengan bentuk badan yang pipih *dorsoventral.* Tubuh dari cestoda dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu *skoleks*, leher dan *strobila*. *Skoleks* merupakan bagian kepala yang memiliki alat yang digunakan untuk perlekatan pada dinding usus hospes, lekuk isap dan batil isap. Leher merupakan tempat pertumbuhan badan. Strobila adalah bagian tubuh cestoda yang bersegmen – segmen yang disebut *proglotid*. *Proglotid* baru akan tumbuh dari bagian leher. Susunan proglotid

dibagi menjadi *proglotid immatur* dan *proglotid matur*. *Proglotid matur* berada pada bagian paling ujung dari tubuh *cestoda*. P*roglotid matur* merupakan *proglotid gravid* yang penuh berisi telur yang sering digunakan untuk kepentingan identifikasi spesies. *Cestoda* merupakan hewan tergolong hermafrodit karena memiliki alat kelamin jantan dan betina setiap setiap *proglotid* (Jeon, 2024; Mahamed, 2024).

Cestoda yang diketahui dapat menginfeksi manusia dan hewan, meliputi; *Diphyllobothrium latum,* Taenia saginata, *Taenia solium, Hymenolepis nana* dan *Hymenolepis diminuta.*

3.3.1 *Diphyllobothrium latum* (Cacing Pita Ikan)

Diphyllobothrium latum atau cacing pita ikan merupakan peyebab dari penyakit zoonosis yang disebut *diphyllobothriasis*. Penyakit dapat terjadi akibat infeksi cacing *Diphyllobothrium latum* ini karena kebiasaan kosumsi ikan mentah atau setengah matang seperti di Afrika, Eropa timur, Amerika utara dan Selatan, Skandinavia, Jepang serta beberapa negara Asia lainnya (Durrani *et al*., 2023).



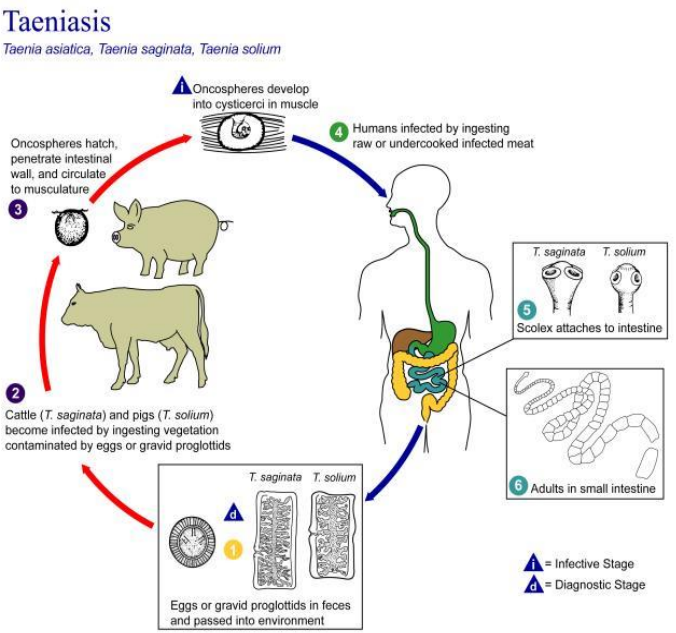
Gambar 3. 1 Cara Infeksi *Diphyllobothrium latum* (CDC – *diphyllobothriasis*, 2024)

Siklus terjadi saat telur yang belum membentuk embrio yang akan keluar bersama tinja, saat di dalam air telur akan mengalami embrionisasi dengan kurun waktu 18 – 20 hari. Pada fase ini akan menghasilkan *onkosfer* yang berkembang menjadi *onkosfer* yang bersilia (*coracidia*). *Coracodia* kemudian dimakan hospes intermediet 1 yang selanjutnya *coracidia* kehilangan silia, lalu menembus dinding usus dan berkembang menjadi larva *procercoid* dan akan dimakan hospes intermediet 2 (ikan kecil). Pada fase ini terjadi proses larva *procercoid* yang bermigrasi ke dalam daging ikan dan berkembang menjadi larva *sparganum* (*plerocercoid*). Larva *plerocercoid* menjadi infektif bagi manusia, karena manusia umumnya tidak

mengkonsumsi ikan kecil yang mewakili sumber infeksi. Namun ikan kecil sering dimakan oleh ikan yang lebih besar dan menjadi menyebabkan sparganum dapat bermigrasi ke otot-otot ikan besar. Manusia mulai terinfeksi apabila memakan ikan setengah matang atau mentah, larva *plerocercoid* yang kemudian berkembang menjadi dewasa dan tinggal di usus halus. Selanjutnya cacing dewasa akan menempel pada bagian mukosa usus dengan menggunakan dua jalur bilateral (*bothria*) pada *scolex* (Durrani *et al*., 2023).

3.3.2 *Taenia Saginata* (Cacing Pita Sapi)

Cacing pita sapi memiliki nama latin *Taenia saginata* merupakan penyebab penyakit *zoonosis* yang disebut *taeniasis*. Stadium dewasa cacing ini hidup di dalam usus halus manusia dan Infeksi *Taenia saginata* sering terjadi di daerah Afrika, Eropa Timur, Amerika Latin dan Asia. Cacing ini merupakan penyebab infeksi cacing pita yang paling sering pada manusia. Diperkirakan 60-70 juta orang di dunia terinfeksi parasit ini. manusia merupakan satu – satunya hospes definitif dikarenakan stadium cacing dewasa hanya terbentuk di dalam tubuh manusia (Cappello *et al*., 2008).



Gambar 3. 2 Cara Infeksi *Taenia sp.* (CDC - *Taeniasis*, 2024).

Gejala klinis taeniasis dapat berupa mual, muntah, nyeri perut, diare, penurunan nafsu makan dan penurunan berat badan. Gejala akan lebih jelas terlihat dan muncul apabila penderita lemah, malnutrisi atau mempunyai penyakit komorbid. Berbeda dengan *Taenia solium*, *Taeniasis saginata* tidak dapat menimbulkan sistiserkosis sehingga mempunyai prognosis yang baik jika ditatalaksana dengan tepat (Bogitsh *et al*., 2013).

3.3.3 *Taenia solium* (Cacing Pita Babi)

Cacing pita babi atau *Taenia solium* merupakan cacing yang menimbulkan penyakit yang disebut *taeniasis*. Infeksi *Taenia solium* banyak terdapat di

daerah Afrika, Amerika Latin dan Asia. Berdasarkan data *World Health Organization* (WHO) diperkirakan 2,5 juta orang di dunia mengalami *Taeniasis solium* dan sebanyak 50.000 kematian terjadi akibat *neurosistiserkosis*. *Neurosistiserkosis* adalah salah satu penyebab epilepsi. Komplikasi ke susunan saraf pusat ini menjadi salah satu penyebab meningkatnya angka disabilitas dan penurunan produktivitas penduduk di bidang perekonomian (Aung & Spelman, 2016).

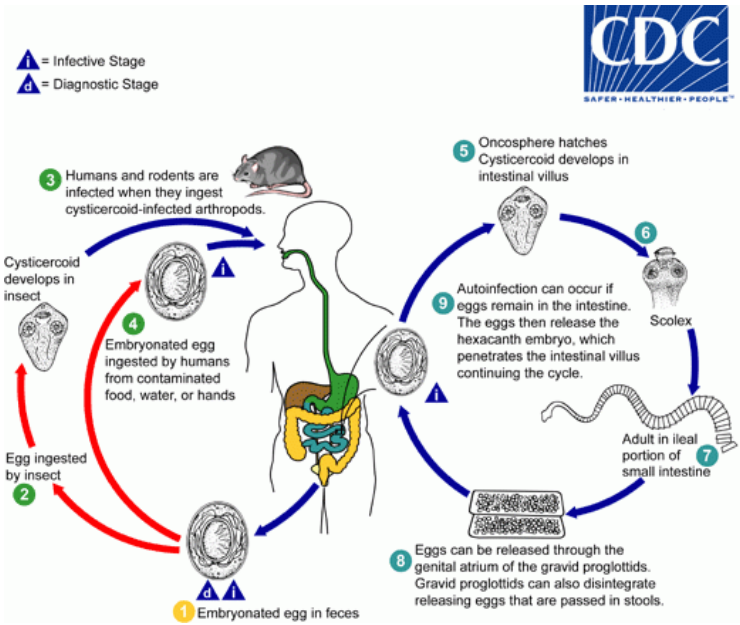
Manusia terinfeksi dengan dua cara, yaitu termakan daging babi yang mengandung *cysticercus cellulosae* yang tidak dimasak hingga matang dan secara tidak sengaja mengkonsumsi makanan atau minuman yang terkontaminasi telur infektif. Apabila yang termakan adalah daging babi yang mengandung *cysticercus cellulosae*, maka di dalam usus manusia, *cysticercus* berkembang menjadi cacing dewasa. Apabila manusia dan babi tertelan telur infektif maka telur akan menetas di usus halus, keluar larva heksakan yang mampu menembus kapiler usus dan bermigrasi ke berbagai jaringan tubuh membentuk *cysticercus matur* dalam waktu 60-70 hari (CDC - Cysticercosis, 2024).

3.3.4 *Hymenolepis nana* (Cacing Pita yang Menginfeksi Manusia)

Hymenolepis nana merupakan salah satu cacing pita yang kerapkali menginfeksi manusia terutama anak–anak. Cacing ini juga dikenal dengan sebutan *dwarf tapeworm* disebabkan ukurannya yang kecil. Infeksi cacing ini sering terjadi di daerah tropis dan subtropis terutama di daerah dengan *hygiene* dan sanitasi yang buruk. *Hymenolepis nana* merupakan satu – satunya

cestode yang dapat langsung menginfeksi manusia tanpa membutuhkan hospes perantara (Al-Mekhlafi, 2020).

Manusia terinfeksi melalui makanan atau air yang mengandung telur *Hymenolepis nana*. Di dalam usus halus, telur akan pecah dan mengeluarkan onkosfer yang mengandung larva heksakan. Larva heksakan tersebut akan menembus mukosa usus dan berkembang menjadi larva *sistiserkoid* di vilia usus. Apabila sistiserkoid tersebut pecah, larva akan kembali ke lumen usus dan tumbuh menjadi cacing dewasa di usus halus. Cacing dewasa akan menempel di usus halus dengan menancapkan skoleksnya. Telur dan *proglotid gravid* akan keluar bersama feses. Pada fase ini Telur yang dihasilkan merupakan stadium infektif yang dapat menyebabkan autoinfeksi tanpa harus melalui siklus di lingkungan luar. Autoinfeksi tersebut terjadi apabila telur yang mengandung larva heksakan pecah dan larvanya kembali menembus mukosa usus untuk membentuk *sistiserkoid*. Telur yang keluar bersama feses tidak dapat bertahan lebih dari sepuluh hari di lingkungan luar. Apabila telur tertelan oleh hospes perantara berupa *artropoda*, telur akan berkembang membentuk sistiserkoid yang dapat kembali menginfeksi manusia dan tikus. Cacing dewasa dapat bertahan selama 4-6 minggu. Autoinfeksi menyebabkan infeksi dapat bertahan selama bertahun – tahun (CDC - Hymenolepiasis, 2024).

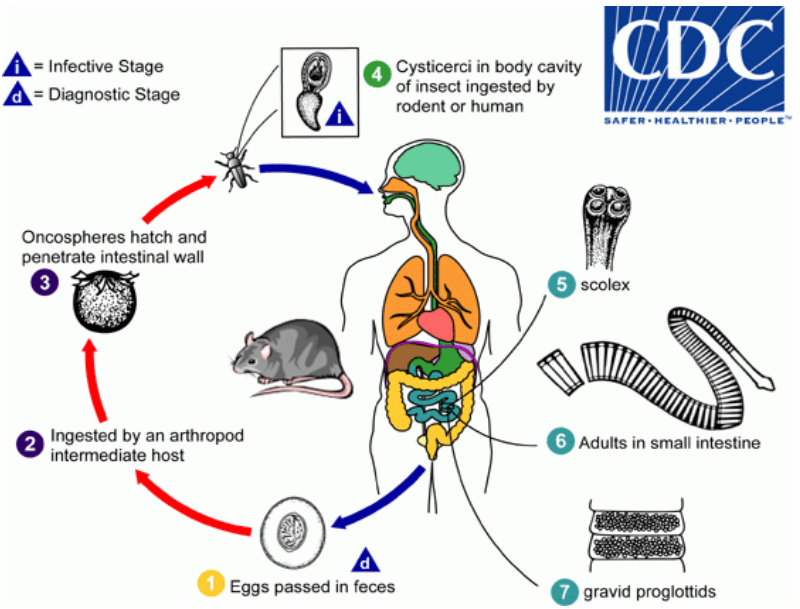


Gambar 3. 3 Siklus Hidup dan Cara Infeksi *Hymenolepis nana* (CDC- Hymenolepiasis, 2024)

3.3.5 *Hymenolepis diminuta* (Cacing Pita yang Menginfeksi Tikus)

Hymenolepis diminuta atau *rat tapeworm* merupakan cacing pita yang sering menginfeksi tikus dan hewan pengerat lainnya. Prevalensi infeksi *Hymenolepis diminuta* pada manusia lebih sedikit dibandingkan *Hymenolepis diminuta*. Manusia dapat terinfeksi cacing ini dan dikenal sebagai hospes aksidental. Cacing ini sering menginfeksi anak – anak maupun orang dewasa dengan latar belakang status sosial ekonomi dan personal *hygiene* yang rendah. Diperkirakan sekitar 0,001 – 5,5 % penduduk dunia pernah terinfeksi parasit ini. Kasus infeksi pernah dilaporkan terjadi di Indonesia, Malaysia, Thailand,

Amerika Serikat, Spanyol, Turki, Jamaika, Iran dan Polandia (Kapczuk *et al*., 2020).



Gambar 3. 4 Siklus Hidup dan Cara Infeksi *Hymenolepis diminuta* (CDC Hymenolepiasis, 2024)

Infeksi *Hymenolepis diminuta* terjadi dengan cara termakan serangga yang mengandung cystiscercus oleh tikus atau manusia. Proses infeksi ini bisa terjadi secara langsung karena *personal hygine* yang buruk atau melalui kontaminasi makanan dan air. Serangga hospes perantara ini adalah kumbang genus *Tribolium*, *Tenebrio*, kutu genus *Ctenocephalides*, *Xenopsylla*, dan *Pulex*, kecoak dan ulat. Di dalam usus *cystiscercus* pecah dan mengeluarkan larva sistiserkoid yang kemudian berkembang menjadi cacing dewasa dalam waktu 20 hari. Telur dan *proglotid gravid* yang penuh berisi telur akan keluar bersama feses. Apabila telur ini termakan

oleh serangga yang berperan sebagai hospes perantara, telur akan menetas, kemudian onkosfer menembus dinding usus dan membentuk *cystiscercus* di tubuh serangga tersebut sehingga dapat menjadi sumber infeksi kembali bagi tikus dan manusia. (CDC - Hymenolepiasis, 2024; Kapczuk *et al*., 2020)

3.3.6 *Dipylidium caninum* (Cacing Pita Anjingdan Kucing)

Dipylidium caninum dikenal sebagai cacing pita anjing dan kucing yang dapat menginfeksi manusia terutama anak – anak. Cacing ini juga dikebal sebagai *flea tapeworm, cucumber tapeworm* atau *double-pored tapeworm*. Manusia terinfeksi secara aksidental dan dapat menimbulkan penyakit zoonosis yang disebut dipilidiosis. Infeksi parasit ini terdapat di seluruh dunia dengan persentase di Eropa (27%), Asia (26%), Amerika Utara dan Amerika Selatan (masing – masing 17%). Prevalensi infeksi lebih tinggi terjadi di daerah pedesaan dibandingkan daerah perkotaan. Faktor risiko infeksi antara lain adalah gangguan imunitas, *personal hygine* yang buruk dan kontak dengan hewan peliharaan maupun hewan karnivora liar (Rousseau *et al*., 2022).

Infeksi *Dipylidium caninum* berlangsung secara asimtomatik maupun dengan gejala yang tidak spesifik. Gejala dapat berupa nyeri perut, kembung, mual, muntah, diare, kesulitan defekasi dan pruritus ani (gatal disekitar anus). Beberapa kasus melaporkan gejala non spesifik lain dapat berupa iritabilitas, gangguan tidur dan hiperaktifitas. Pemeriksaan hematologi *eosinophilia*, penurunan menunjukkan lekositosis, hematokrit dan hemoglobin, trombositopenia, peningkatan laju endap darah dan peningkatan kadar immunoglobulin E serum.

infeksi ini dapat bersifat *self limited* (Rousseau *et al*., 2022).

3.4 Cara Penularan Parasit Trematoda

Cacing Daun (Trematoda) termasuk ke dalam filum *Platyhelminthes* yang merupakan parasit yang berdampak terhadap kesehatan manusia dan hewan. Trematoda dikenal sebagai *flukes* yang memiliki siklus hidup kompleks dimana melibatkan satu atau lebih inang perantara (Keiser, J., & Utzinger, 2007).

Trematoda yang diketahui dapat menginfeksi manusia dan hewan, meliputi; *Schistosoma* spp., *Fasciolopsis buski*, *Fasciola hepatica* dan *Opisthorchis viverrine*.

3.4.1 *Schistosoma spp.*

Schistosomiasis atau *bilharzia* adalah sebuah penyakit yang disebabkan oleh infeksi cacing parasit yang hidup di air pada daerah subtropis dan tropis. *Schistosomiasis* disebabkan oleh genus *Schistosoma*. Terdapat tiga spesies yang menginfeksi manusia adalah *Schistosoma japonicum, Schistosoma mansoni* dan *Schistosoma haematobium* (McManus *et al*., 2018).

Terjadinya infeksi oleh *Schistosoma japonicum* terjadi karena serkaria yang hidup di air masuk ke dalam tubuh manusia melalui kulit. Setelah penetrasi dan masuk ke dalam kulit, serkaria akan bermigrasi melalui pembuluh darah menuju pembuluh vena untuk berkembang biak menjadi cacing dewasa. Gejala infeksi ini bermacam-macam, tergantung spesies yang menginfeksi, mulai dari gangguan pencernaan, kerusakan ginjal, hingga masalah genitourinari

(Gryseels *et al*., 2006). Pada kasus *Schistosoma mansoni* dapat mengakibatkan diare berdarah, fibrosis hati dan hipertensi portal. Sementara pada infeksi *Schistosoma haematobium* dapat meningkatkan risiko kanker kandung kemih dan menyebabkan hematuria (Ross *et al*., 2017).

Seseorang dapat terinfeksi *Schistosoma* apabila kontak langsung dengan air tawar yang terkontaminasi oleh serkaria. Aktivitas seperti berenang dan mencuci juga berpotensi sebagai penularan. Sementara pada faktor sosial dan ekonomi, seperti kemiskinan dan kurangnya akses ke fasilitas sanitasi juga sangat berperan dalam penyebaran penyakit ini (Steinmann *et al*., 2006).

3.4.2 *Fasciolopsis buski*

Fasciolopsis buski merupakan trematoda usus yang mengakibatkan penyakit yang dikenal sebagai *fasciolopsiasis* pada manusia (Annida, 2022). Penularan *Fasciolopsis buski* dimulai dari metaserkaria yang masuk ke dalam tubuh manusia melalui konsumsi tanaman air yang terkontaminasi, kemudian berkembang menjadi cacing dewasa di usus kecil. Pada tahapan ini memerlukan waktu sekitar 25-30 hari. Sementara cacing dewasa dapat hidup selama kurang lebih 6-12 bulan di dalam tubuh manusia dan menyebabkan berbagai gejala seperti sakit perut, diare, malnutrisi dan obstruksi usus. Apabila infeksi yang berat, maka dapat memicu reaksi alergi seperti edema, urtikaria dan gejala gastrointestinal (Keiser and Utzinger, 2021a).

Pada tahapan penularan, serkarian yang menempel pada tahapan air dan nantinya berkembang menjadi metaserkaria dapat memicu infeksi pada manusia atau mamalia herbivora ketika tanaman air yang terkontaminasi dikonsumsi mentah atau kurang matang. Penyebab konsumsi tumbuhan air yang mentah atau belum matang, serta sanitasi yang buruk dapat memicu risiko terjadinya infeksi (Mas-Coma, Valero and Bargues, 2018a).

3.4.3 *Fasciola hepatica* (Cacing Hati)

Fasciola hepatica merupakan penyebab agen fascioliasis. Awal mula kasusnya diidentifikasi pada hewan ternak sebelum akhirnya diketahui juga dapat menginfeksi manusia (Keiser and Utzinger, 2021b). Transmisi penularan cacing ini dimulai setelah konsumsi tanaman air yang terkontaminasi. Selanjutnya larva *Fasciola hepatica* akan menembus dinding usus dan bermigrasi di bagian hati yang nantinya menyebabkan kerusakan jaringan hati dan inflamasi (Mas-Coma, Valero and Bargues, 2018b). Gejala awal seseorang mengidap *Fascioliasis* yaitu; sakit perut, demam dan pembesaran hati (*hepatomegali*). Pada tahap selanjutnya, kasus infeksi ini dapat menyebabkan penyakit kronis hingga lanjut, infeksi kronis komplikasi serius seperti penyumbatan saluran empedu, *icterus* dan sirosis hati. *Fascioliasis* dapat dijumpai di daerah pertanian lebih umum yang menggunakan sistem irigasi dengan air tawar, seperti di Bolivia, Peru, Mesir dan Iran. Ternyata kelompok rentan termasuk petani, pekerja irigasi dan penduduk pedesaan yang bergantung pada sistem irigasi dapat tertular oleh metaserkaria (Keiser and Utzinger, 2021b).

3.4.4 *Opisthorchis viverrini*

Opisthorchis viverrini adalah parasit trematoda yang menjadi penyebab utama *opisthorchiasis*. Penyakit ini dapat menyerang empedu dan hati manusia. Opisthorchiasis juga menjadi salah satu penyebab terjadinya kanker saluran empedu (kolangiokarsinoma) (Andrews *et al*., 2020). Transmisi penularannya melalui konsumsi ikan mentah atau kurang matang. Dimana larva *Opisthorchis viverrini* akan masuk dan bermigrasi ke saluran empedu dan berkembang menjadi cacing dewasa. Pada kasus kronis dapat menyebabkan inflamasi saluran empedu, fibrosis dan akhirnya, kolangiokarsinoma (Qian *et al*., 2016). Konsumsi ikan air tawar yang mentah dan kurang matang menjadi salah satu faktor risiko terjadinya *Opisthorchis viverrine* (Lun *et al*., 2016).

3.5 Cara Penularan Parasit Protozoa Usus

Habitat parasit protozoa usus menjadi salah satu parasit bersel satu yang berada di usus. Terdapat beberapa spesies protozoa usus yang mengakibatkan penyakit pada manusia yaitu; *Giardia lamblia, Blastochistis hominis, Entamoeba histolytica, Cyclospora, Cryptosporidium sp, Blastochistis hominis* dan *Isospora*.

Parasit Protozoa diketahui dapat menginfeksi berbagai penyakit diantaranya; *Giardia lambia, Entamoeba histolytica, Balantidium coli* dan *Cryptosporidium.*

3.5.1 *Giardia lambia*

Giardia lamblia atau *Giardia intestinalis* merupakan parasit protozoa yang hidup di usus manusia dan beberapa hewan malaria. Parasit ini memiliki ukuran sangat kecil serta menyebabkan penyakit yang dikenal dengan giardiasis. Parasit *Giardia lamblia* menjadi jenis patogen usus manusia yang dapat ditemukan di seluruh dunia. Seseorang dapat berisiko tinggi mengalaminya yaitu; pekerja pada penitipan anak (*daycare*), anak-anak usia pra-sekolah individu dengan defisiensi imun, penderita kekurangan gizi dan pelaku homoseksual (Coffey *et al*., 2021).

Transmisi penularan *Giardia lamblia* dapat dikelompokkan sebagai berikut;

1) *Waterborne Transmission*
   Berasal dari air minum tercemar, danau, air sungai dan kolam renang yang tidak lagi terawat
2) *Person to Person*
   Transmisi ini terjadi dengan kontak langsung dan tidak langsung. Pada transmisi kontak langsung seperti; (a) Tangan ke mulut: menelan parasit *Giardia lamblia* yang menempel di permukaan tangan setelah menyentuh area terkontaminasi tinja, (b) Hubungan seksual: terjadi pada hubungan homoseksual dengan orang terinfeksi. Sementara pada transmisi tidak langsung seperti; (c) Permukaan benda: menelan parasit *Giardia lamblia* yang menempel pada permukaan atau benda yang telah terkontaminasi tinja, seperti gagang pintu kamar mandi, peralatan pribadi dan mainan.

3) *Foodborne Transmission*
   Transmisi ini umumnya terjadi pada seseorang yang menyiapkan makanan yang telah terinfeksi *Giardia lamblia*. Namun dalam keadaan ini tidak memperlihatkan gejala atau bersifat asimtomatis.
4) *Zoonotic Transmission*
   Transmisi penularan pada tahapan ini dimulai dari hewan ke manusia (Buret *et al*., 2020; Krumrie *et al*., 2022).

3.5.2 *Entamoeba histolytica*

Transmisi penularan *Entamoeba histolytica* merupakan penyebab amebiasis yang terjadi karena konsumsi makanan atau minuman yang terkontaminasi kista dengan feses yang mengandung kista. transmisi penularan juga dapat melalui hubungan seksual. Risiko penularan dapat terjadi apabila seseorang tinggal atau bepergian di daerah dengan sanitasi yang buruk, memiliki sistem kekebalan tubuh yang lemah dan kontak dengan orang yang terinfeksi *Entamoeba histolytica* (Tharmaratnam *et al*., 2020).

Transmisi penularan *Entamoeba histolytica* dapat dikategorikan sebagai berikut;

1) Konsumsi makanan atau minuman yang terkontaminasi pada kista *Entamoeba histolytica* dapat menular melalui air minum atau makanan yang telah terkontaminasi feses yang mengandung kista.
2) Kontak Langsung dengan Feses
   Penularan dapat terjadi apabila seseorang menyentuh feses yang mengandung kista dari *Entamoeba histolytica*, kemudian secara tidak

sengaja memasukkan tangan atau jari yang terkontaminasi ke mulut tanpa mencuci tangan terlebih dahulu.

3) Hubungan Seksual
Selain melalui makanan dan minuman, trasmisi penularan *Entamoeba histolytica* dapat melalui hubungan seksual, terutama melalui anal atau oral, karena kista dapat berada di area anus (Yanagawa *et al*., 2023).

3.5.3 *Balantidium coli*

Balantidium coli merupakan parasit protozoa *ciliata* yang menetap di usus besar. *Balantidium coli* dapat menginfeksi bermacam-macam spesies, seperti manusia, babi, onta, domba, sapi, kambing. Sementara infeksi pada manusia dikenal dengan *Balantidiasis*. Parasit *Balantidium coli* dianggap sebagai parasit karena infeksi oleh protozoa yang dilaporkan tersebar di seluruh dunia. Namun, tingkat epidemiologi infeksi ini masih sangat sedikit, sehingga *Balantididiasis* menjadi salah satu penyakit yang terabaikan (Ahmed *et al*., 2020).

Transmisi penularan *Balantidium coli* umunya dapat dijumpai pada hewan peliharaan, seperti babi merupakan *hospes reservoir* utama yang menjadi sumber transmisi penularan bagi seseorang yang memelihara babi atau yang bekerja di peternakan babi. Penularan dapat terjadi secara transmisi *fecal oral* dari makanan dan minuman yang terkontaminasi kista atau tangan yang tidak bersih (Ahmed *et al*., 2020).

3.5.4 *Cryptosporidium*

Cryptosporidium merupakan parasit yang menyebabkan diare pada orang dewasa yang defisiensi imun dan anak-anak rotavirus. Berdasarkan kasus, jenis *Cryptosporidium* yang bertanggungjawab atas lebih dari 90% kasus adalah *Cryptosporidium hominis* dan *Cryptosporidium parvum* (Sow *et al*., 2016). Habibat *Cryptosporidium* dapat dijumpai di usus halus, namun juga bisa ditemukan di lambung, kolon, apendiks, *rectum* dan saluran pernafasan. Berdasarkan distribusi parasit *Cryptosporidium* dapat ditemukan di seluruh dunia, pada mamalia yaitu manusia, babi, monyet, anjing, kucing, sapi, domba, mencit, burung dan jenis reptil (Paniker, 2017).

Terjadinya transmisi penularan dari *Cryptosporidium* dapat melalui *fecal oral*. Setelah menelan ookista dari sumber makanan atau minuman yang terkontaminasi dengan hewan. Hewan ternak merupakan hospes reservoir sebagai sumber penularan bagi manusia. Dinding ookista yang berdinding tebal menjadikannya tahan terhadap klorinasi yang sulit di urai di kolam renang. Kasus ini terjadi karena air yang terkontaminasi dan fasilitas air di wahana bermain (Thomson *et al*., 2017).

3.5 Cara Penularan Parasit Protozoa Darah dan Jaringan

Protozoa darah dan jaringan adalah kelompok mikroorganisme parasit yang memiliki dampak signifikan terhadap kesehatan manusia, terutama di wilayah-wilayah tropis dan subtropis. Kelompok ini terdiri dari beberapa

parasit yang menyebabkan penyakit serius, seperti malaria, *toksoplasmosis, trypanosomiasis, dan leishmaniasis*. Penyakit yang ditimbulkan tidak hanya mempengaruhi kesehatan individu yang terinfeksi, tetapi juga memiliki implikasi luas terhadap kesehatan masyarakat dan ekonomi secara global. Protozoa darah dan jaringan umumnya ditularkan melalui vektor seperti nyamuk, lalat tsetse, dan kutu pasir. Setelah masuk ke dalam tubuh inang, protozoa akan berkembang biak dalam darah dan jaringan, lalu menyebabkan berbagai manifestasi klinis yang bervariasi. Gejala klinis yang muncul diantaranya demam ringan hingga komplikasi yang mengancam jiwa. Misalnya, *Plasmodium spp*., agen penyebab malaria, menyerang sel darah merah dan dapat menyebabkan anemia parah, disfungsi organ, hingga kematian jika tidak ditangani denga cepat (Miller *et al*., 2021).

Parasit Protozoa darah dan jaringan diketahui dapat menginfeksi berbagai penyakit diantaranya; Malaria, *Trypanosomiasis, Leishmaniasis,* dan *Toksoplasmosis*.

3.5.1 *Plasmodium spp.* (Penyebab Malaria)

Plasmodium spp., dikenal sebagai penyebab terjadinya kasus malaria. *Plasmodium spp*. diketahui memiliki siklus hidup kompleks dan melibatkan nyamuk *Anopheles* betina sebagai vektor dan manusia sebagai inang vertebrata. *Plasmodium spp*. Memiliki siklus hidup menjadi dua fase, yaitu: *Sprorogoni* (siklus seksual) dan *Skizogoni* (siklus aseksual). Pada siklus seksual terjadi pada vektor yaitu Nyamuk *Anopheles* betina. Fase ini dumulai Ketika nyamuk *Anopheles* betina menghisap darah yang mengandung gametosit Plasmodium dari inang manusia. Gametosit akan mulai berkembang menjadi gamet jantan dan gamet betina di dalam usus

nyamuk. Saat terjadinya fertilisasi, maka akan menghasilkan zigot yang nantinya akan menjadi ookinet. Ookinet akan menembus dinding usus nyamuk dan membentuk oosit di bagian sisi luar usus. Pada tahapan ini, Oosit kemudian membentuk *sporozoite* yang mulai bergerak menuju kelenjar ludah nyamuk dan siap untuk ditransmisikan ke inang manusia berikutnya saat nyamuk menggigit. Pada siklus aseksual terjadi pada manusia. Siklus ini dimulai saat nyamuk yang terinfeksi mulai menggigit manusia dan menyuntikkan *sporozoit* ke peredaran darah. *Sporozoit* akan bermigrasi ke dalam hati dan menginfeksi hepatosit yang kemudian akan menjadi *merozoit*. *Merozoit* dilepaskan ke dalam aliran darah dan menginfeksi eritrosit yang kemudian *merozoit* mengalami *skizogoni*. Pada siklus ini akan menyebabkan terjadinya demam berdarah yang menjadi pertanda malaria. Untuk melanjutkan siklus hidupnya beberapa merozoit berkembang menjadi gametosit, yang kemudian dapat diambil oleh nyamuk Anopheles (Muller *et al*., 2015).

3.5.2 *Trypanosoma spp.* (Penyebab Trypanosomiasis)

***Trypanosoma spp*.** merupakan penyebab terjadinya penyakit, seperti penyakit tidur (*sleeping sickness*) yang diakibatkan oleh lalat *tsetse* untuk *Trypanosoma brucei* dan penyakit *chagas* yang diakibatkan oleh *triatomine bug* yang ditularkan melalui gigitan. Setelah lalat *tsetse* menghisap darah yang terinfeksi, kemudian *tripomastigot metasitik* berubah menjadi *epimastigot* di dalam usus serangga. *Epimastigot* selanjutnya mulai bermigrasi ke kelenjar ludah serangga dan berubah menjadi *tripomastigot* infektif yang siap untuk ditransmisikan ke inang

berikutnya saat serangga menggigit. Pada saat serangga vektor menggigit inang vertebrata, maka *tripomastigot* disuntikkan ke dalam aliran darah yang berkembang dalam darah, limfa dan cairan serebrospinal. Sementara pada *Trypanosoma cruzy*, *tripomastigot* akan memasuki berbagai jenis sel dan berubah menjadi *amastigot* intraseluler yang berkembang biak, sehingga menyebabkan kerusakan jaringan sebelum dilepaskan kembali sebagai *tripomastigot* untuk menginfeksi serangga pada vektor lainnya (Rodrigues *et al*., 2014).

3.5.3 *Leishmania spp.* (Penyebab Leishmaniasis)

Leishmania spp. ditularkan melalui gigitan kutu pasir (*phlebotomine sandfly*) yang menyebabkan *Leishmaniasis. Leishmania spp.* memiliki dua bentuk morfologi yaitu; (a) *Promastigot* (bentuk infektif di dalam serangga); (b) *Amastigot* (bentuk intraseluler di dalam inang vertebrata). Siklus dimulai ketika kutu pasir menghisap darah dari inang yang telah terinfeksi. Selanjutnya *amastigot* yang pada *makrofag* inang akan menjadi *promastigot* di dalam usus serangga. *Promastigot* selanjutnya akan berkembang biak dan bermigrasi ke *proboscis* kutu pasir yang siap untuk ditransmisikan ke inang berikutnya. *Promastigot* akan memasuki *makrofag* dan berubah menjadi *amastigot*, setelah ditransmisikan melalui gigitan kutu pasir. Pada tahapan ini menyebabkan kerusakan jaringan. Untuk melanjutnya siklus hidupnya, *amastigot* yang dilepaskan dari *makrofag* dapat menginfeksi kutu pasir lain (Alvar *et al*., 2014).

3.5.4 *Toxoplasma gondii* (Penyebab Toksoplasmosis)

Toksoplasmosis terjadi akibat gangguan kesehatan karena infeksi parasit *Toxoplasma gondii*. *Toxoplasma gondii* yang umumnya menular dari kotoran kucing. Siklus hidupnya melibatkan inang definitif (kucing) dan inang perantara (berbagai vertebrata, termasuk manusia). Penularan pada kucing terjadi apabila kista jaringan dari mangsa yang terinfeksi tertelan oleh kucing tersebut. Kista melepaskan *bradizoit* yang menginfeksi sel epitel usus dan berkembang menjadi oosit yang dikeluarkan bersama feses setelah sporulasi di lingkungan. Pada inang perantara atau manusia yang terinfeksi melalui konsumsi daging yang kurang matang karena oosit yang sporulasi. Pada inang perantara, sporozoit dilepaskan dari *bradizoit* dari kista yang menginfeksi berbagai jenis sel, selanjutnya berkembang biak menjadi *takizoit* yang menyebabkan kerusakan jaringan sebelum berubah kembali menjadi *bradizoit* dan membentuk kista yang persisten (Dubey, 2020).

DAFTAR PUSTAKA

Ahmed, A., Ijaz, M., Ayyub, R. M., Ghaffar, A., Ghauri, H. N., Aziz, M. U., Ali, S., Altaf, M., Awais, M., & Naveed, M. (2020). Balantidium coli in domestic animals: An emerging protozoan pathogen of zoonotic significance. *Acta Tropica*, 203, 105298.

Alvar, J., Velez, I. D., & Bern, C. (2014). Leishmaniasis worldwide and global estimates of its incidence. *PLoS ONE,* 7(5), e35671. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0035671

Andrews, R.H. *et al*. (2020) Foundations of Parasitology. McGraw-Hill Education.

Arsin, A. 2016. Epidemiologi Filariasis di Indonesia. Masagena Press.

Aung, A. K., & Spelman, D. W. (2016). Taenia solium Taeniasis and Cysticercosis in Southeast Asia. *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 94(5), 947. https://doi.org/10.4269/AJTMH.15-0684

Bogitsh, B. J., Carter, C. E., & Oeltmann, T. N. (2013). Intestinal Parasitology, Tapeworms. *Human* 237–249. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-415915 0.00013-3

Bosch, F. *et al*. (2021). Diagnosis of soil-transmitted helminths using the kato-katz technique: What is the influence of stirring, storage time and storage temperature on stool sample egg counts?, *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 15(1), pp. 1–17. Available at: https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009032

Buret, A. G., Caccio, S. M., Favennec, L., & Svard, S. (2020). Update on Giardia: Highlights from the seventh International Giardia and Cryptosporidium Conference. *Parasite*, 27. https://doi.org/10.1051/parasite/2020047

Cappello, M., Schantz, P. M., & White, A. C. (2008). Taenia solium and Taenia saginala (Taeniasis and Cysticercosis). Principles and Practice of Pediatric Infectious Disease: Third Edition, 1321–1327. https://doi.org/10.1016/B978-07020-3468-8.50286-8

CDC – DPDx - Cysticercosis. (n.d.). 1.Retrived : May, 5 2025, from:https://www.cdc.gov/dpdx/cysticercosis/index. ht ml (Accessed: February 2025)

CDC - DPDx - Diphyllobothriasis. (n.d.). Retrieved May 5, 2025, from https://www.cdc.gov/dpdx/diphyllobothriasis/in dex.html (Accessed: February 2025)

CDC - DPDx - Dipylidium caninum. (n.d.). Retrieved May 5, 2025, from https://www.cdc.gov/dpdx/dipylidium/index.ht ml (Accessed: February 2025)

CDC - DPDx - Hymenolepiasis. (n.d.). Retrieved May 5, 2025, from https://www.cdc.gov/dpdx/hymenolepiasis/inde x.html (Accessed: February 2025

CDC - DPDx - Taeniasis. (n.d.). Retrieved May 5, 2025, from https://www.cdc.gov/dpdx/taeniasis/index.html (Accessed: February 2025)

Coffey, C. M., Collier, S. A., Gleason, M. E., Yoder, J. S., Kirk, M. D., Richardson, A. M., Fullerton, K. E., & Benedict, K. M. (2021). Evolving Epidemiology of Reported Giardiasis Cases in the United States, 1995-2016. *Clinical Infectious Diseases*, 72(5), 764 770. https://doi.org/10.1093/cid/ciaa128

Dubey, J. P. (2020). Toxoplasmosis of animals and humans. 3rd edition. CRC Press. https://doi.org/10.1201/9780429399656

Durrani, M. I., Basit, H., & Blazar, E. (2023). Diphyllobothriasis (Fish Tapeworm Infection). StatPearls. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK54097 1/

Diseases, N.T. (2019). Strategi nasional riset implementasi/ operasional untuk mendukung pencegahan dan pengendalian.

Gryseels, B. *et al*. (2006) 'Human schistosomiasis', The Lancet, 368(9541), pp. 1106–1118.

Hao, Y., Tian, T., Zhu, Z., Chen, Y., Xu, J., Han, S., Qian, 12 M., Zhang, Y., Li, S., & Wang, Q. (2024). Accelerating the Control and Elimination of Major Parasitic Diseases in China — On World NTD Day 2024. China CDC Weekly, 6(6), 95–99. https://doi.org/10.46234/ccdcw2024.021

Hardianti U, Urip and Jiwintarum Y (2019) 'Prevalensi kecacingan golongan STH (soil transmitted helminth) pada anak usia 3-6 tahun pasca gempa bumi di desa sembalum kabupaten lombok timur', *Jurnal Analis Medika Bio Sains*, 1(1), pp. 1–41.

Hidayat, F. *et al*. (2019) 'Dengan Kejadian Cacingan Pada Siswa Sekolah Dasar Negeri Pelambuan Kota Banjarmasin.

Hiswani. 2004. Gambaran Penyakit dan Vektor Malaria di Indonesia.

Indonesia, M.K.R. (2017) Permenkes No. 15 Tahun 2017.

Jeon, H. K., & Eom, K. S. (2024). Cestodes and cestodiasis. Molecular Medical Microbiology, Third Edition, 2941–2963. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818619 0.00044-7

Kapczuk, P., Chlubek, D., & Baranowska-Bosiacka, I. Epidemiological and clinical characteristic of Hymenolepis diminuta infection – review of current literature. *Pomeranian Journal of Life Sciences*, 66(2), 32–38. https://doi.org/10.21164/POMJLIFESCI.664

Keiser, J., & Utzinger, J. (2007). Food-borne Trematodiases, Clinical Microbiology Reviews, 20(3), pp. 440–468.

Keiser, J. and Utzinger, J. (2021a) 'Emerging foodborne trematodiasis: A one health perspective', Trends in Parasitology, 37(9), pp. 712–725.

Keiser, J. and Utzinger, J. (2021b) 'Food-borne trematodiases', Clinical Microbiology Reviews, 34(4).

Krumrie, S., Capewell, P., Smith-Palmer, A., Mellor, D., Weir, W., & Alexander, C. L. (2022). A scoping review of risk factors and transmission routes associated with human giardiasis outbreaks in high-income settings. *In Current Research in Parasitology and Vector-Borne Diseases* (Vol. 2). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.crpvbd.2022.100084

Lun, Z.R. *et al*. (2016). Clonorchiasis: A key foodborne zoonosis in China, The Lancet Infectious Diseases, 16(7), pp. 809–818.

Mahamed, S. A., & Mahamed, S. A. (2024). Intestinal Tapeworm (Cestode). Intestinal Parasites - New Developments in Diagnosis, Treatment, Prevention and Future Directions [Working Title]. https://doi.org/10.5772/INTECHOPEN.1004926

Menkes RI. 2014. Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 94 Tahun 2014 tentang Penanggulangan Filariasis.

Maryanti, E. *et al*. (2021) 'Gambaran Profil dan Infeksi Cacing Usus pada Pekerja di Tiga Rumah Potong Hewan Provinsi Riau', *Jurnal Epidemiologi Kesehatan Komunitas*, 6(1), pp. 200–206. Available https://doi.org/10.14710/jekk.v6i1.9337

McManus, D.P. *et al*. (2018). Schistosomiasis, Nature Reviews Disease Primers, 4(1), pp. 1 19.

Momcilovic, S., Cantacessi, C., Arsic-Arsenijevic, V., Otranto, D., & Tasić-Otasevic, S. (2019). Rapid diagnosis of parasitic diseases: current scenario and future needs. *Clin Microbiol Infect*, 25(3), 290–309. https://doi.org/10.1016/j.cmi.2018.04.028

Mas-Coma, S., Valero, M.A. and Bargues, M.D. (2018b). Fascioliasis and other plant-borne trematode zoonoses, *International Journal for Parasitology*, 48(3–4), pp. 297–325.

Muller, I., Genton, B., & Smith, T. A. (2015). The epidemiology and transmission dynamics of Plasmodium spp. *Trends in Parasitology*, 31(2), 75-86. https://doi.org/10.1016/j.pt.2014.12.005

Rahayu, N. *et al*. (2023). Status of Soil-transmitted Helminth after Implementation of School based Deworming Programmes in Five Districts, Indonesia, South Kalimantan Province, *Journal of Communicable Diseases*, 55(4), pp. 1–13. Available at: https://doi.org/10.24321/0019.5138.202347

Rodrigues, M. M., de Alencar, B. C., & Machado, A. V. (2014). The immune response against Trypanosoma cruzi infection: Lessons for vaccine development. *Human Immunotherapeutics, Vaccines* 10(2), & 427-430. https://doi.org/10.4161/hv.26866

Ross, A.G. *et al*. (2017). A new global strategy for the elimination of schistosomiasis, *International Journal of Infectious Diseases*, 54, pp. 130 137.

Steinmann, P. *et al*. (2006). Schistosomiasis and water resources development: systematic review, meta-analysis, and estimates of people at risk, *The Lancet Infectious Diseases*, 6(7), pp. 411–425.

Tantular, I.S & Prasetyo. (2011). Trikuriasis. Jakarta: EGC.

Tharmaratnam, T., Kumanan, T., Iskandar, M. A., D'Urzo, K., Gopee-Ramanan, P., Loganathan, M., Tabobondung, T., Tabobondung, T. A., Sivagurunathan, S., Patel, M., & Tobbia, I. (2020). Entamoeba histolytica and amoebic liver abscess in northern Sri Lanka: A public health problem. *In Tropical Medicine and Health* (Vol. 48, Issue 1). BioMed Central Ltd. https://doi.org/10.1186/s41182 020-0193-2

Saraswati, Si, & Biomed. (2020). Infeksi Cacing Usus pada Anak-Anak di Bantul. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 12(2), 123-135.

Soedarto. (2009). Pengobatan penyakit parasit. Jakarta: Sagung Seto, pp: 59-69.

Qian, M.B. *et al*. (2016). Clonorchiasis, *The Lancet*, 387(10020), pp. 800–810.

Rousseau, J., Castro, A., Novo, T., & Maia, C. (2022). Dipylidium caninum in the twenty-first century: epidemiological studies and reported cases in companion animals and humans. *Parasites & Vectors*, 15(1). https://doi.org/10.1186/S13071-022-05243-5

Sow, S. O., Muhsen, K., Nasrin, D., Blackwelder, W. C., Wu, Y., Farag, T. H., Panchalingam, S., Sur, D., Zaidi, A. K. M., Faruque, A. S. G., Saha, D., Adegbola, R., Alonso, P. L., Breiman, R. F., Bassat, Q., Tamboura, B., Sanogo, D., Onwuchekwa, U., Manna, B., … Levine, M. M. (2016). The Burden of Cryptosporidium Diarrheal Disease among Children < 24 Months of Age in Moderate/High Mortality Regions of Sub-Saharan Africa and South Asia, Utilizing Data from the Global Enteric Multicenter Study (GEMS). P*LoS Neglected Tropical Diseases*, 10(5). https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0004729

Thomson, S., Hamilton, C. A., Hope, J. C., Katzer, F., Mabbott, N. A., Morrison, L. J., & Innes, E. A. (2017). Bovine cryptosporidiosis: impact, host parasite interaction and control strategies. *In Veterinary research* (Vol. 48, Issue 1, p. 42). https://doi.org/10.1186/s13567-017-0447-0

Van Tong, H., Brindley, P. J., Meyer, C. G., & Velavan, T. P. (2017). Parasite Infection, Carcinogenesis and Human Malignancy. *EBioMedicine*, 15, 12–23. https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2016.11.034

Wendt, S. *et al*. (2019). Diagnostik und Therapie of pinworm infection, Deutsches Arzteblatt International, 116(13), Available pp. 213–219. at: https://doi.org/10.3238/arztebl.2019.0213

Word Healty Organisasion. (2019). Bench aids for the diagnosis of intestinal parasites.

Yanagawa, Y., Shimogawara, R., Takano, M., Aoki, T., Mizushima, D., Gatanaga, H., Kikuchi, Y., Oka, S., Yagita, K., & Watanabe, K. (2022). Identification of asymptomatic Entamoeba histolytica infection by a serological screening test: A cross sectional study of an HIV-negative men who have sex with men cohort in Japan. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 16(4). https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009793

BAB 4
JENIS-JENIS PARASIT

Oleh Insani Fitrahulil Jannah

4.1 Pendahuluan

Sebelum membahas tentang jenis-jenis parasit secara umum, perlu diketahui pengertian dari parasit. Parasit adalah organisme yang hidup di atau pada organisme lain (inang) dan mengambil manfaat/nutrisi langsung darinya sehingga dapat menyebabkan kerugian tanpa memberikan manfaat apapun bagi inangnya. (Sastry and Bhat, 2018) Ada tiga kelas utama parasit yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia yaitu protozoa, cacing, dan ektoparasit. (CDC, 2024a)

Parasit dapat berdampak pada inangnya dengan cara menimbulkan cedera mekanis, menembus kulit atau jaringan, memicu respons inflamasi atau sistem imun, serta mengambil nutrisi dari inangnya. Sebagian besar parasit menyebabkan kombinasi dari efek-efek tersebut pada inangnya. (Wale and Gedefaw, 2022)

Pemahaman tentang jenis-jenis parasit sangat penting untuk mendiagnosis, mencegah, dan mengobati infeksi parasit yang dapat mengancam kesehatan manusia. Oleh karena itu, bab ini akan menguraikan pembagian jenis parasit berdasarkan lokasi atau tempat hidupnya, ketergantungan terhadap inang serta durasi atau lama hidup parasite.

4.2 Jenis Parasit Berdasarkan Tempat Hidupnya

Berdasarkan lokasi hidupnya parasit dapat dikelompokkan menjadi dua jenis, yakni ektoparasit dan endoparasit. Ektoparasit adalah parasit yang lokasi atau habitatnya berada di luar permukaan tubuh hospes tanpa masuk ke jaringan tubuh inang. Istilah ”Infestasi” merupakan istilah yang sering dipergunakan ketika membicarakan tentang ektoparasit dan ”infeksi” untuk endoparasit. Adapun pengertian dari Endoparasit sendiri adalah parasit yang tempat hidupnya dalam tubuh hospes (bagian dalam tubuh inang). Kelompok endoparasit sebagian besar adalah kelompok golongan helmint atau cacing dan protozoa. (Peter *et al.*, 2018)

Satu golongan parasit yang sering dibicarakan adalah *free living parasite. Free living parasite* adalah parasit yang merujuk pada parasit yang stadiumnya tidak merugikan atau *nonparasitic stages*. *Free living parasite* dapat hidup secara mandiri di lingkungan tanpa memerlukan hospes untuk kelangsungan hidupnya, tetapi tetap memiliki kemampuan untuk menginfeksi inang dalam kondisi tertentu. *Free living parasite* hidup secara bebas, contohnya adalah bentuk kista dari *Naegleria fowleri*. (Peter *et al.*, 2018)

4.2.1 Ektoparasit

Ektoparasit adalah organisme yang hidup di luar tubuh inang, mendapatkan makanan dengan cara mengisap darah atau cairan tubuh lainnya. Ektoparasit adalah patogen yang biasanya hanya menginfeksi lapisan permukaan kulit. Meskipun istilah ektoparasit secara umum dapat mencakup artropoda penghisap darah seperti nyamuk, istilah ini umumnya digunakan secara lebih sempit untuk merujuk pada patogen seperti kutu, pinjal, kutu rambut, lalat parasit dan tungau yang

menempel atau menggali ke dalam kulit dan bertahan di sana untuk jangka waktu yang relatif lama. (CDC, 2024a; Pan American Health Organization, 2024)

Beberapa contoh Ektoparasit yangs sering dibicarakan :

a. *Pediculus sp*.

Pedikulosis adalah infestasi kutu kepala dan tubuh manusia, *Pediculus humanus*. Ada dua subspesies, kutu kepala (*Pediculus humanus capitis*) dan kutu tubuh (*Pediculus humanus humanus*). Parasit ini merupakan jenis ektoparasit yang inangnya hanya ditemukan di manusia. (CDC, 2024g)

Kutu badan secara morfologis mirip dengan kutu rambut namun biasanya memiliki ukuran tubuh yang jauh lebih besar dibandingkan kutu rambut kepala. Kutu badan tinggal dan bertelur di pakaian dan benda-benda yang terinfeksi dan bermigrasi ke tubuh manusia untuk mencari makan. (Soedarto, 2011; CDC, 2024g)

Infestasi kutu kepala tersebar di seluruh dunia. Anak-anak usia prasekolah dan sekolah dasar, usia 3 hingga 11 tahun adalah kelompok yang paling sering terinfeksi. Anak perempuan lebih sering terinfeksi daripada anak laki-laki. Kutu badan juga bersifat kosmopolitan tetapi lebih jarang dan biasanya terlihat di lingkungan ynag miskin, kumuh dan pada tuna wisma.

Secara umum infestasi kutu kepala tidak bergejala. Gejala yang muncul mungkin termasuk sensasi geli karena ada sesuatu yang bergerak di rambut, gatal, yang disebabkan oleh reaksi alergi terhadap air liur kutu. Infeksi bakteri sekunder mungkin merupakan komplikasi. Kutu badan dapat menjadi vektor bagi *Rickettsia prowazekii* (tifus

epidemik), *Bartonella quintana* (demam parit), dan *Borrelia recurrentis* (demam kambuhan yang ditularkan kutu).

Cara penularan utama kutu rambut adalah kontak dengan orang yang sudah terinfeksi (misalnya, kontak kepala ke kepala). Kontak umum terjadi selama bermain (kegiatan olahraga, taman bermain, di perkemahan, dan pesta piyama) di sekolah dan di rumah.

Penularan melalui fomite dapat terjadi sehubungan dengan kutu rambut (lebih umum terjadi pada kutu badan). Mengenakan pakaian, seperti topi, syal, mantel, seragam olahraga, atau pita rambut yang dikenakan oleh orang yang terinfeksi, menggunakan sisir, sikat, atau handuk yang terinfeksi, atau berbaring di tempat tidur, sofa, bantal, karpet, atau boneka yang baru saja bersentuhan dengan orang yang terinfeksi dapat mengakibatkan penularan. Perlu dicatat, baik kutu nimfa maupun kutu dewasa perlu menghisap darah untuk hidup. Jika kutu dewasa tidak menghisap darah, kutu tersebut dapat mati dalam 2 hari.

Gambar 4. 1 *Pediculus Humanus Capitis*
(CDC, 2024g)

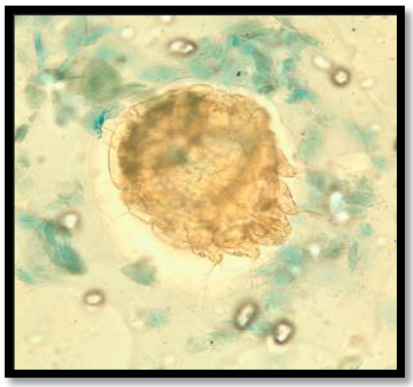
b. *Sarcopetes scabies* (Penyebab penyakit Kudis/Scabies)

Skabies merupakan penyakit kulit yang disebabkan oleh infestasi tungau *Sarcoptes scabiei var. hominis*. Tungau mikroskopis ini menggali terowongan di lapisan atas kulit untuk bertahan hidup dan bertelur. Penyakit ini dapat menyebar dengan cepat, terutama dalam lingkungan yang padat dan memungkinkan kontak langsung antar individu secara intens dan berulang. (Soedarto, 2011; CDC, 2024h)

Gejala utama skabies meliputi rasa gatal yang intens, terutama pada malam hari, serta munculnya ruam kulit yang menyerupai bintil kecil. Lesi kulit akibat skabies umumnya muncul di sela-sela jari tangan, lipatan kulit di pergelangan tangan, siku, lutut, dan ketiak, serta di area lain seperti penis, puting susu, pinggang, bokong, dan tulang belikat. Pada bayi dan anak-anak, ruam skabies cenderung muncul di area kepala, wajah, leher, telapak tangan, serta telapak kaki.(CDC, 2024h)

Diagnosis skabies umumnya dilakukan melalui pemeriksaan fisik dan penelusuran riwayat medis pasien. Untuk memastikan keberadaan tungau skabies, tenaga medis dapat melakukan pemeriksaan mikroskopis dengan mengerok lapisan kulit atau menggunakan ujung jarum untuk mengambil sampel tungau dari terowongan yang telah dibuatnya. Meskipun demikian, individu tetap dapat mengalami skabies meskipun tidak ditemukan tungau, telur, atau kotorannya dalam pemeriksaan. Hal ini disebabkan oleh jumlah tungau yang umumnya rendah pada individu yang sehat, yakni kurang dari 10 hingga 15 ekor.(CDC, 2024h)

Pada kasus infeksi pertama, gejala skabies umumnya baru muncul dalam kurun waktu 4 hingga 8 minggu. Namun, individu yang telah terinfeksi tetap berpotensi menularkan skabies kepada orang lain meskipun belum menunjukkan gejala. Oleh karena itu, pencegahan dapat dilakukan dengan menghindari kontak langsung dengan individu yang terinfeksi serta tidak menggunakan barang pribadi seperti pakaian atau tempat tidur secara bersama-sama.(CDC, 2024h)



Gambar 4. 2 *Sarcopetes Scabies*
(CDC, 2024h)

4.2.2 Endoprasit

Kelompok endoparasit yang sering menyebabkan infeksi dari golongan heminth dan protozoa. Berikut beberapa contoh uraian singkat dari parasit tersebut.

1. *Entamoeba histolytica*, Protozoa Penyebab amoebiasis

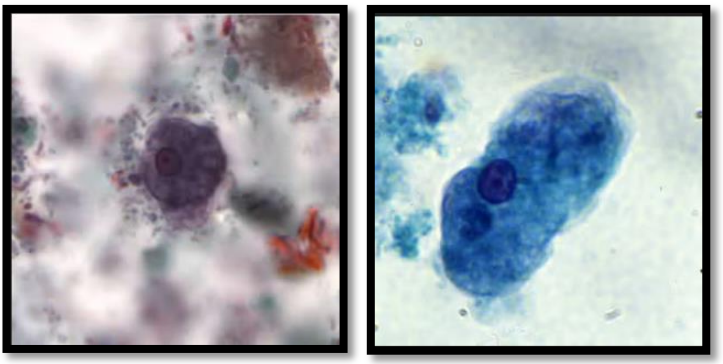
   E. histolytica Satu-satunya spesies amuba yang dapat menjadi virulen dan membahayakan inangnya. *E. histolytica* dapat menyebabkan disentri dan abses hati. *E. histolytica* paling sering

menyebabkan amebiasis usus tetapi juga dapat memengaruhi hati, saluran pernapasan, jantung dan otak. (Guillén, 2023; CDC, 2024b)

Hampir 90% infeksi *E. histolytica* tidak bergejala, namun diperkirakan dari 50 juta orang yang bergejala ditemukan sekitar 100.000 kematian setiap tahunnya. Infeksi amuba lebih umum terjadi di negara-negara dengan kondisi sosial ekonomi yang rendah. *E. histolytica* ditularkan melalui konsumsi kista amuba melalui kontak fekal-oral, biasanya melalui makanan atau sumber air yang terkontaminasi. (Guillén, 2023; CDC, 2024b)

E. histolytica mempunyai dua bentuk, yaitu kista dan trofozoit. Kista dari parasite ini dapat bertahan hidup di lingkungan untuk waktu yang lama sedangkan tahap trofozoit merupakan bentuk yang aktif dan invasive. Trofozoit dapat menyerang dan menembus mukosa usus dan menghancurkan sel epitel serta sel inflamasi.(Soedarto, 2011; Guillén, 2023; Morán *et al.*, 2023; CDC, 2024b)

Diagnosis infeksi amuba dapat dilakukan dengan pemeriksaan mikroskopis dengan sampel tinja untuk mengidentifikasi trofozoit, namun, metode ini tidak dapat membedakan antara infeksi *E. histolytica* dan *E. dispar*. Saat ini, ada banyak metode yang dapat digunakan untuk diagnosis *E. histolytica*, salah satunya adalah dengan pemeriksaan PCR (*Polymerase Chain Reaction*) yang memiliki sensitivitas tertinggi dalam membedakan *E. histolytica* dari *E. dispar*. Metode lain bisa dilakukan dengan deteksi antigen tinja maupun dengan kolonoskopi untuk pemeriksaan histologis.(Peter *et al.*, 2018; CDC, 2024b)



(a) **(b)**

Gambar 4. 3 Morfologi Kista dan Trofozoit *Entamoeba Histolytica* (a : Kista, b : Trofozoit)
(CDC, 2024b)

2. *Taenia solium, Taenia saginata, Taenia asiatica* Penyebab Taeniasis

   Taeniasis adalah infeksi parasit yang disebabkan oleh cacing pita dari famili *Taeniidae* (subkelas *Eucestoda*, ordo *Cyclophyllidea*). Distribusi parasit ini tersebar di seluruh dunia. Ada tiga anggota famili Taeniidae yang dapat menular pada manusia; *Taenia saginata*, "cacing pita sapi", *Taenia solium*, "cacing pita babi", dan *Taenia asiatica*, "cacing pita Asia". (Okello and Thomas, 2017; CDC, 2024e)

   Manusia merupakan host definitif dari ketiga spesies ini, dimana habitat dewasa di usus halus. Sapi adalah inang perantara vertebrata untuk *T. saginata*, sedangkan tahap larva berkembang pada babi untuk *T. asiatica* dan *T. solium*. Sistiserkosis pada manusia berkembang ketika manusia mengonsumsi telur *T. solium* dari lingkungan sekitar dan terinfeksi dengan tahap larva *T. solium*.

(Soedarto, 2011; Okello and Thomas, 2017; Peter *et al.*, 2018; CDC, 2024e)

Taeniasis pada manusia umumnya asimtomatik, dengan gejala seperti rasa tidak nyaman di perut dan beberapa terjadi penurunan berat badan. Gejala yang jarang dilaporkan pada taeniasis di usus termasuk perforasi kandung empedu, radang usus buntu dan obstruksi usus. (CDC, 2024e)

Masalah kesehatan manusia utama yang ditimbulkan oleh *Taenia spp*. disebabkan oleh infeksi pada tahap larva cacing pita babi, *T. solium*. Telur *T. solium* yang tertelan menyebabkan kista yang tidak normal di berbagai area tubuh manusia, diantaranya di sistem otot, subkutan, mata dan saraf pusat. *Neurocysticercosis* (NCC), adanya kista atau kista di dalam sistem saraf pusat, biasanya otak memiliki morbiditas tertinggi.(Carod and Dorny, 2020; Dixon *et al.*, 2022; CDC, 2024e)

Taenia saginata dan *Taenia solium* tersebar di seluruh dunia. *Taenia solium* lebih umum di masyarakat yang hidup berdekatan dengan babi dan makan daging babi yang kurang matang. *Taenia asiatica* terbatas di Asia dan paling banyak ditemukan di Republik Korea, Tiongkok, Taiwan, Indonesia, dan Thailand.(CDC, 2024e)

Diagnosis Teniasis bisa dilakukan dengan pemeriksaan mikroskopis langsung dengan menemukan telur *Taenia sp*. yang dikeluarkan dalam tinja. Untuk meningkatkan deteksi kasus taeniasis, bisa dilakukan serangkaian uji imunodiagnostik pada sampel tinja atau serum yang memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi. (Peter *et al.*, 2018; CDC, 2024e)

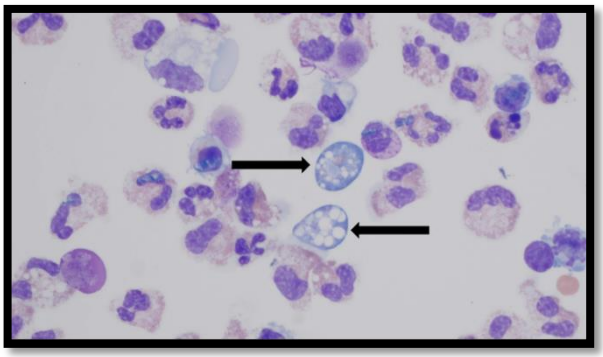
4.3 Jenis Parasit Berdasarkan Cara Hidup (Ketergantungan pada Hospes)

Berdasarkan cara hidupnya parasite dibagi menjadi dua yakni, *parasit fakultatif,* jika parasit selain hidup parasitik pada tubuh hospes namun mampu juga hidup bebas di luar tubuh hospes. *Parasit obligat,* jika parasit ini harus selalu hidup parasitik pada hospes karena selama hidupnya sangat tergantung pada makanan yang didapatnya dari hospes, sedangkan parasit yang hidup parasitik pada hospes yang sebenarnya bukan hospes alaminya, disebut *parasit insidental*. (Soedarto, 2011; Peter *et al.*, 2018).

Beberapa contoh spesies parasit berdasarkan cara hidupnya adalah sebagai berikut;

a. *Naegleria fowleri* (Parasit Fakultatif)

Naegleria fowleri adalah amuba bebas yang bersifat termofilik dan ditemukan di perairan air tawar yang hangat. Infeksi akibat amuba ini jarang terjadi dan hanya terjadi ketika air yang mengandung *Naegleria fowleri* masuk ke dalam rongga hidung, kemudian menginvasi otak. Infeksi *Naegleria fowleri* menyebabkan *primary amebic meningoencephalitis* (PAM), yang ditandai dengan kerusakan jaringan otak serta edema serebral. Infeksi ini sangat jarang terjadi, dengan laporan kurang dari 10 kasus per tahun di Amerika Serikat. Namun, tingkat fatalitasnya sangat tinggi, di mana hampir semua individu yang terinfeksi mengalami kematian. (W. Matthew Linam, et.al, 2016; CDC, 2024d)



Gambar 4. 4 *Naegleria Fowleri* In *Cerebrospinal Fluid*
(CDC, 2024f)

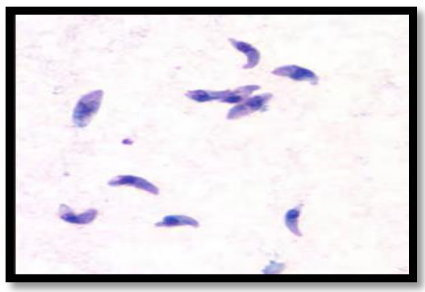
b. *Toxoplasma gondii* (Parasit obligat)

Toksoplasmosis merupakan infeksi zoonotik yang disebabkan oleh *Toxoplasma gondii*. *T. gondii* dapat menginfeksi semua vertebrata berdarah panas, termasuk manusia. Inang definitif dari parasit ini adalah kucing domestik maupun liar, yang melepaskan ookista ke lingkungan melalui feses. (Zhu, VanWormer and Shapiro, 2023) Penularan infeksi umumnya terjadi melalui konsumsi kista jaringan yang terdapat dalam daging yang kurang matang atau mentah, serta makanan atau air yang terkontaminasi. Selain itu, *T. gondii* juga dapat ditularkan dari ibu ke janin, yang berisiko menyebabkan keguguran atau toksoplasmosis kongenital, serta melalui transplantasi organ, baik dari inang maupun donor yang terinfeksi. (Adekunle *et al.*, 2021)

Meskipun *T. gondii* tersebar luas di seluruh dunia, infeksi ini jarang menimbulkan penyakit yang signifikan secara klinis pada individu dengan sistem imun yang kompeten. Infeksi primer pada individu imunokompeten umumnya bersifat asimtomatik atau hanya

menyebabkan infeksi subklinis. Namun, pada beberapa kasus, toksoplasmosis akut dapat terjadi dan ditandai dengan gejala konstitusional yang tidak spesifik, seperti demam, malaise, limfadenopati, serta keterlibatan sistem saraf pusat dan penyakit okular, terutama *uveitis posterior*. (Layton *et al.*, 2023) *T. gondii* memiliki sifat neurotropik dan oculotropik, di mana setelah infeksi awal, parasit ini memasuki fase laten dan dapat bertahan sepanjang hidup inangnya. (Robert-gangneux *et al.*, 2018)

Pada individu dengan imunosupresi berat, seperti pasien yang menjalani kemoterapi, transplantasi organ, atau penderita infeksi *HIV/AIDS*, kista jaringan laten dari *T. gondii* dapat mengalami reaktivasi dan menyebabkan infeksi sistemik yang berat. Reaktivasi juga dapat terjadi dalam konteks transplantasi, baik dari inang yang mengalami reaktivasi, dari organ donor yang terinfeksi, maupun akibat infeksi primer yang baru terjadi. (Robert-gangneux *et al.*, 2018; CDC, 2024i)



Gambar 4. 5 Kista *Toxoplasma Gondii* (CDC, 2024i)

c. *Echinococcus granulosus* (Parasit incidental)

Echinococcosis, yang disebabkan oleh *Echinococcus granulosus*, merupakan infeksi larva zoonotik yang dapat menginfeksi manusia di berbagai belahan dunia.

Individu yang terinfeksi sering kali tidak menunjukkan gejala selama bertahun-tahun, dan gejala klinis biasanya baru muncul ketika kista hidatid di hati mengalami ruptur. (Peter *et al.*, 2018; World Health Organization, 2021)

Sejumlah hewan herbivora dan omnivora berperan sebagai hospes perantara *Echinococcus*. Infeksi terjadi ketika menelan telur parasit yang terdapat dalam makanan atau air yang terkontaminasi. Setelah masuk ke dalam tubuh inang perantara, parasit berkembang ke tahap larva dan menetap di organ dalam. Sementara itu, hewan karnivora bertindak sebagai inang definitive. Inang definitif terinfeksi melalui konsumsi organ dalam dari inang perantara yang mengandung larva parasit.

Manusia dianggap sebagai inang perantara aksidental karena terinfeksi dengan cara yang sama seperti inang perantara lainnya, tetapi tidak berperan dalam menularkan infeksi ke inang definitif. (World Health Organization, 2021)

Beberapa genotipe *Echinococcus granulosus* telah diidentifikasi, dengan beberapa di antaranya memiliki preferensi inang perantara yang berbeda. Beberapa genotipe bahkan dianggap sebagai spesies yang terpisah dari *E. granulosus*, dan tidak semuanya menyebabkan infeksi pada manusia. Genotipe yang paling sering menyebabkan echinococcosis kistik pada manusia umumnya dipertahankan dalam siklus anjing–domba–anjing, meskipun beberapa hewan domestik lain, seperti kambing, babi, sapi, unta, dan yak, juga dapat berperan dalam siklus transmisi. (World Health Organization, 2021)

Echinococcosis alveolar biasanya terjadi dalam siklus kehidupan liar antara rubah atau karnivora lainnya dengan mamalia kecil, terutama hewan pengerat, yang bertindak sebagai inang perantara. Selain itu, anjing dan kucing domestik juga dapat berperan

sebagai inang definitif dalam siklus ini. (Soedarto, 2011; World Health Organization, 2021)

4.4 Jenis Parasit Berdasarkan Waktu Hidup

Jenis Parasit berdasarkan waktunya dibagi menjadi dua kelompok, yang pertama adalah *parasit temporer* jika organisme ini hanya hidup parasitik pada tubuh hospes pada waktu ia membutuhkan makanan, dan hidup bebas (*free-living*) di luar tubuh hospes jika sedang tidak membutuhkan makanan dari hospes dan yang kedua *parasit permanen* yang seluruh masa hidup parasit berada di dalam tubuh hospes yang menyediakan makanan selama hidupnya. Di luar tubuh hospes parasit akan mati. (Soedarto, 2011; Peter *et al.*, 2018)

Berikut contoh parasite yang termasuk parasite permanen dan temporer:

a. *Ascaris lumbricoides* (Nematoda penyebab Ascarisis, Parasit Permamanen)

   Cacing gelang manusia (*Ascaris lumbricoides*), yang sering disebut *Ascaris*, merupakan cacing parasit yang menginfeksi sekitar 772–892 juta orang di seluruh dunia. Larva dan bentuk dewasa dari parasit ini hidup di dalam usus manusia. Sebagian besar kasus ditemukan di daerah tropis dan subtropis, terutama di Asia, Afrika sub-Sahara, dan Amerika. (CDC, 2024c)

   Cacing betina dewasa *Ascaris lumbricoides* dapat mencapai panjang 20 hingga 30 cm, sedangkan cacing jantan dewasa memiliki ukuran lebih kecil, yaitu antara 15 hingga 20 cm. Secara morfologi, cacing ini berbentuk bulat dengan warna bervariasi antara merah muda, kuning, atau putih. Cacing betina memiliki tubuh yang lebih tebal dengan ujung posterior yang lurus, sedangkan cacing jantan lebih ramping dengan bagian posterior melengkung ke arah ventral serta dilengkapi

dengan dua spikula kopulasi yang dapat ditarik masuk. (Adu-Gyasi *et al.*, 2018)

Sebagian individu yang terinfeksi askariasis hanya mengalami sedikit gejala atau bahkan tidak menunjukkan gejala sama sekali. Pada individu yang bergejala, infeksi dapat menyebabkan ketidaknyamanan atau nyeri perut. Infeksi berat, yang disebabkan oleh jumlah cacing yang tinggi, lebih sering terjadi pada anak-anak dan dapat menyebabkan obstruksi usus serta menghambat pertumbuhan. Gejala lain, seperti batuk, terjadi akibat migrasi cacing ke berbagai bagian tubuh. (Sharma *et al.*, 2017; Adu-Gyasi *et al.*, 2018; CDC, 2024c)

Beberapa factor risiko seperti buang air besar di tempat terbuka, menggunakan fasilitas sanitasi yang tidak memadai (tanpa pemisahan limbah manusia dari kontak langsung), atau menggunakan feses manusia sebagai pupuk. Infeksi askariasis terjadi ketika seseorang mengonsumsi telur infektif yang terdapat dalam tanah yang terkontaminasi. (Soedarto, 2011; Peter *et al.*, 2018; CDC, 2024c)

Gambar 4. 6 Cacing dewasa *Ascaris Lumbricoides.* (CDC, 2024c)

b. *Cimex sp.* (Parasit Temporer)

Kutu kasur (*Cimex sp*.) adalah serangga kecil berbentuk pipih yang aktif pada malam hari yang

menggigit manusia dan hewan saat tidur untuk menghisap darah sebagai sumber makanan. Kutu kasur berwarna cokelat kemerahan, tidak memiliki sayap, dan berukuran antara 1 mm hingga 7 mm (sekitar sebesar kepala Lincoln pada koin penny). *Cimex sp.* mampu bertahan hidup selama beberapa bulan tanpa mengonsumsi darah. (Akhoundi *et al.*, 2020; CDC, 2024d)

Gigitan kutu ini dapat menyebabkan iritasi, gatal, dan gangguan tidur, dalam beberapa kasus, rasa gatal yang intens dapat memicu garukan berlebihan, yang berisiko menyebabkan infeksi kulit sekunder. Selain itu, reaksi alergi terhadap beberapa gigitan juga dapat terjadi.Saat menggigit, kutu kasur menyuntikkan cairan yang mengandung antikoagulan, sehingga gigitan mereka tidak terasa oleh korban pada saat kejadian. Pola gigitan dapat muncul secara acak atau membentuk garis lurus. Selain reaksi kulit, gigitan kutu kasur juga dapat menyebabkan gejala lain, seperti insomnia, kecemasan, serta masalah kulit akibat garukan yang berlebihan. (Soedarto, 2011; Akhoundi *et al.*, 2020; CDC, 2024d)

Gambar 4. 7 Stadium Dewasa *Cimex lecturis* (CDC, 2024d)

DAFTAR PUSTAKA

Adekunle, R.O. *et al.* (2021) 'Clinical characteristics and outcomes of toxoplasmosis among transplant recipients at two US academic medical centers', *Transplant Infectious Disease*, 23(4), pp. 1–17. doi:10.1111/tid.13636.

Adu-Gyasi, D. *et al.* (2018) 'Epidemiology of soil transmitted Helminth infections in the middle-belt of Ghana, Africa', *Parasite Epidemiology and Control*, 3(3), p. e00071. doi:10.1016/j.parepi.2018.e00071.

Akhoundi, M. *et al.* (2020) 'Bed bugs (Hemiptera, cimicidae): Overview of classification, evolution and dispersion', *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(12), pp. 1–20. doi:10.3390/ijerph17124576.

Carod, J.F. and Dorny, P. (2020) 'Cysticercosis in Madagascar', *Journal of Infection in Developing Countries*, 14(9), pp. 1031–1042. doi:10.3855/JIDC.13450.

CDC (2024a) *About Parasites*. Available at:

https://www.cdc.gov/parasites/about/index.html.

CDC (2024b) 'Amebiasis'. Available at:

https://www.cdc.gov/dpdx/amebiasis/index.html.

CDC (2024c) *Ascariasis*. Available at:

https://www.cdc.gov/sth/about/ascariasis.html.

CDC (2024d) *Bed Bugs*. Available at:

https://www.cdc.gov/dpdx/bedbugs/index.html.

CDC (2024e) *Clinical Overview of Taeniasis*. Available at: https://www.cdc.gov/taeniasis/hcp/clinical-overview/index.html.

CDC (2024f) *Naegleria fowleri Infections*. Available at: https://www.cdc.gov/naegleria/about/index.html.

CDC (2024g) *Pediculosis*. Available at:

https://www.cdc.gov/dpdx/pediculosis/index.html.

CDC (2024h) *Scabies*. Available at:

https://www.cdc.gov/scabies/about/index.html.

CDC (2024i) *Toxoplasmosis*. Available at:

https://www.cdc.gov/dpdx/toxoplasmosis/index.html.

Dixon, M.A. *et al.* (2022) 'Global variation in force-of-infection trends for human Taenia solium taeniasis/

cysticercosis', *eLife*, 11, pp. 1–27. doi:10.7554/eLife.76988.

Guillén, N. (2023) 'Pathogenicity and virulence of Entamoeba histolytica, the agent of amoebiasis', *Virulence*, 14(1), pp. 1–22. doi:10.1080/21505594.2022.2158656.

Layton, J. *et al.* (2023) 'Clinical Spectrum, Radiological Findings, and Outcomes of Severe Toxoplasmosis in Immunocompetent Hosts: A Systematic Review', *Pathogens*, 12(4), pp. 1–58.

doi:10.3390/pathogens12040543.

Morán, P. *et al.* (2023) 'Amoebiasis: Advances in Diagnosis, Treatment, Immunology Features and the Interaction with the Intestinal Ecosystem', *International Journal of Molecular Sciences*, 24(14).

doi:10.3390/ijms241411755.

Okello, A.L. and Thomas, L.F. (2017) 'Human taeniasis: Current insights into prevention and management strategies in endemic countries', *Risk Management and Healthcare Policy*, 10, pp. 107–116.

doi:10.2147/RMHP.S116545.

Pan American Health Organization (2024) 'Ectoparasitosis'. Available at:

https://www.paho.org/en/topics/ectoparasitosis.

Peter, T. *et al.* (2018) *Paniker's Texbook Of Medical Parasitology*. 8th edn. Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd.

Robert-gangneux, F. *et al.* (2018) 'Toxoplasmosis in Transplant', 24(8), pp. 2010–2014.

Sastry, A.S. and Bhat, S. (2018) *Essentials of Medical Parasitology*. Jp Medical Ltd.

Sharma, M. *et al.* (2017) 'Biliary ascariasis: mimicker of biliary stent', *VideoGIE*, 2(7), pp. 179–181. doi:10.1016/j.vgie.2017.04.001.

Soedarto (2011) *Buku Ajar Parasitologi Kedokteran*. Sagung Seto.

W. Matthew Linam, Mubbasheer Ahmed, Jennifer R. Cope, Craig Chu, Govinda S. Visvesvara, Alexandre J. da Silva, , Yvonne Qvarnstrom, and J.G. (2016) 'Successful Treatment of an Adolescent with Naegleria fowleri', *Physiology & behavior*, 176(3), pp. 139–148. doi:10.1542/peds.2014-2292.Successful.

Wale, M. and Gedefaw, S. (2022) 'Prevalence of Intestinal Protozoa and Soil Transmitted Helminths Infections among School Children in Jaragedo Town, South Gondar Zone of Ethiopia', *Journal of Tropical Medicine*, 2022. doi:10.1155/2022/5747978.

World Health Organization (2021) *Echinococcosis*.

Available at: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/echinococcosis.

Zhu, S., VanWormer, E. and Shapiro, K. (2023) 'More people, more cats, more parasites: Human population density and temperature variation predict prevalence of *Toxoplasma gondii* oocyst shedding in free-ranging domestic and wild felids', *PLoS ONE*, 18(6 June), pp. 1–12. doi:10.1371/journal.pone.0286808.

BAB 5
PROTOZOOLOGI

Oleh Suparni

5.1 Pendahuluan

Protozoologi adalah ilmu yang mempelajari tentang Protozoa, yakni organisme satu sel (uniseluler) atau hewan bersel satu yang hidup sendiri atau dalam bentuk koloni. (Proto (1) = pertama; zoon = hewan), protozoa memiliki struktur yang lebih majemuk dari pada sel tunggal hewan multiselular dan meskipun hanya terdiri satu sel, namun protozoa termasuk organisme sempurna, karena sifat strukturnya itu, maka beberapa para ahli zoologi menamakan protozoa sebagai aselular tetapi keseluruhan organisme itu dibungkus oleh membran inti sel. Sama seperti sifat sel hewan, umumnya protozoa berdinding selaput plasma tipis. (Rahmadina, 2021).

Protozoa memiliki keragaman bentuk dan ukuran, serta dapat ditemukan di berbagai habitat, baik di air tawar, laut, maupun tanah. Protozoa memainkan peranan penting dalam ekosistem, baik sebagai produsen maupun pengurai. Protozoa sering berkontribusi dalam siklus nutrisi dan dapat mempengaruhi kesehatan lingkungan dan organisme lain melalui interaksi simbiotik dan parasitic (Yanuartono *et al*., 2019).

5.2 Morfologi dan Struktur

Protozoa memiliki struktur yang relatif sederhana dibandingkan dengan organisme lainnya. Dari segi morfologi, protozoa menunjukkan beraneka ragam struktur. Umumnya, mereka memiliki membran sel yang fleksibel, sitoplasma, dan organel seperti mitokondria dan vakuola. Dalam beberapa spesies, terdapat pula organel bergerak seperti flagela atau silia yang membantu mereka bergerak. (Yanuartono *et al*., 2019).

Morfologi dari protozoa mencakup berbagai bentuk tubuh struktur, dan organel yang mendukung kelangsungan hidup mereka dalam berbagai kondisi lingkungan. Dimana bentuk dari morfologi ini adalah :

1. Struktur dan Bentuk Tubuh

   Ukuran tubuh protozoa antara 3-1000 mikron dimana bentuk tubuhnya memiliki bentuk seperti bulat, memanjang, atau lonjong bahkan ada yang bentuknya tidak menentu. Dan ada yang memiliki flagel atau bersilia.

   Struktur sel protozoa terdiri dari dua bagian utama: ektoplasma yang lebih keras dan terletak di bagian luar tubuh, dan endoplasma yang lebih cair dan terletak di bagian dalam. Endoplasma mengandung organel-organel penting seperti vakuola makanan, mitokondria, dan nukleus (Nugroho & Hidayat, 2021).
2. Alat Gerak

   Protozoa memiliki berbagai alat gerak seperti kaki semu (pseudopodia), bulu getar (cilia), dan bulu cambuk (flagella) untuk bergerak, menangkap makanan, dan bereaksi terhadap lingkungannya (Madigan *et al*., 2015).

3. Membran plasma

   Membran plasma adalah lapisan tipis, elastis dan semi permeable, tersusun atas lipoprotein. Membran ini berfungsi untuk menjaga integritas sel, mengontrol pertukaran zat antar sel, menjaga kestabilan lingkungan internal sel dan dapat terlibat dalam proses pergerakan, terutama pada protozoa yang memiliki pseudopodia

4. Nukleus

   Protozoa memiliki nukleus yang jelas dan dibatasi oleh membran, sebagian besar Protozoa memiliki satu nukleus tetapi ada jenis protozoa yang memiliki dua jenis nucleus. makronukleus yang mengatur fungsi vegetatif dan mikronukleus yang terlibat dalam proses reproduksi seksual.

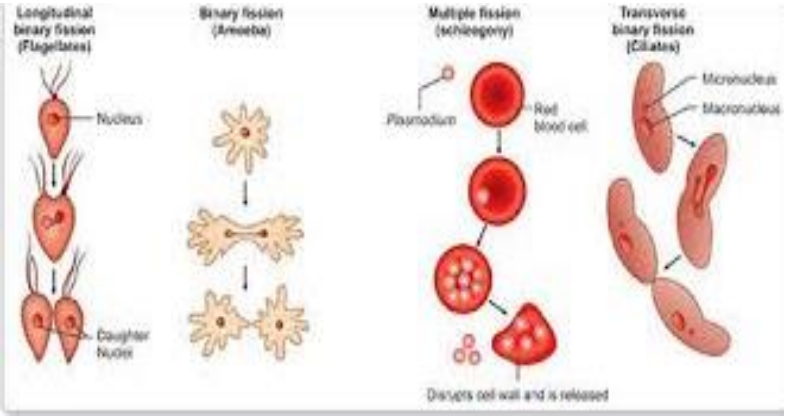
5. Vakuola

   Vakuola pada protozoa dapat berupa vakuola makanan dan vakuola kontraktil. Vakuola makanan Vakuola makanan adalah struktur yang digunakan untuk mencerna makanan yang ditelan melalui proses fagositosis. Setelah makanan ditelan, ia disimpan dalam vakuola dan dicerna dengan bantuan enzim pencernaan. Vakuola kontraktil ini berfungsi untuk mengeluarkan kelebihan air dari tubuh protozoa. Fungsi ini sangat penting terutama pada protozoa yang hidup di perairan tawar, yang perlu mengatasi tekanan osmosis. (Nugroho & Hidayat, 2021).

6. Sistem Reproduksi

   Protozoa dapat bereproduksi secara seksual dan aseksual. Jenis perkembangbiakan aseksual yang paling umum adalah pembelahan biner, di mana organel-organel diduplikasi dan protozoa kemudian membelah menjadi dua organisme lengkap. Pembelahan bersifat longitudinal pada flagellata dan transversal pada ciliata. Endodiogeni adalah bentuk pembelahan aseksual yang

terlihat pada *Toxoplasma* dan beberapa organisme terkait. Dua sel anak terbentuk di dalam sel induk, yang kemudian pecah, melepaskan keturunan yang lebih kecil hingga tumbuh besar sebelum mengulangi proses tersebut. Dalam skizogoni, bentuk umum pembelahan aseksual di *Apicomplexa,* nukleus membelah beberapa kali, dan kemudian sitoplasma membelah menjadi merozoit uninukleat yang lebih kecil. Pada *Plasmodium, Toxoplasma* dan *apicomplexan* lainnya, siklus seksual melibatkan produksi gamet (gamogoni), pembuahan untuk membentuk zigot, kista zigot untuk membentuk oosit, dan pembentukan sporozoit infektif (sporogoni) di dalam oosit. (Yaeger RG, 1996)



Gambar 5. 1 Reproduksi Aseksual Protozoa
(Sumber: Paniker 2013)

5.3 Siklus Hidup Protozoa

Siklus hidup protozoa bervariasi tergantung pada spesies dan jenis protozoa itu sendiri. Secara umum, siklus hidup protozoa melibatkan dua fase : fase vegetatif dan fase reproduksi, yang bisa bersifat seksual atau aseksual. Beberapa protozoa juga mengalami perubahan bentuk tubuh

atau membentuk kista selama siklus hidupnya untuk bertahan dalam kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan. Berikut adalah deskripsi lengkap tentang siklus hidup protozoa :

1. Fase vegetatif

   Fase vegetatif pada protozoa adalah fase aktif dalam siklus hidup mereka, di mana mereka tumbuh, bergerak, memperoleh makanan, dan berkembang biak. Pada fase ini, protozoa aktif mencari makanan dengan menggunakan berbagai alat gerak seperti flagela, silia, atau pseudopodia, tergantung pada jenisnya. Sebagai contoh, *Euglena* menggunakan flagela untuk bergerak menuju sumber cahaya atau makanan, sementara *Amoeba* bergerak menggunakan pseudopodia untuk menangkap partikel makanan melalui fagositosis (Sutrisno & Prasetyo, 2019). Selama fase vegetatif ini, protozoa juga menjalani proses metabolik penting seperti respirasi untuk menghasilkan energi yang diperlukan untuk aktivitas mereka (Talaro, 2021). Pada beberapa spesies, meskipun dalam fase vegetatif, mereka juga dapat membentuk kista sebagai bentuk ketahanan untuk bertahan dalam kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan, seperti kekeringan atau kekurangan makanan (Zhao *et al*., 2020).
2. Fase reproduksi

   Fase reproduksi pada protozoa melibatkan dua mekanisme utama: aseksual dan seksual, yang memungkinkan kelangsungan hidup dan variasi genetik dalam populasi. Reproduksi aseksual pada protozoa, seperti pembelahan biner yang terjadi pada *Amoeba* dan *Paramecium*, memungkinkan proliferasi cepat dengan menghasilkan keturunan yang identik dengan induknya (Madigan *et al*., 2015). Di sisi lain, reproduksi seksual,

seperti konjugasi pada *Paramecium*, memungkinkan dua individu untuk bertukar materi genetik, yang meningkatkan keragaman genetik dalam populasi (Talaro, 2021).

5.4 Klasifikasi Protozoa

Protozoa adalah kelompok mikroorganisme eukariotik yang termasuk dalam kerajaan Protista, yang umumnya terdiri dari organisme bersel tunggal. Berdasarkan jenis alat geraknya protozoa dapat dibagi menjadi beberapa kelas yang berbeda, yakni :

1. Kelas Rhizopoda/Sarcodina

   Protozoa dalam kelompok Amoebozoa menggunakan pseudopodia untuk bergerak dan menangkap makanan. Pseudopodia adalah perpanjangan sitoplasma yang fleksibel, yang memungkinkan mereka untuk mengubah bentuk tubuhnya sesuai kebutuhan. Pseudopodia digunakan untuk bergerak dengan cara mengalirkan sitoplasma ke arah yang diinginkan, serta untuk menangkap partikel makanan melalui proses fagositosis. Fagositosis adalah proses di mana sel "memakan" partikel padat dengan cara memeluknya menggunakan pseudopodia.

   Beberapa contoh protozoa dalam kelompok ini adalah:

   a. Amoeba proteus: Dikenal dengan gerakan lambat dan perubahan bentuk tubuh yang besar. Protozoa ini sering ditemukan di air tawar dan menggunakan pseudopodia untuk bergerak dan menangkap makanan.
   b. Entamoeba histolytica: Parasit yang menyebabkan amebiasis, menggunakan pseudopodia untuk bergerak dan menyerang jaringan tubuh inang

manusia, menyebabkan diare dan infeksi pada usus (Sutrisno & Prasetyo, 2019).

2. Kelas Flagellata/ Mastigophora

Protozoa dalam kelompok Flagellata memiliki satu atau lebih flagela, yang merupakan rambut panjang dan tipis yang berfungsi untuk pergerakan. Flagela bekerja dengan cara bergerak berputar atau bergerak gelombang yang memungkinkan protozoa untuk bergerak dengan kecepatan tinggi dalam medium cair. Selain itu, flagela juga berfungsi untuk pengambilan makanan, serta pergerakan menuju cahaya (fototaksis) atau sumber makanan (kemotaksis).

Beberapa contoh protozoa dalam kelompok ini adalah:

a. Euglena: Flagellata yang memiliki kemampuan fotosintesis karena adanya kloroplas di dalam selnya. Euglena dapat bergerak menuju sumber cahaya untuk fotosintesis menggunakan flagelumnya (Nugroho & Hidayat, 2021).
b. Trypanosoma: Parasit yang menyebabkan penyakit tidur (sleeping sickness) yang ditularkan oleh lalat tsé-tsé. Flagela digunakan oleh Trypanosoma untuk bergerak melalui darah inang (Madigan *et al*., 2015).
c. *Giardia lamblia*: Parasit usus yang dapat menyebabkan diare pada manusia. Flagela digunakan untuk bergerak di dalam saluran pencernaan inang (Sujatmiko, 2020).

3. Kelas Cilliata/Infusoria

Kelompok Ciliata mencakup protozoa yang memiliki banyak silia di seluruh permukaan tubuh mereka. Silia adalah rambut halus yang berfungsi untuk pergerakan serta dalam pengambilan makanan. Gerakan silia pada protozoa ini sangat terkoordinasi, bergerak dalam sinkronisasi untuk menghasilkan gerakan yang

lebih efisien. Sering kali, silia juga digunakan untuk membawa partikel makanan ke mulut sel (*cytostome*).

Beberapa contoh protozoa dalam kelompok ini adalah:

a. Paramecium: Salah satu contoh ciliata yang paling dikenal. Paramecium menggunakan silia untuk bergerak dan juga untuk menyaring partikel makanan menuju mulut sel. Silia pada tubuh Paramecium memungkinkan mereka bergerak dengan kecepatan tinggi dalam air (Sujatmiko, 2020).
b. *Balantidium coli*: Satu-satunya ciliata yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia. Ia menyebabkan balantidiasis, yang seringkali menyerang saluran pencernaan (Sutrisno & Prasetyo, 2019).

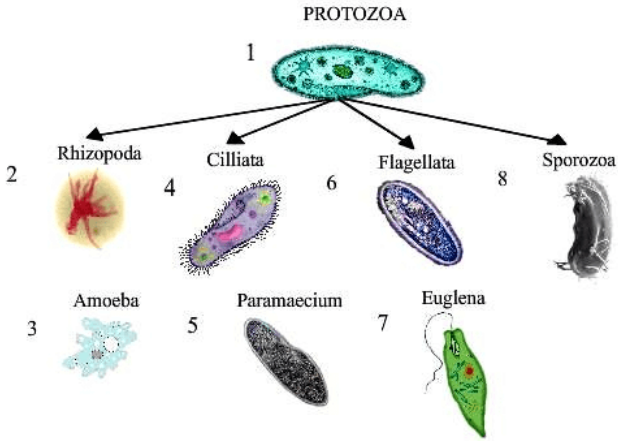
4. Kelas Sporozoa

Kelompok Sporozoa adalah protozoa parasit yang tidak memiliki alat gerak seperti flagela atau silia pada sebagian besar siklus hidup mereka. Sebaliknya, mereka bergerak dengan cara lain, seperti melalui pembentukan spora atau dengan bergantung pada inang atau vektor untuk menyebar. Banyak sporozoa adalah parasit yang hidup di dalam tubuh inang dan dapat menyebabkan penyakit serius pada manusia dan hewan.

Beberapa contoh protozoa dalam kelompok ini adalah:

a. Plasmodium: Parasit yang menyebabkan malaria. Plasmodium tidak memiliki flagela atau silia, namun menggunakan nyamuk sebagai vektor untuk menyebar antara inang manusia dan nyamuk (Wijaya & Santosa, 2023).
b. *Toxoplasma gondii*: Penyebab toksoplasmosis, yang dapat menginfeksi berbagai jenis inang termasuk manusia, serta ditularkan melalui kucing atau

makanan yang terkontaminasi (Madigan *et al*., 2015).



Gambar 5. 2 Klasifikasi Protozoa
(Sumber: Paniker 2013)

5.5 Peran Protozoa Bagi Kehidupan Manusia

Protozoa memainkan peranan penting dalam kehidupan manusia, baik positif maupun negatif. Di satu sisi Protozoa membantu memecah bahan organik menjadi nutrisi yang dapat digunakan oleh tanaman, Protozoa dapat mengurai limbah organik dan mengurangi polusi lingkungan, Protozoa dapat menjadi sumber makanan bagi hewan lain, seperti ikan dan burung, Protozoa digunakan sebagai model organisme dalam penelitian ilmiah, terutama dalam bidang biologi dan kedokteran. Di sisi lain, sejumlah spesies protozoa adalah patogen penyebab penyakit serius pada manusia, seperti malaria (disebabkan oleh *Plasmodium* spp.), giardiasis (disebabkan oleh *Giardia lamblia*), dan amebiasis (disebabkan oleh *Entamoeba histolytica*), yang dapat menyebabkan gejala gastrointestinal dan bahkan kematian jika tidak diobati. Protozoa juga menyebabkan penyakit pada

hewan, seperti penyakit coccidiosis pada ayam dan beberapa jenis protozoa dapat menyebabkan kerusakan lingkungan, seperti protozoa yang dapat mengurai bahan organik dan menghasilkan gas metana (Hawrylik, 2018).

5.5.1 Peran Positif Protozoa

1. Pemecahan Bahan Organik Protozoa memiliki peran yang sangat penting dalam proses dekomposisi bahan organik di ekosistem perairan. Sebagai konsumen tingkat pertama, protozoa mengkonsumsi partikel organik mati seperti bakteri dan alga, yang membantu mempercepat siklus karbon di alam. Proses ini penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem, terutama di habitat perairan yang kaya akan mikroorganisme. Selain itu, protozoa juga berperan dalam menjaga kestabilan kualitas air dengan mengontrol populasi mikroorganisme lain (Sutrisno & Prasetyo, 2019).
2. Pengendalian Mikroorganisme Penyebab Penyakit Beberapa protozoa bertindak sebagai predator mikroorganisme lain, termasuk bakteri patogen. Dalam perairan, protozoa seperti *Amoeba* dan *Paramecium* memangsa bakteri, yang membantu mengurangi jumlah mikroorganisme berbahaya. Oleh karena itu, protozoa memiliki peran sebagai agen pengendali biologis yang mendukung keberlanjutan ekosistem yang sehat (Sujatmiko, 2020).
3. Peran dalam Rantai Makanan Aquatik Protozoa adalah bagian penting dari rantai makanan akuatik. Sebagai konsumen primer, mereka dimakan oleh organisme lebih besar seperti krustasea dan ikan kecil, yang selanjutnya menjadi sumber makanan

bagi predator yang lebih besar. Dengan demikian, mereka mendukung keberlanjutan rantai makanan akuatik dan memberikan kontribusi pada produktivitas ekosistem perairan (Madigan *et al*., 2015).

5.5.2 Peran Negatif Protozoa

1. Penyebab Penyakit pada Manusia Meskipun banyak protozoa yang tidak berbahaya, beberapa spesies memiliki dampak negatif pada kesehatan manusia. Protozoa parasit dapat menyebabkan berbagai penyakit yang serius. Berikut adalah beberapa contoh penyakit yang disebabkan oleh protozoa:
    - Malaria yang disebabkan oleh *Plasmodium*. Penyakit ini ditularkan oleh nyamuk *Anopheles* dan masih menjadi masalah kesehatan global, terutama di daerah tropis. Malaria menyebabkan demam, anemia, dan komplikasi serius lainnya yang dapat berujung pada kematian (Wijaya & Santosa, 2023).
    - Amebiasis, yang disebabkan oleh *Entamoeba histolytica*, menyebabkan diare berdarah, sakit perut, dan bisa berlanjut menjadi abses hati. Penyakit ini dapat terjadi akibat mengkonsumsi makanan atau air yang terkontaminasi dengan kista *Entamoeba* (Sutrisno & Prasetyo, 2019).
    - Toksoplasmosis, yang disebabkan oleh *Toxoplasma gondii*, dapat menginfeksi manusia melalui konsumsi makanan atau kontak dengan kotoran kucing yang terinfeksi. Toksoplasmosis dapat menyebabkan gangguan pada sistem saraf dan berisiko tinggi bagi

wanita hamil dan orang dengan sistem kekebalan tubuh yang lemah (Nugroho & Hidayat, 2021).

2. Menularkan Penyakit Melalui Vektor Banyak protozoa parasit memerlukan vektor untuk berpindah dari satu inang ke inang lain. Vektor ini sering kali berupa serangga, seperti nyamuk atau lalat. Misalnya, nyamuk *Anopheles* mengandung *Plasmodium* yang menyebabkan malaria, sedangkan lalat *Tsetse* membawa *Trypanosoma* yang menyebabkan penyakit tidur (sleeping sickness). Penyebaran penyakit melalui vektor ini menyulitkan upaya pengendalian penyakit (Madigan *et al*., 2015).

Selain itu, protozoa juga digunakan dalam pengembangan berbagai aplikasi bioteknologi, seperti dalam produksi enzim atau obat-obatan, serta dalam pengolahan limbah organik. Dalam bidang pertanian, beberapa protozoa digunakan untuk mengendalikan populasi organisme patogen di tanah (Wijaya & Santosa, 2023).

5.6 Pencegahan dan Pengobatan Penyakit Terkait Protozoa

Sehubungan dengan pencegahan infeksi protozoa, langkah-langkah higiene yang baik sangat dibutuhkan. Sanitasi dan akses terhadap air bersih memainkan peranan kunci dalam mencegah penyebaran patogen ini. Penggunaan sistem pengelolaan limbah yang baik dan praktik kebersihan pribadi, seperti mencuci tangan dan memasak makanan secara benar, sangat disarankan. Penelitian menunjukkan bahwa peningkatan akses terhadap air, sanitasi, dan praktik

higienis dapat secara signifikan menurunkan beban infeksi yang disebabkan oleh protozoa, terutama di daerah berisiko tinggi.

Vaksinasi untuk beberapa protozoa parasit juga sedang dalam tahap penelitian dan pengembangan untuk memberikan perlindungan yang lebih baik bagi populasi. Dalam aspek pengobatan, infeksi protozoa biasanya dikelola dengan menggunakan obat antiprotozoal seperti metronidazol untuk giardiasis dan amebiasis, atau klorokuin dan artemisinin untuk malaria. Namun, meningkatnya resistensi terhadap obat-obatan ini mengharuskan penelitian lebih lanjut untuk menemukan alternatif terapi yang efektif dan aman. Inovasi dalam terapi berbasis minyak esensial juga menunjukkan potensi sebagai pengobatan baru yang menjanjikan. Selain itu, penggunaan mikrobiota usus dalam terapi juga sedang dieksplorasi untuk memodifikasi respons flora usus terhadap infeksi protozoa dan memperbaiki kesehatan usus secara keseluruhan (Dubik *et al*., 2022).

DAFTAR PUSTAKA

Dubik, M., Pilecki, B., & Moeller, J. B. (2022). *Commensal Intestinal Protozoa—Underestimated Members of the Gut Microbial Community. Biology,* 11, 1–17. https://doi.org/10.3390/biology11121742

Madigan, M.T., Martinko, J.M., Bender, K.S., Buckley, D.H., & Stahl, D.A. (2015). *Brock Biology of Microorganisms*. 14th Edition. Pearson.

Nugroho, A., & Hidayat, T. (2021). *Mikrobiologi: Struktur, Fungsi, dan Peran Mikroorganisme*. Jakarta: Kencana.

Ompusunggu, S. *et al*. 2020. *Parasitologi Teknologi Laboratorium Medik S. M. Ompusunggu,* ed., Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.

Paniker, C.J. (2013) *Paniker's Textbook Of Medical Parasitology*. 7th edn, Jaypee Brother Medical Publishers (P) Ltd. 7th edn. Edited by S. Ghosh. Kathmandu, Nepal.

Sujatmiko, S. (2020). *Biologi Mikroorganisme: Dasar dan Aplikasi*. Edisi Revisi. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Sujatmiko, J. (2020). *Mikrobiologi Lingkungan*. Jakarta: Erlangga.

Sutrisno, T., & Prasetyo, L. (2019). *Mikrobiologi Dasar dan Terapan*. Bandung: Pustaka Setia.

Talaro, K. (2021). *Foundations in Microbiology: A Clinical Approach*. 9th Edition. McGraw-Hill Education

Wijaya, H., & Santosa, S. (2023). *Mikrobiologi Perairan: Keanekaragaman Mikroorganisme Aquatik*. Surabaya: Airlangga University Press

Yaeger RG, (1996). Chapter 77 *Protozoa: Structure, Classification, Growth, and Development*

BAB 6
KONSEP DASAR ARTHROPODA

Oleh Muhammad Sultanul Aulya

6.1 Pendahuluan

Arthropoda adalah filum hewan invertebrata yang memiliki tubuh bersegmen, eksoskeleton keras, dan kaki beruas-ruas. Arthropoda merupakan kelompok hewan terbesar di dunia, mencakup lebih dari 80% dari seluruh spesies hewan yang telah diketahui.(Malahayati & Sholikhah 2023)

6.2 Ciri-ciri Umum Arthropoda

Arthropoda memiliki ciri-ciri umum sebagai berikut :

6.2.1 Tubuh Bersegmen

Tubuh terbagi menjadi tiga bagian utama yaitu : Kepala (*Cephalon*), Dada (*Thorax*), dan Perut (*Abdomen*). Pada beberapa kelompok, kepala dan dada menyatu membentuk *cephalothorax* (misalnya pada laba-laba dan udang).(Thorp, Raupach & Raupach 2023)

6.2.2 Memiliki Eksoskeleton dari Kitin

1. Eksoskeleton adalah rangka luar yang keras dan berfungsi sebagai pelindung tubuh.
2. Tersusun dari zat kitin yang kuat tetapi tetap fleksibel. (Satitsri & Muanprasat 2020)
3. Mengalami ekdisis (molting) atau pergantian kulit untuk tumbuh.

6.2.3 Kaki dan Tubuh Beruas-Ruas (Berbuku-Buku)

1. Kaki bersegmen dengan jumlah yang bervariasi tergantung jenisnya.(Sampelan, Arrijani & Satiman 2022)
2. Memungkinkan pergerakan yang fleksibel.

6.2.4 Sistem Peredaran Darah Terbuka

1. Darah tidak selalu mengalir dalam pembuluh darah, melainkan menyebar ke seluruh tubuh melalui rongga tubuh (*hemocoel).*(Theopold *et al*. 2004)
2. Organ utama adalah jantung tubular yang memompa hemolimfa.

6.2.5 Sistem Saraf Terdiri dari Ganglion

1. Memiliki otak sederhana yang terletak di kepala.
2. Sistem saraf terdiri dari rantai ganglion yang memanjang di sepanjang tubuh.(Smarandache-Wellmann 2016).

6.2.6 Sistem Pernapasan yang Bervariasi

1. Insang merupakan sistem pernapasan pada hewan air seperti udang dan kepiting.
2. Trakea merupakan sistem pernapasan pada serangga seperti belalang dan semut.(Strauß 2021)

3. Paru-paru buku merupakan sistem pernapasan pada laba-laba dan kalajengking. (Kulkarni, Wood & Hormiga 2023).

6.2.7 Reproduksi Seksual dan Fertilisasi

Sebagian besar Arthropoda memiliki jenis kelamin terpisah (gonokoris). Fertilisasi bisa eksternal atau internal, tergantung pada jenisnya. Beberapa spesies mengalami metamorfosis dalam siklus hidupnya (misalnya kupu-kupu dan belalang).

6.2.8 Alat Indera yang Berkembang Baik

Memiliki antena sebagai alat peraba dan penciuman. Mata dapat berupa mata tunggal (ocelli) atau mata majemuk yang bisa mendeteksi gerakan dan cahaya.(Ahytong 2019)

6.3 Klasifikasi Arthropoda

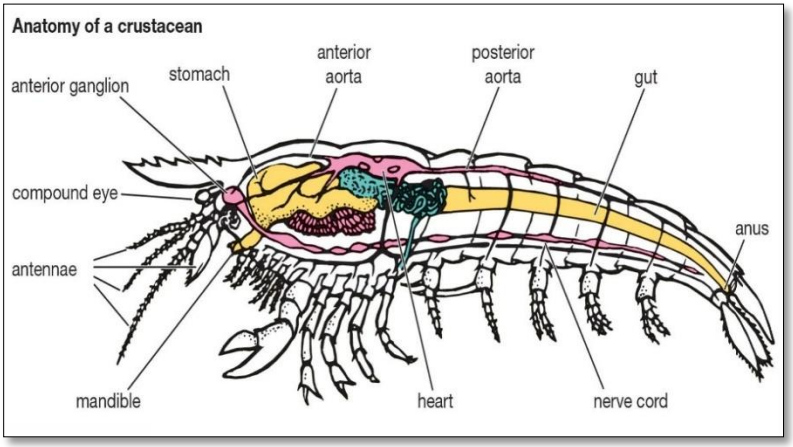
Arthropoda merupakan filum hewan invertebrata terbesar yang dibagi menjadi empat kelas utama berdasarkan struktur tubuh, jumlah kaki dan sistem pernapasan yaitu (Webber *et al*. 2010) :

6.3.1 Crustacea (Udang-udangan)

Crustacea adalah kelompok Arthropoda yang sebagian besar hidup di air, baik air tawar maupun air laut.(Anufriieva & Shadrin 2023) Kelompok ini mencakup berbagai hewan seperti udang, kepiting, lobster, dan teritip.

1. Ciri-Ciri Crustacea
   a. Habitat utama di air (laut, sungai, danau)
   b. Tubuh terdiri dari cephalothorax (kepala dan dada menyatu) dan abdomen (perut)
   c. Eksoskeleton keras yang terbuat dari kitin, sering diperkuat dengan kalsium karbonat
   d. Bernapas dengan insang
   e. Memiliki dua pasang antena sebagai alat peraba dan penciuman.
   f. Memiliki lima pasang atau lebih kaki, sering disebut kaki jalan (pereopoda) dan kaki renang (pleopoda).
   g. Bereproduksi secara seksual, dengan sebagian besar berjenis kelamin terpisah (gonokoris).

2. Struktur Tubuh Crustacea
   Crustacea memiliki tubuh yang terbagi menjadi tiga bagian utama, yaitu :
   a. Cephalothorax (Kepala dan Dada)
   b. Ditutupi oleh karapaks (cangkang keras)
   c. Memiliki mata majemuk bertangkai
   d. Memiliki dua pasang antena.
   e. Terdapat mulut dengan rahang (mandibula dan maksila) untuk menggigit dan mengunyah makanan.
   f. Abdomen (Perut)
   g. Terdiri dari beberapa segmen



Gambar 6. 1 Struktur Tubuh Crustacea
(Sumber : Huxley and Siewing in A. Kaestner, Invertebrate Zoology (1970); John Wiley & Sons, Inc)

3. Sistem Organ Crustacea
   a. Sistem Pencernaan
      Memiliki mulut, lambung, usus, dan anus. Lambung terdiri dari dua bagian yaitu lambung kardiak (mengandung gigi lambung untuk mengunyah makanan) dan lambung pilorik (menyaring makanan sebelum masuk ke usus).
   b. Sistem Peredaran Darah Terbuka
      Jantung berbentuk tabung memompa hemolimfa ke seluruh tubuh melalui rongga tubuh.(Dickinson & Powell 2023)
   c. Sistem Pernapasan
      Bernapas menggunakan insang, yang berada di bawah karapaks dan berfungsi dalam pertukaran gas.
   d. Sistem Saraf
      Memiliki otak sederhana dan rantai ganglion yang memanjang di sepanjang tubuh.(Hancock-Ronemus, Buote & Lewbart 2021)

e. Sistem Ekskresi
Menggunakan kelenjar hijau, yang berfungsi membuang zat sisa metabolisme melalui pori-pori di dekat antena.

f. Reproduksi dan Perkembangan
Reproduksi seksual, dengan jenis kelamin terpisah (gonokoris). Pembuahan internal atau eksternal, tergantung spesiesnya. Beberapa spesies mengalami metamorfosis, dengan bentuk larva seperti nauplius, zoea, dan mysis sebelum menjadi dewasa.

g. Contoh Hewan Crustacea
1) Lobster (Panulirus sp.)
2) Kepiting (Scylla sp.)
3) Udang windu (Penaeus monodon)
4) Udang air tawar (Macrobrachium sp.)
5) Teritip (Balanus sp.)
6) Kutu air (Daphnia sp.)

4. Peran Crustacea dalam Ekosistem dan Kehidupan Manusia(Marin & Tiunov 2023)
a. Menguntungkan :
1) Bermanfaat sebagai sumber makanan (udang, kepiting, lobster)
2) Membersihkan ekosistem air dengan memakan sisa-sisa organik
3) Berperan dalam penelitian biologi laut dan ekologi.

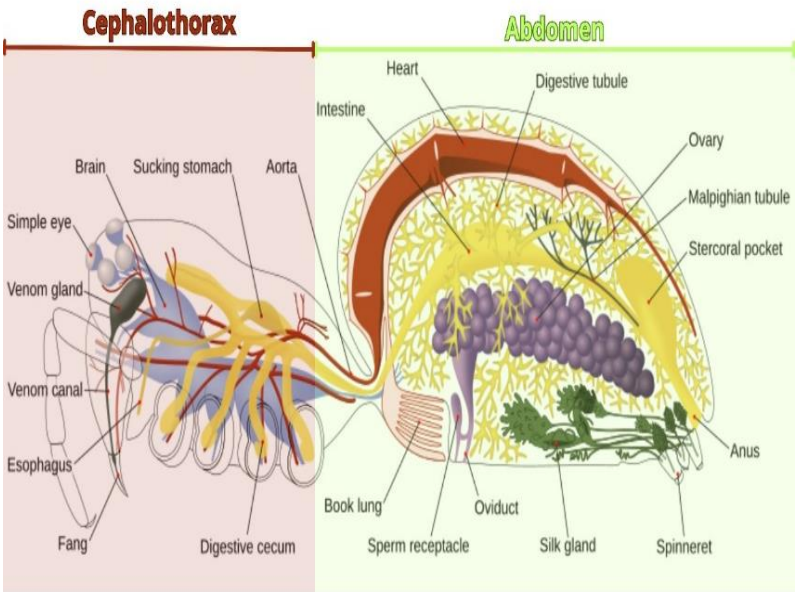
b. Merugikan :
1) Beberapa spesies dapat menjadi parasit pada ikan dan menyebabkan penyakit.
2) Teritip dapat menempel pada kapal dan mengurangi efisiensi navigasi.

6.3.2 Arachnida (Laba-laba dan Kalajengking)

Arachnida adalah kelas dalam filum Arthropoda yang mencakup hewan-hewan seperti laba-laba, kalajengking, tungau, dan kutu. Sebagian besar spesiesnya merupakan predator dan hidup di darat.(Al-Azawi 2024)

1. Ciri-Ciri Arachnida(Kuntner 2022)
    a. Tubuh terdiri dari dua bagian utama yaitu :
    b. Cephalothorax (kepala dan dada menyatu)
    c. Abdomen (perut)
    d. Memiliki empat pasang kaki (8 kaki) merupakan hal berbeda dari serangga yang hanya memiliki tiga pasang kaki.
    e. Tidak memiliki antena, tetapi memiliki chelicerae (alat penjepit atau taring) untuk menangkap mangsa.
    f. Memiliki sepasang pedipalpus yang berfungsi sebagai alat peraba atau penjepit.
    g. Bernapas dengan paru-paru buku atau trakea.
    h. Sistem peredaran darah terbuka, dengan hemolimfa sebagai cairan transportasi.
    i. Memiliki eksoskeleton keras yang harus mengalami ekdisis (molting) untuk tumbuh.
    j. Sebagian besar bersifat predator, berburu dengan jaring atau menangkap mangsa secara langsung.
2. Struktur Tubuh Arachnida
    a. Cephalothorax (Kepala + Dada)
    b. Tidak memiliki antena.
    c. Memiliki mata tunggal atau majemuk, tetapi penglihatan umumnya kurang tajam.

d. Chelicerae yang berfungsi sebagai taring atau alat berbisa untuk melumpuhkan mangsa.
e. Pedipalpus merupakan alat sensor atau penjepit (pada kalajengking).
f. Empat pasang kaki untuk berjalan dan menangkap mangsa.
g. Abdomen (Perut)
h. Berisi organ-organ penting seperti sistem pencernaan, pernapasan, dan reproduksi.
i. Pada laba-laba, terdapat spinneret yang menghasilkan benang sutra untuk membuat jaring.



Gambar 6. 2 Struktur Tubuh Arachnida
(Sumber : John Wiley & Sons, Inc Anatomical information and original diagram from The Spider Book (1912, 1920) by John Henry Comstock)

3. Sistem Organ Arachnida
   a. Sistem Pencernaan
      1) Memiliki saluran pencernaan lengkap dengan mulut, usus, dan anus.
      2) Sebagian besar adalah cairan pemangsa, menyuntikkan enzim pencernaan ke dalam mangsa dan menyedot isinya. (Kennedy *et al*. 2021)
   b. Sistem Peredaran Darah Terbuka
      Jantung memompa hemolimfa yang mengedarkan oksigen dan nutrisi ke seluruh tubuh.
   c. Sistem Pernapasan
      1) Paru-paru buku merupakan sistem pernapasan pada laba-laba dan kalajengking.
      2) Trakea merupakan sistem pernapasan pada beberapa spesies kecil.
   d. Sistem Saraf
      Terdiri dari ganglion dan rantai saraf ventral.
   e. Sistem Ekskresi
      Menggunakan tubula Malpighi untuk mengeluarkan limbah metabolisme.
   f. Reproduksi dan Perkembangan
      1) Reproduksi seksual pada sebagian besar memiliki jenis kelamin terpisah (gonokoris).
      2) Pembuahan internal, dimana jantan sering menggunakan pedipalpus untuk mentransfer sperma ke betina.
      3) Tidak mengalami metamorfosis, tetapi mengalami molting (pergantian kulit) untuk tumbuh.

4) Pada laba-laba dan kalajengking, betina sering menjaga telur hingga menetas.

4. Contoh Hewan Arachnida
   a. Laba-laba (*Araneus* sp.) dapat mengasilkan jaring sutra untuk menangkap mangsa.
   b. Kalajengking (*Heterometrus* sp.) memiliki ekor berbisa untuk melumpuhkan mangsa.
   c. Tungau (*Sarcoptes scabiei*) merupakan parasit penyebab penyakit kudis pada manusia.
   d. Kutu (*Ixodes* sp.) merupakan parasit penghisap darah, penyebar penyakit seperti Lyme.
5. Peran Arachnida dalam Ekosistem dan Kehidupan Manusia
   a. Menguntungkan :
      1) Bermanfaat sebagai sumber makanan (udang, kepiting, lobster)
      2) Membersihkan ekosistem air dengan memakan sisa-sisa organik
      3) Berperan dalam penelitian biologi laut dan ekologi.
      4) Mengendalikan populasi serangga sebagai predator alami (laba-laba).
      5) Menyediakan bahan penelitian dalam pembuatan benang sutra sintetis.
      6) Menjadi indikator ekologi dalam keseimbangan ekosistem.
   b. Merugikan:
      1) Beberapa spesies memiliki bisa yang berbahaya bagi manusia (laba-laba black widow, kalajengking). (Herness, Snyder & Newman 2022)

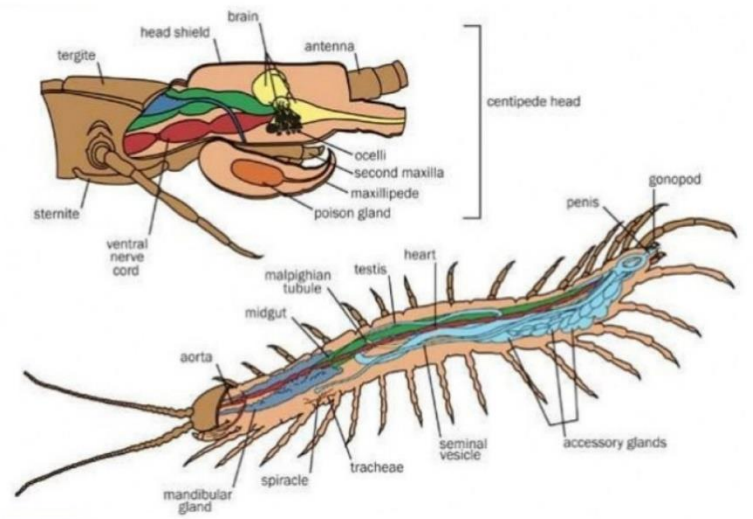
2) Tungau dan kutu adalah parasit penyebab penyakit pada manusia dan hewan peliharaan.

6.3.3 Myriapoda (Lipan dan Kaki Seribu)

Myriapoda adalah kelas dalam filum Arthropoda yang mencakup hewan darat dengan tubuh panjang bersegmen dan banyak kaki, seperti lipan (*centipede)* dan kaki seribu (*millipede*).(Edgecombe 2004)

1. Ciri-Ciri Myriapoda
   a. Tubuh panjang dan bersegmen, setiap segmen memiliki satu atau dua pasang kaki.
   b. Memiliki satu pasang antena sebagai alat peraba dan penciuman.
   c. Tidak memiliki sayap.
   d. Bernapas dengan trakea, udara masuk melalui spirakel di sepanjang tubuh.
   e. Memiliki eksoskeleton dari kitin yang keras tetapi fleksibel.
   f. Sistem peredaran darah terbuka, dengan jantung berbentuk tabung.
   g. Bereproduksi secara seksual, dengan fertilisasi internal.

2. Struktur Tubuh Myriapoda



Gambar 6. 3 Struktur Tubuh Myriapoda
(Sumber : Grzimek,2005)

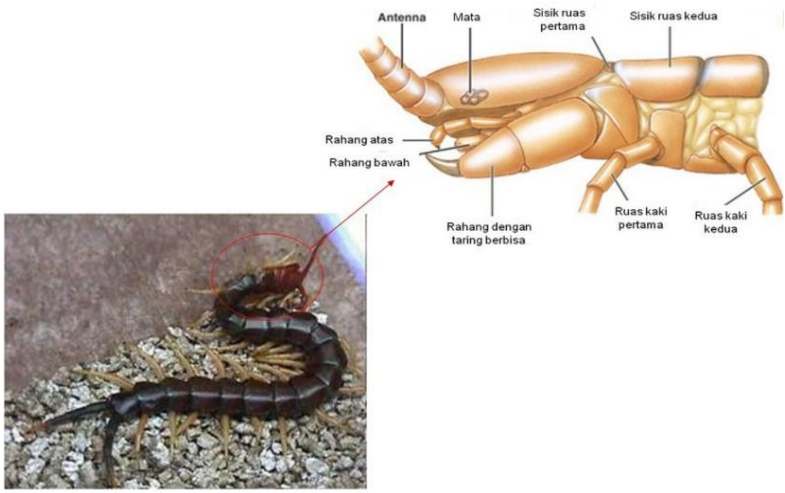
a. Kepala
   1) Memiliki satu pasang antena.
   2) Mulut dilengkapi dengan rahang atau mandibula.
   3) Beberapa spesies memiliki mata sederhana (ocelli).

b. Trunk (Badan Bersegmen)
   1) Setiap segmen tubuh memiliki satu atau dua pasang kaki.
   2) Dilengkapi dengan spirakel sebagai jalur masuk udara untuk pernapasan.
   3) Organ ekskresi berupa tubula Malpighi.

3. Klasifikasi Myriapoda

Myriapoda terbagi menjadi dua kelompok utama yaitu (Newtonan & Ladouceur 2021):

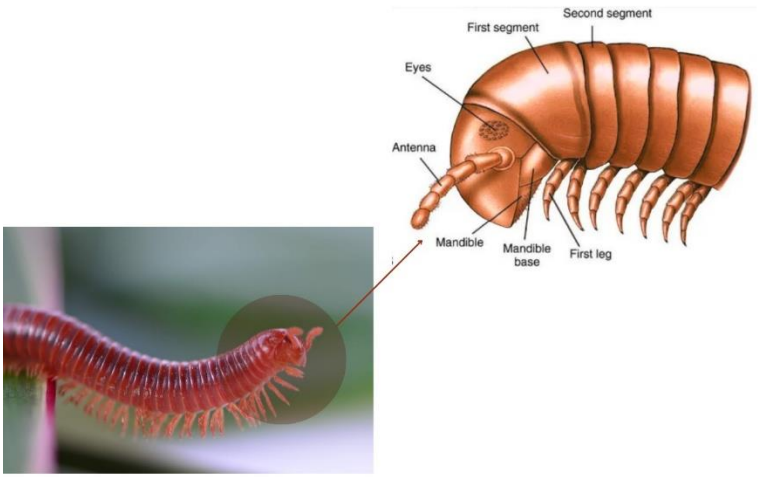
a. Chilopoda (Lipan/Kelabang)



Gambar 6. 4 Struktur Tubuh Chilopoda
(Sumber :bioearthworm., 2018)

1) Ciri-ciri:
   a) Memiliki satu pasang kaki per segmen tubuh.
   b) Bersifat karnivora (pemangsa serangga dan hewan kecil).(Bonato *et al*. 2010)
   c) Memiliki taring berbisa (forcipules) untuk melumpuhkan mangsa.
   d) Bergerak cepat dan agresif.
2) Contoh Chilopoda:
   a) Lipan besar (Scolopendra sp.)
   b) Lipan tanah (Lithobius sp.)

b. Diplopoda (Kaki Seribu)



Gambar 6. 5 Struktur Tubuh Diplopoda
(Sumber : bioearthworm.,2018)

1) Ciri-ciri:
   a) Memiliki dua pasang kaki per segmen tubuh.
   b) Bersifat herbivora atau detritivora (pemakan daun, tumbuhan busuk).
   c) Tidak memiliki taring berbisa, tetapi dapat mengeluarkan cairan beracun untuk pertahanan.
   d) Bergerak lambat dan menggulung tubuh saat merasa terancam.(Kicaj 2023)
2) Contoh Diplopoda:
   a) Kaki seribu raksasa (*Archispirostreptus gigas*)

b) Kaki seribu tanah (Spirobolus sp.)

4. Peran Myriapoda dalam Ekosistem dan Kehidupan Manusia
   a. Menguntungkan :
      1) Membantu proses penguraian bahan organik di tanah.
      2) Berperan dalam rantai makanan sebagai predator dan pemakan sisa tumbuhan.
   b. Merugikan :
      1) Lipan dapat menyengat manusia dengan racunnya.
      2) Beberapa spesies kaki seribu mengeluarkan zat beracun yang bisa mengiritasi kulit.

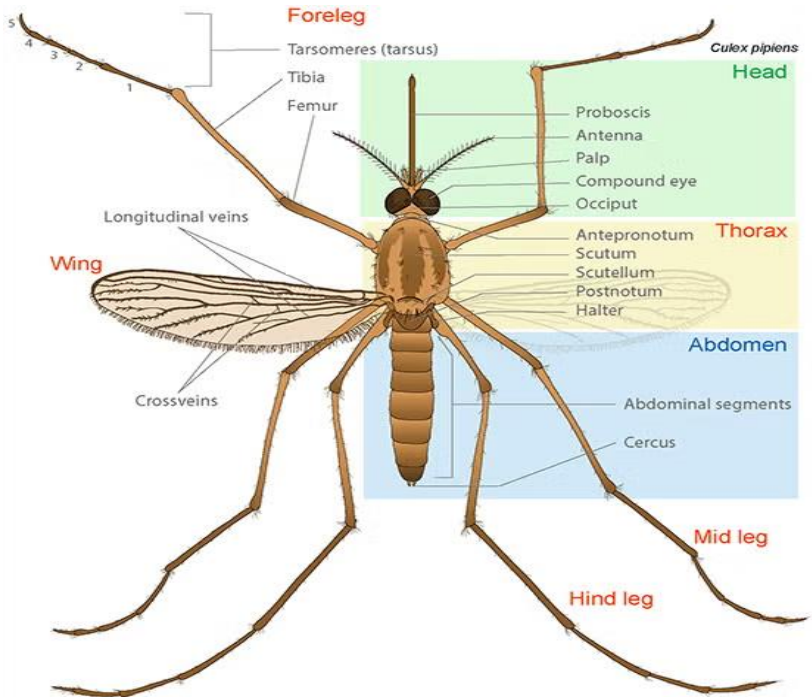
6.3.4 Insecta (Serangga)

Insecta adalah kelas dalam filum Arthropoda yang memiliki tubuh bersegmen, tiga pasang kaki, dan sering kali memiliki sayap. Serangga merupakan kelompok hewan terbesar di dunia, dengan lebih dari 1 juta spesies yang telah ditemukan.

1. Ciri-Ciri Insecta
   a. Tubuh terbagi menjadi tiga bagian utama:
      1) Kepala (Head)
      2) Dada (Thorax)
      3) Perut (Abdomen)
   b. Memiliki tiga pasang kaki (6 kaki) yang berbeda dari Arachnida yang memiliki 8 kaki.
   c. Sebagian besar memiliki sayap, meskipun ada beberapa yang tidak bersayap.
   d. Memiliki sepasang antena yang berfungsi sebagai alat peraba dan penciuman.

e. Bernapas dengan sistem trakea, udara masuk melalui spirakel di sepanjang tubuh.
f. Memiliki eksoskeleton dari kitin yang melindungi tubuh.
g. Mengalami metamorfosis dalam siklus hidupnya.

2. Struktur Tubuh Insecta
   a. Kepala (*Head*)
      1) Sepasang antena sebagai alat sensor.
      2) Mata majemuk (*compound eyes*) untuk mendeteksi gerakan.
      3) Mulut yang beradaptasi sesuai jenis makanan:
         a) Tipe menggigit-mengunyah pada Belalang.
         b) Tipe menjilat-menghisap pada Lalat.
   b. Dada (*Thorax*)
      1) Terdiri dari tiga segmen, masing-masing memiliki sepasang kaki.
      2) Sebagian besar memiliki dua pasang sayap (misalnya kupu-kupu, lebah), tetapi ada juga yang tidak bersayap (misalnya kutu).
   c. Perut (*Abdomen*)
      1) Berisi organ-organ pencernaan, ekskresi, dan reproduksi.
      2) Terdapat spirakel sebagai saluran masuk udara untuk pernapasan.



Gambar 6. 6 Struktur Tubuh Nyamuk
(Sumber : Karolina Mikołajczyk.)

3. Sistem Organ Insecta
   a. Sistem Pencernaan
      1) Mulut → Kerongkongan → Lambung → Usus → Anus.
      2) Beberapa memiliki kelenjar ludah untuk membantu pencernaan.
   b. Sistem Peredaran Darah Terbuka
      Jantung berbentuk tabung memompa hemolimfa ke seluruh tubuh.
   c. Sistem Pernapasan
      Bernapas dengan trakea, udara masuk melalui spirakel.

d. Sistem Saraf
Memiliki ganglion otak dan saraf di sepanjang tubuh.
e. Sistem Ekskresi
Menggunakan tubula Malpighi untuk membuang limbah metabolisme
f. Metamorfosis pada Insecta
Serangga mengalami perubahan bentuk dari larva hingga dewasa.
1) Metamorfosis Sempurna (Holometabola)
a) Terdiri dari empat tahap yaitu Telur → Larva → Pupa → Imago (Dewasa).(Wiegmann, Kim & Trautwein 2023)
b) Contoh:
(1) Kupu-kupu (Papilio sp.)
(2) Lebah (Apis mellifera)
(3) Nyamuk (Culex sp.)
2) Metamorfosis Tidak Sempurna (Hemimetabola)
a) Terdiri dari tiga tahap yaitu Telur → Nimfa → Imago (Dewasa)
b) Contoh:
(1) Belalang (Locusta sp.)
(2) Kecoa (*Periplaneta americana*)
(3) Capung (Odonata)(Bybee 2019)

4. Contoh Hewan Insecta
a. Kupu-kupu (*Papilio sp.)*
b. Lebah madu (*Apis mellifera*)
c. Nyamuk Aedes (*Aedes aegypti*)
d. Belalang (*Locusta sp*.)
e. Semut (*Formica sp*.)
f. Lalat rumah (Musca domestica)
5. Peran Insecta dalam Ekosistem dan Kehidupan Manusia

a. Menguntungkan:
   1) Penyerbukan tanaman oleh kupu-kupu, lebah, dan kumbang.
   2) Menguraikan sisa organik dan menjaga keseimbangan ekosistem.
   3) Sebagai sumber makanan (belalang dan ulat sagu dikonsumsi di beberapa budaya).
   4) Digunakan dalam penelitian biologi dan medis.
b. Merugikan:
   1) Sebagai hama pertanian (belalang, wereng, ulat).
   2) Penyebar penyakit (nyamuk penyebab malaria, demam berdarah).
   3) Merusak bahan makanan dan barang (rayap, kecoa).

DAFTAR PUSTAKA

Ahytong, S.G., 2019, 'Arthropods: crustaceans and pycnogonids.', *Great Barrier Reef: Biology, Environment and Management*.

Al-Azawi, Z.N., 2024, 'Morphological study on the form and number of eyes in scorpions and spiders', *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 22(1).

Anufriieva, E. V. & Shadrin, N. V., 2023, 'Salinity as a Factor Limiting the Potential Taxonomic Richness of Crustaceans in Ecosystems of Hypersaline Reservoirs around the World (Review)', *Inland Water Biology*, 16(5).

Bonato, L., Edgecombe, G.D., Lewis, J.G.E., Minelli, A., Pereira, L.A., Shelley, R.M. & Zapparoli, M., 2010, 'A common terminology for the external anatomy of centipedes (Chilopoda)', *ZooKeys*, 69.

Bybee, S., 2019, 'Dragonflies and Damselflies (Insecta: Odonata)', *EDIS*, 2005(12).

Dickinson, P.S. & Powell, D.J., 2023, *Diversity of neuropeptidergic modulation in decapod crustacean cardiac and feeding systems*, *Current Opinion in Neurobiology*, 83.

Edgecombe, G.D., 2004, *Morphological data, extant Myriapoda, and the myriapod stem-group*, *Contributions to Zoology*, 73(3).

Hancock-Ronemus, A.L., Buote, M. & Lewbart, G.A., 2021, 'Crustaceans', *Invertebrate Medicine*.

Herness, J., Snyder, M.J. & Newman, R.S., 2022, 'Arthropod Bites and Stings', *American Family Physician*, 106(2).

Kennedy, B., Trim, S.A., Laudier, D., Ladouceur, E.E.B. & Cooper, J.E., 2021, 'Arthropoda: Arachnida', *Invertebrate Histology*.

Kicaj, H., 2023, 'Ecology of soil animals (Diplopoda class, Myriapoda group)', *Scientific Horizons*, 26(5).

Kulkarni, S., Wood, H.M. & Hormiga, G., 2023, 'Phylogenomics illuminates the evolution of orb webs, respiratory systems and the biogeographic history of the world's smallest orb-weaving spiders (Araneae, Araneoidea, Symphytognathoids)', *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 186.

Kuntner, M., 2022, 'The seven grand challenges in arachnid science', *Frontiers in Arachnid Science*, 1.

Malahayati, E. & Sholikhah, L.A., 2023, 'Development of Arthropod Morphological Identification Media', *Report of Biological Education*, 4(1).

Marin, I.N. & Tiunov, A. V., 2023, *Terrestrial crustaceans (Arthropoda, Crustacea): taxonomic diversity, terrestrial adaptations, and ecological functions*, *ZooKeys*, 2023(1169).

Newtonan, A.L. & Ladouceur, E.E.B., 2021, 'Arthropoda: Myriapoda', *Invertebrate Histology*.

Sampelan, B., Arrijani, A. & Satiman, U., 2022, 'DIVERSITY OF SOIL SURFACE ARTHROPODS IN THE FOREST SURROUNDING BIOLOGY DEPARTMENT MANADO STATE UNIVERSITY', *Indonesian Biodiversity Journal*, 3(2).

Satitsri, S. & Muanprasat, C., 2020, *Chitin and Chitosan Derivatives as Biomaterial Resources for Biological and Biomedical Applications*, *Molecules*, 25(24).

Smarandache-Wellmann, C.R., 2016, *Arthropod neurons and nervous system*, *Current Biology*, 26(20).

Strauß, J., 2021, 'The tracheal system in the stick insect prothorax and prothoracic legs: Homologies to orthoptera and relations to mechanosensory functions', *Arthropod Structure and Development*, 63.

Theopold, U., Schmidt, O., Söderhäll, K. & Dushay, M.S., 2004, *Coagulation in arthropods: Defence, wound closure and healing*, *Trends in Immunology*, 25(6).

Thorp, J.H., Raupach, M. & Raupach, M.J., 2023, 'Arthropoda', *Identification and Ecology of Freshwater Arthropods in the Mediterranean Basin*.

Webber, W., Fenwick, G., Bradford-Grieve, J., Eagar, S., Buckeridge, J., Poore, G., Dawson, E., Watling, L., Jones, J. & Wells, J., 2010, 'Phylum Arthropoda Subphylum Crustacea: shrimps, crabs, lobsters, barnacles, slaters, and kin', *New Zealand Inventory of Biodiversity: Volume Two: Kingdom Animalia - Chaetognatha, Ecdysozoa, Ichnofossils*.

Wiegmann, B.M., Kim, J. & Trautwein, M.D., 2023, 'Holometabolous insects (Holometabola)', *The Timetree of Life*.

BAB 7
HELMINTOLOGI

Oleh Liza Mutia

7.1 Pendahuluan

Helmintologi adalah cabang ilmu biologi yang khusus mempelajari cacing parasit atau helmint yang dapat menginfeksi hewan dan manusia, Infeksi kecacingan sering kali menjadi masalah kesehatan yang kurang mendapatkan perhatian, meskipun diperkirakan lebih dari satu miliar orang di seluruh dunia terinfeksi oleh berbagai jenis cacing parasit, terutama di wilayah tropis dan subtropis. (Zen *et al*., 2024)

Infeksi cacing parasit atau helmintiasis menggambarkan salah satu masalah kesehatan masyarakat yang signifikan, terutama di negara berkembang. Cacing parasit dapat menyebabkan berbagai penyakit yang memengaruhi banyak aspek kesehatan, seperti dapat menyebabkan peradangan, penurunan fungsi organ, serta memengaruhi kualitas hidup pengidapnya, anemia, hingga gangguan pertumbuhan anak. Oleh karena itu, helmintologi sangat penting untuk dipelajari agar dapat mengetahui lebih lanjut tentang patogenesis, gejala siklus hidup, identifikasi, dan langkah-langkah pengendalian infeksi cacing parasit. (Chappell *et al*., 2018).

7.2 Distribusi Geografik

Infeksi kecacingan ditemukan hampir di seluruh dunia, tetapi prevalensinya sangat tinggi pada daerah tropis dan subtropis. Keadaan ini sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan yang mendukung kelangsungan hidup cacing parasite, seperti suhu, kelembaban yang tinggi, dan sanitasi yang buruk. Negara-negara dengan tingkat kebersihan yang rendah, terutama di wilayah Asia, Afrika, dan Amerika Latin, sering kali menghadapi masalah kecacingan yang lebih parah (Chappell *et al*., 2018).

Faktor utama yang memengaruhi infeksi cacing ini adalah:

1. *Personal Hygene*

   Personal hygene merujuk pada kebiasaan dan praktik menjaga kebersihan tubuh untuk mencegah penyakit dan menjaga kesehatan secara keseluruhan, personal hygene yang buruk terutama terkait kebiasaan buang air besar yang sembarangan, dapat meningkatkan risiko terjadinya infeksi cacing pada anak, yang dapat menimbulkan berbagai gejala, seperti gangguan pencernaan, perut kembung, diare, gatal di sekitar anus, serta gangguan pertumbuhan dan perkembangan fisik. (Kemenkes, 2018)

2. Sanitasi Lingkungan

   Kecacingan adalah penyakit yang berkaitan erat dengan kondisi lingkungan, sehingga perhatian terhadap sanitasi lingkungan perlu ditingkatkan. Faktor-faktor sanitasi lingkungan yang mendukung terjadinya infeksi kecacingan meliputi ketersediaan sumber air, fasilitas jamban di rumah, serta perilaku higiene pribadi yang kurang baik di masyarakat. Kebiasaan masyarakat yang tidak memakai alas kaki saat bekerja di kebun dan kurangnya kebersihan tangan dan kaki setelah dari kebun meningkatkan risiko penularan infeksi

kecacingan yang ditularkan melalui tanah (Sandy, 2015 ; Sebayang, 2023)

3. Sosial Ekonomi dan demografi

   Keadaan sosio demografi yang beda pada beberapa wilayah memicu terjadinya infeksi kecacingan yang berbeda–beda. Anak-anak dengan orang tua yang memiliki kondisi ekonomi rendah memiliki risiko lebih besar untuk mengalami kecacingan dibandingkan dengan anak-anak dari keluarga dengan kondisi ekonomi yang lebih baik, hal ini disebabkan oleh faktor terbatasnya akses sanitasi yang layak, pola makan yang kurang bergizi, serta kurangnya pengetahuan tentang pencegahan kecacingan di kalangan orang tua (Sitorus, 2021).

Oleh sebab itu, penerapan *personal hygene* yang baik, perbaikan sanitasi lingkungan serta peningkatan social ekonomi masyarakat sangat diperlukan untuk menurunkan angka kejadian cacingan pada anak-anak.

7.3 Klasifikasi

Dalam ilmu helmintologi, helminthes diklasifikasikan berdasarkan bentuk tubuh dan siklus hidupnya. Klasifikasi ini membantu dalam identifikasi, diagnosis, dan pengendalian penyakit yang disebabkan oleh parasit helminthes. Helminthes secara umum dibagi menjadi tiga filum besar, yakni:

a. Nematoda (cacing gelang)

   Nematoda merupakan kelas yang berasal dari filum *Nemathelminthes. Nemathelmintes* berasal dari bahasa Yunani, *nematos* berarti benang, dan *helmintes* artinya cacing. Nematoda itu sendiri berasal dari gabungan kata "*nema*" yang mempunyai arti thread yakni benang dan kata "*oid*" berarti like yaitu seperti atau menyerupai.

Nama nematoda merujuk pada kata *nematoid,* yang kemudian mengalami modifikasi menjadi *nematode* untuk mendeskripsikan golongan organisme yang bentuk tubuhnya memanjang seperti cacing gilig, cacing seperti benang, cacing seperti belut, dan tubuhnya tidak bersegmen. Nematoda seringkali disebut juga dengan istilah *thread worm, eel worm* atau *round worm.*

Menurut tempat habitatnya nematoda dibagi 2 golongan, yaitu:

- Nematoda Usus

  Berdasarkan tempat penularannya nematoda ini dibagi 2, yaitu:

  - Nematoda usus yang ditularkan melalui tanah (*soil transmitted helminths*), yang termasuk kelompok cacing ini terdiri atas beberapa spesies yang umum terdapat di lingkungan masyarakat, *yaitu Ascaris lumbricoides, Trichuris trichiura*, cacing tambang (*Necator americanus ancylostoma duodenale),* dan *Strongyloides stercoralis.*
  - Nematoda usus yang penularannya tidak melalui tanah yaitu spesies *Enterobius vermicularis.*

- Nematoda Jaringan

  Spesies nematoda ini adalah : *Trichinella spiralis, Strongyloides stercoralis*

b. *Trematoda* (Cacing Pipih)

Trematoda (Fluke) adalah suatu cacing yang berbentuk daun yang terdiri dari satu segmen dan tidak mempunyai rongga badan karena alat pencernaan buntu serta mempunyai batil isap oral (mulut) dan ventral (perut). Cacing ini bersifat hermafrodit, tetapi ada trematoda dari genus Schistosoma dan *Echinostoma sp.*

tidak bersifat hermafrodit hanya bersifat *gonokoris (gonochoris*) yaitu alat kelamin terpisah. Menurut tempat hidup (habitat) cacing dewasa, dibagi atas

- Trematoda hati (Spesies *Clonorsis sinensis, Opisthorchis felineus, O. viverrini, Fasciola hepatica*
- Trematoda usus (Spesies *Fasciolopsis buski, Echinostoma ilocanum, Echinostoma. Echinatum, Heterophyridae)*
- Trematoda paru-paru (Spesies parogonimus *westermani, P. kellicotti, P. Africanus)*
- Trematoda darah (Spesies *Schistosoma japonicum, S. mansoni, S. haematobium, S. Intercalatum, dan S. mekongi)*

c. Cestoda (Cacing Pita).

Cestoda manusia (*eucestodes*) termasuk kelas *Cestoidea* dari filum *Platyhelminthes* berbentuk pipih, berwarna putih tertutup kutikula dan dibawahnya terdapat lapisan otot sirkuler, longitudinal serta transversal. Filum *Platyhelminthes* ada dua ordo yang terpenting dalam bidang kesehatan yakni :

- ordo *Pseudophyl*lidea, spesies *Diphylobothrium latum* pada air tawar), *Diphyllobothrium mansoni* (pada binatang), *Diphylidium caninum,* dan *Diphylidium fasificum* (pada air yang mengandung garam).
- Ordo *Cyclophyllidea*, antara lain *Taenia saginata, Taenia solium, Hymenolepis diminuta, Hymenolopis nana, Echinococcus granulosus*

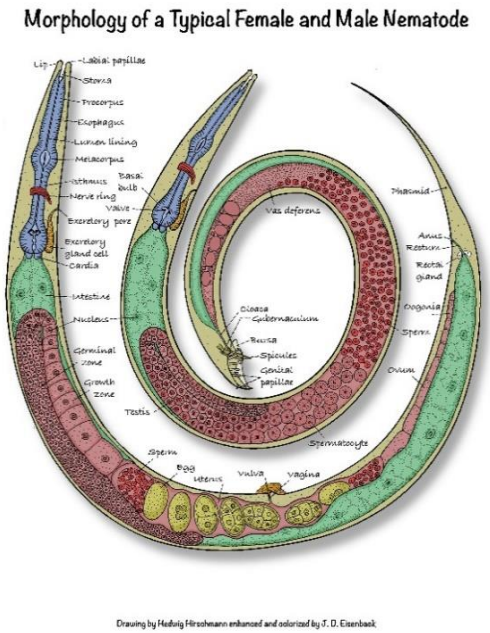
7.4 Morfologi dan Struktur

Penting untuk mempelajari morfologi agar tidak terjadi kesalahan dalam penegakan diagnosis. Dalam mempelajari morfologi, sebaiknya dimulai dengan mempelajari secara

umum tiap kelompok parasit, kemudian memperhatikan ciri khas dari setiap spesies. Cacing terbagi atas 3 kelompok *Nematoda*, *Trematoda*, *dan Cestoda* dimana masing-masing cacing ini memilik morfologi dan struktur yang bervariasi, yang mencerminkan adaptasi mereka terhadap cara hidup parasit dan interaksi mereka dengan inangnya.

1. Nematoda

   Kelompok cacing ini memiliki tubuh panjang, silindris dan tidak bersegmen dilapisi oleh kutikula elastis. Panjangnya berkisar antara beberapa mm hingga berpuluh cm. memiliki sistem pencernaan yang lengkap mulai dari mulut, faring, esofagus, usus, hingga anus. Nematoda termasuk dalam kelompok cacing yang dapat hidup di berbagai habitat, baik dalam tanah, air, maupun di tubuh manusia dan hewan. Tubuh nematoda terdiri dari tiga lapisan utama, yaitu epidermis, otot, dan rongga tubuh yang diisi dengan cairan tubuh yang berfungsi memberikan tekanan pada tubuh mereka. Nematoda juga memiliki sistem saraf yang sederhana dengan dua ganglia di bagian kepala dan saluran ekskresi terdiri atas 2 pipa di dalam korda lateral Pada ujung anterior, pipa-pipa ini berhubungan dan terbuka di bagian tengah ventral sebagai sinus ekskretorius yang mengatur pengeluaran limbah metabolisme. (Chappell *et al*., 2018.).



Gambar 7. 1 Struktur Nematoda
(Triantaphyllou H.H and Jonathan Eisenback .2021)

Alat kelamin jantan berbentuk pipa yang dapat dibagi menjadi duktus ejakulatorius kecil, vesica seminalis, vas deferens, dan testis. Duktus ejakulatorius, bersama dengan rektum, terbuka ke dalam kloaka. Sementara itu, alat kelamin betina juga berbentuk pipa yang bisa bersifat didelphic atau monodelphic. Setiap pipa terdiri dari ovarium, oviduktus, reseptakulum seminalis, uterus, vagina, dan vulva. Ovarium cacing betina memiliki bentuk berpilin, dan setiap ovarium terhubung dengan saluran telur serta rahim yang berbentuk tabung. Uteri bergabung membentuk vagina, yang kemudian terbuka ke bagian luar melalui vulva. Kopulasi antara nematoda betina dan jantan diperlukan untuk pembuahan, kecuali pada genus *Strongyloides* (Zaman V, 1997).

2. Trematoda

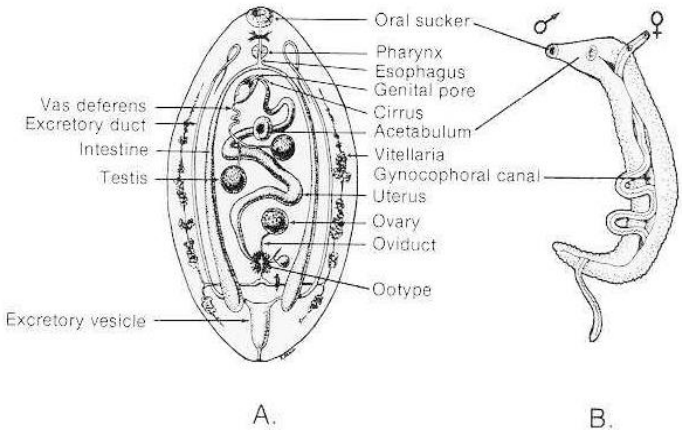
Bentuk badan cacing trematoda ini pipih dan berbentuk daun dan tidak berongga, oleh sebab itu cacing ini lebih dikenal dengan nama cacing daun, kecuali schistosoma yang berbentuk panjang. Dijumpai satu atau lebih batil isap yang berotot pada permukaan ventralnya. Saluran pencemaan terbagi atas anterior yang pendek letaknya di tengah dan bercabang menjadi 2 bagian posterior, bagian anterior usus mempunyai faring yang berotot, kecuali pada schistosoma yang tidak mempunyai faring, bagian posterior berakhir buntu, sehingga disebut sekum.

Pada cacing jantan sistem reproduksi tersusun atas: testis, vas deferens, vas deferens, vesika seminalis, sirus, prostat dan kantong sirus. Jumlah, posisi dan bentuk testis berlainan pada berbagai spesies. Sperma dilepaskan ke dalam sistem reproduksi betina oleh sirus melalui sebuah lobang yang dikenal sebagai porus genital umum

Sistem saraf terdiri dari dua ganglion yang terletak dekat faring, dengan urat saraf transversal dan longitudinal yang memancar ke bagian anterior dan posterior, serta mencakup seluruh tubuh.

Telur trematoda umumnya memiliki operkulum, kecuali pada Schistosoma. Pada beberapa spesies, telur dikeluarkan dalam bentuk mirasidium atau stadium larva bersilia (berbulu getar), sementara pada spesies lain, telur dikeluarkan dalam stadium imatur dan berkembang menjadi mirasidium di lingkungan luar. Diameter telur bervariasi, mulai dari 140 µm (*Fasciolopsis buski*) hingga 28 µm (*Heterophyes heterophyes*). Semua trematoda melewati fase pertumbuhan aseksual di dalam keong, yang dimulai

dengan masuknya mirasidium ke dalam jaringan keong. Setelah mencapai tempat yang sesuai, mirasidium akan kehilangan bulu getarnya dan berubah menjadi sporokista yang memanjang. Sporokista memiliki dinding tubuh, rongga tubuh, dan sel-sel germinal, yang kemudian membentuk sporokista generasi kedua atau redia. Kedua bentuk ini selanjutnya berkembang menjadi serkaria.



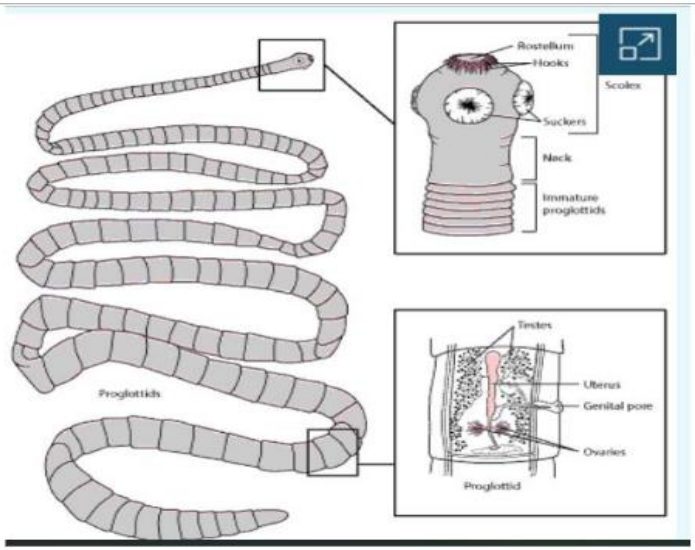
Gambar 7. 2 Struktur trematoda (Baron, 1996)

3. Cestoda

Parasit yang termasuk golongan ini dikenal sebagai cacing pita. Badannya terdiri dari rangkaian segmen atau proglotid, dengan bagian sempit di antara skoleks dan segmen pertama yang disebut leher, yang mengandung sel-sel germinal dan berbentuk strobila.

Skoleks memiliki panjang sekitar 0,5 – 1 mm, dilengkapi dengan bantal isap (*sucker*) dan kait (*hooks/rostellum*), serta leher (*neck*) yang merupakan tempat berkembangnya proglotid dalam zona proliferasi. Proglotid (segmen) terbentuk secara berurutan membentuk tubuh tak berongga yang disebut strobila, dimulai dari segmen imatur hingga segmen

matang. Setiap segmen mengandung alat kelamin jantan dan betina (hermafrodit). Alat kelamin jantan terdiri dari testis (dengan jumlah bervariasi tergantung spesies), vas deferens, dan sirrus (kantung untuk memasukkan sperma ke dalam vagina, yang akhirnya bermuara di atrium genital). Alat kelamin betina terdiri dari ovarium yang memiliki dua lobus terletak di bagian posterior, oviduct, ootype (tempat telur dibuahi), dan cabang menuju vagina yang berakhir di atrium genital. Alat kelamin betina juga mengandung kelenjar vitellin (mohlis) yang bermuara di ootype. Telur yang diproduksi oleh segmen matang mengandung larva (oncosphere) dengan 6 kait, yang kemudian keluar dan berkembang di tuan rumah intermediat. Larva sistiserkus kemudian berkembang secara seksual menjadi cacing dewasa di tubuh tuan rumah definitif. Cacing pita tidak memiliki sistem pencernaan, melainkan bergantung pada usus tuan rumah untuk mendapatkan nutrisi melalui transport aktif pada permukaan tubuh yang menyerupai mikrovili.

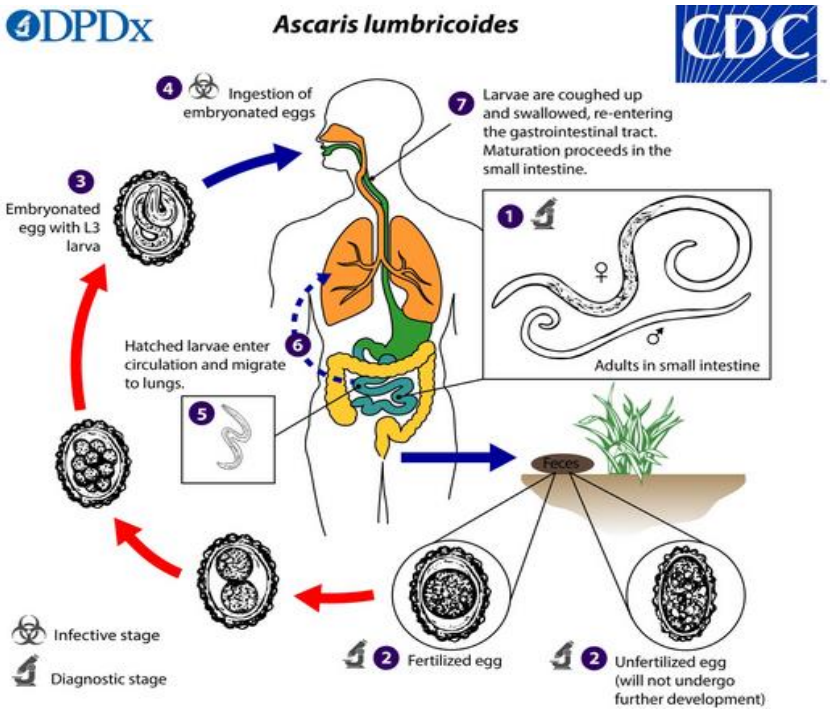


Gambar 7. 3 Struktur Cestoda (Cacing *Taenia solium*) (Ravishankar, V., & Kumar, G. S. (2021)

7.5 Siklus Hidup

Siklus hidup cacing parasit umumnya terdiri dari beberapa tahap : telur, larva, dan dewasa. Setiap jenis helminthes memiliki cara hidup dan pola reproduksi yang berbeda-beda, berikut ini adalah penjelasan salah satu contoh siklus hidup cacing dari masing-masing kelompok.

1. Nematoda

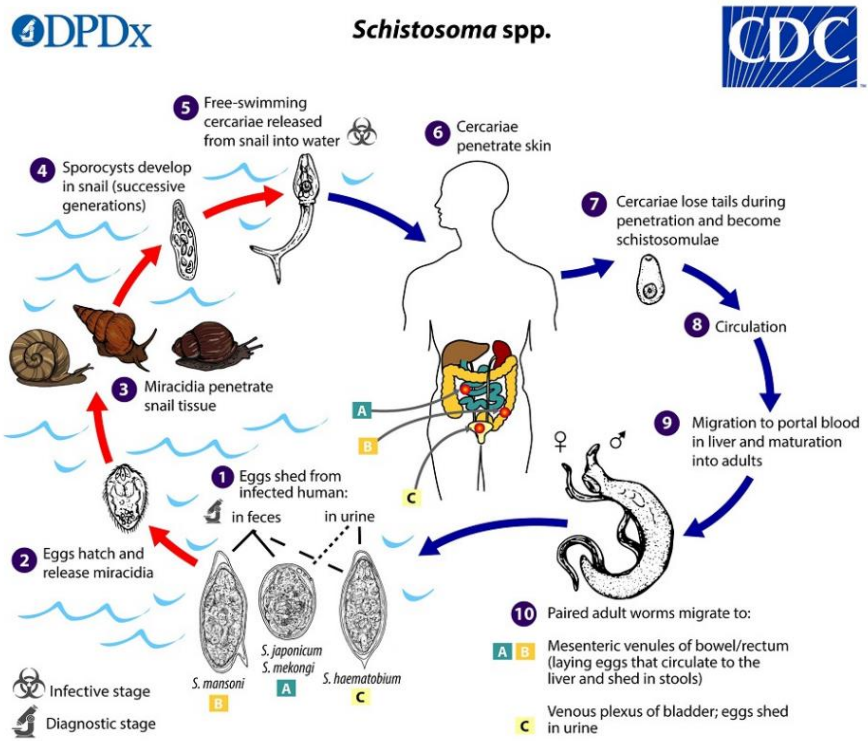


Gambar 7. 4 Siklus Hidup Nematoda (CDC, 2024)

Siklus hidup cacing *Ascaris lumbricoides* dimulai ketika telur yang dikeluarkan melalui feses manusia berada ditanah. Telur ini kemudian menjadi infektif setelah beberapa waktu di luar tubuh, tergantung pada kondisi lingkungan yang lembap dan hangat. Manusia terinfeksi ketika menelan telur infektif yang terdapat pada makanan, air, atau tangan yang terkontaminasi. Setelah masuk ke usus halus, telur menetas menjadi larva yang menembus dinding usus dan masuk ke pembuluh darah, lalu menuju hati, jantung, dan paru-paru. Di paru-paru, larva berkembang lebih lanjut dan kembali ke saluran pencernaan melalui trakea dan tertelan ke dalam usus halus. Di usus halus, larva berkembang menjadi cacing

dewasa yang menghasilkan telur, yang dikeluarkan bersama feses untuk mengulang siklus hidupnya (CDC, 2020)

2. Trematoda

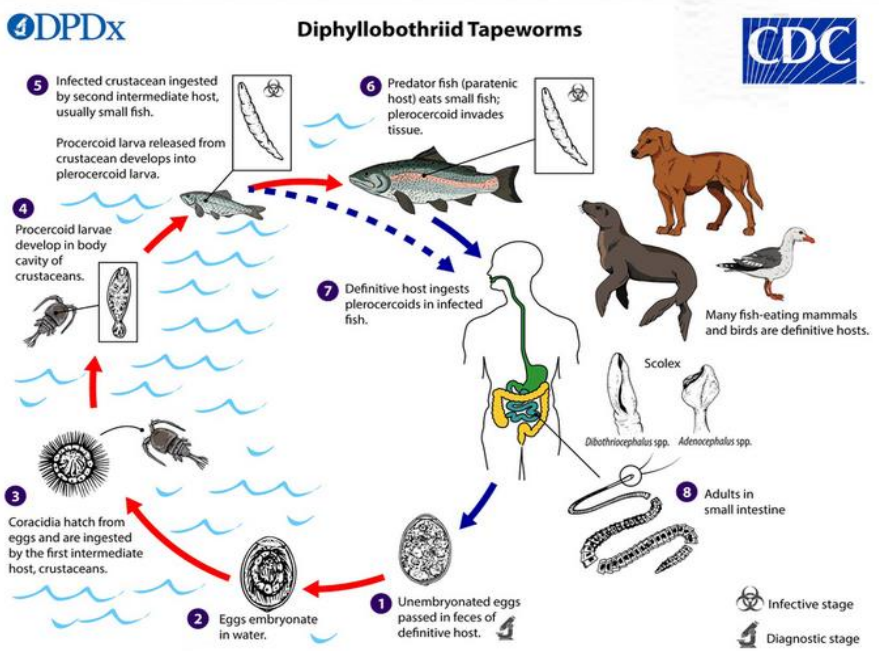


Gambar 7. 5 Siklus Hidup Trematoda (CDC, 2024)

Siklus hidup cacing ini dimulai dengan telur yang dikeluarkan melalui feses, urin, atau dahak manusia dan mencapai lingkungan perairan. Telur kemudian menetas, melepaskan larva bersilia atau mirasidium, yang akan menembus atau dimakan oleh inang perantara, yaitu siput. Dalam beberapa kasus langka, siput darat juga dapat berfungsi sebagai inang perantara. Mirasidium berkembang

menjadi tahap sporokista, seperti kantung atau redia, di dalam jaringan siput. Sporokista kemudian menghasilkan redia atau sporokista anakan. Selanjutnya, dari redia atau sporokista anakan, serkaria berkembang secara aseksual dan bermigrasi keluar dari jaringan siput menuju lingkungan luar yang umumnya akuatik. Serkaria, yang mungkin memiliki ekor untuk berenang, akan berkembang lebih lanjut dengan salah satu dari tiga cara: menembus inang definitif dan langsung berkembang menjadi dewasa, menembus inang perantara kedua dan berkembang menjadi metaserkaria yang berkista, atau membentuk kista pada substrat seperti tumbuhan, di mana metaserkaria akan berkembang. Ketika kista metaserkaria tertelan, pencernaan kista membebaskan cacing pipih yang belum dewasa, yang kemudian bermigrasi ke organ tertentu untuk berkembang menjadi cacing dewasa (Baron and Samuel, 1996).

3. Cestoda



Gambar 7. 6 Siklus Hidup Cestoda (CDC, 2024)

Siklus hidup cacing *Diphyllobothrium latum* dimulai dengan telur yang dikeluarkan oleh inang definitif, seperti manusia atau hewan pemakan ikan, melalui feses yang jatuh ke dalam perairan. Telur kemudian menetas menjadi larva korasidium, yang dimakan oleh inang perantara pertama, seperti crustacea (misalnya udang atau kepiting). Di dalam rongga badan crustacea, larva berkembang menjadi proserkoid. Ikan air tawar kemudian memakan crustacea yang terinfeksi, dan di dalam tubuh ikan, proserkoid berkembang menjadi pleroserkoid. Manusia atau hewan pemakan ikan terinfeksi ketika mereka memakan ikan yang terinfeksi larva pleroserkoid. Larva ini kemudian berkembang menjadi cacing dewasa di usus manusia, yang

menghasilkan telur yang dikeluarkan melalui feses untuk mengulang siklus hidupnya (CDC, 2020)

7.6 Diagnosis Laboratorium

Infeksi kecacingan merupakan masalah kesehatan yang signifikan di berbagai negara, termasuk Indonesia. Penyakit ini disebabkan oleh berbagai jenis cacing parasit yang menginfeksi manusia melalui saluran pencernaan atau kulit. Untuk mendiagnosis infeksi kecacingan, dibutuhkan pemeriksaan laboratorium yang tepat agar diagnosis dapat dilakukan secara akurat dan pengobatan yang tepat dapat diberikan. Berbagai jenis pemeriksaan laboratorium digunakan, antara lain pemeriksaan feses, darah, anus, serta teknik-teknik diagnostik modern seperti mikroskopi dan PCR. Berikut adalah beberapa jenis pemeriksaan yang biasa dilakukan untuk mendukung diagnosis infeksi kecacingan.

1. Pemeriksaan Feses

   Pemeriksaan feses adalah pemeriksaan utama untuk mendeteksi infeksi cacing pada manusia. Cacing seperti *Ascaris lumbricoides* (cacing gelang), *Trichuris trichiura* (cacing cambuk), dan *Ancylostoma duodenale* (cacing tambang) mengeluarkan telur yang dapat ditemukan dalam feses penderita. Pemeriksaan ini bertujuan untuk mencari telur atau larva cacing yang ada dalam sampel feses.

   - Metode langsung atau Natif adalah metode yang paling sering digunakan untuk pemeriksaan feses karena metode ini sangat sederhana dan tidak memerlukan proses yang rumit. Sampel feses yang diambil langsung dari pasien cukup ditempatkan pada kaca objek (objek slide) dan diperiksa di

bawah mikroskop. Prosedurnya relatif cepat dan efisien, sehingga memungkinkan pemeriksaan dilakukan dalam waktu singkat. Hal ini sangat berguna dalam situasi yang membutuhkan hasil diagnosis segera, misalnya untuk keperluan pengobatan massal atau program pemberantasan kecacingan dimasyarakat. (CDC, 2020).

- Metode Sedimentasi dan Metode Flotasi adalah dua teknik yang digunakan untuk memisahkan telur cacing berdasarkan perbedaan kepadatan. (CDC, 2020).
- Metode Kato-Katz adalah teknik yang paling sering digunakan untuk mendeteksi infeksi cacing tanah seperti *Ancylostoma* dan *Ascaris*. (Hasan, 2018).

Pemeriksaan feses perlu dilakukan lebih dari sekali karena telur cacing tidak selalu ditemukan pada satu kali pemeriksaan (Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, 2017).

2. Pemeriksaan Darah

Pemeriksaan darah digunakan untuk mendiagnosis infeksi cacing yang tidak dapat terdeteksi melalui pemeriksaan feses, seperti filariasis atau strongyloidiasis. Pemeriksaan darah juga dapat menunjukkan reaksi imun tubuh terhadap infeksi parasit.

- Mikroskopi Darah digunakan untuk mendeteksi mikrofilaria, yaitu larva cacing yang ditemukan dalam darah pada infeksi filariasis. Mikrofilaria dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop setelah sampel darah diperoleh pada malam hari, karena mikrofilaria biasanya berada di darah perifer pada malam hari (Soedjono, 2015).

- Hitung Sel Darah Putih (leukositosis) dapat membantu mendeteksi adanya eosinofilia, yang sering terjadi pada infeksi cacing tertentu, seperti *Strongyloides stercoralis* dan *Ancylostoma* (Mubarok, 2019). Peningkatan jumlah eosinofil merupakan tanda respons imun terhadap infeksi parasit.
- Tes Serologi adalah tes darah yang digunakan untuk mendeteksi antibodi atau antigen spesifik parasit, yang dapat membantu mendeteksi infeksi aktif. Tes serologi sering digunakan untuk mengonfirmasi infeksi *Schistosoma* atau *Strongyloides* ((CDC, 2020).

3. Pemeriksaan Anal Swab

Untuk mendeteksi infeksi cacing kremi (*Enterobius vermicularis*), Anal Swab atau tape test sering digunakan. Cacing kremi betina bertelur di sekitar anus, dan telur ini dapat diambil dengan menggunakan pita perekat atau kapas yang diletakkan pada anus pasien pada pagi hari sebelum buang air besar.

- Anal swab dilakukan dengan cara menempelkan pita perekat di sekitar anus untuk mengambil telur cacing kremi yang ada di sana. Telur cacing kemudian diperiksa di bawah mikroskop untuk memastikan adanya infeksi (Hasan, 2018). Metode ini sangat efektif untuk mendeteksi infeksi cacing kremi (*Enterobius vermicularis*) karena cacing kremi betina biasanya akan keluar di sekitar anus untuk bertelur pada malam hari.

4. Ultrasonografi (USG)

Ultrasonografi adalah teknik pencitraan yang digunakan untuk mendeteksi dampak infeksi cacing pada organ tubuh. Teknik ini sangat berguna dalam mendiagnosis infeksi yang melibatkan organ internal, seperti pada filariasis dan schistosomiasis.

- Ultrasonografi dapat digunakan untuk mendeteksi pembesaran organ yang terinfeksi, seperti pembesaran hati atau limpa yang disebabkan oleh schistosomiasis. Selain itu, teknik ini juga membantu untuk memantau komplikasi yang muncul akibat infeksi parasit seperti filariasis (Mubarok, 2019).

Pemeriksaan ultrasonografi sangat membantu dalam memberikan gambaran visual mengenai efek infeksi cacing pada tubuh, terutama untuk pasien yang menunjukkan gejala komplikasi lebih lanjut.

5. Endoskopi dan Biopsi

Endoskopi digunakan untuk memeriksa saluran pencernaan atau saluran pernapasan pasien, sementara biopsi dapat digunakan untuk mengumpulkan sampel jaringan dari organ yang terinfeksi untuk pemeriksaan lebih lanjut.

- Endoskopi digunakan untuk memeriksa saluran gastrointestinal, terutama jika ada kecurigaan infeksi oleh cacing pita (*Taenia*). Pemeriksaan ini memungkinkan untuk melihat langsung ada tidaknya cacing dewasa atau larva yang menginfeksi saluran pencernaan pasien.
- Biopsi jaringan digunakan untuk mengambil sampel dari organ tubuh yang terinfeksi, seperti hati atau

paru-paru, yang bisa menunjukkan adanya cacing hati (*Fasciola hepatica*) atau cacing paru (Soedjono, 2015).

7.7 Pencegahan Penyakit Infeksi Kecacingan

Infeksi cacing parasit, atau helminthiasis**,** merupakan masalah kesehatan yang cukup besar di banyak negara berkembang, terutama di daerah dengan sanitasi yang buruk dimana penyakit ini dapat mempengaruhi kesehatan pencernaan, pertumbuhan anak, dan bahkan menyebabkan komplikasi serius jika tidak ditangani dengan baik. Oleh karena itu, pencegahan dan pengobatan infeksi cacing sangat penting untuk mencegah penyebaran dan dampak buruknya, beberapa langkah penting dalam upaya pencegahan antara lain: menjaga kebersihan pribadi, meningkatkan sanitasi lingkungan, memastikan akses air bersih, serta melibatkan edukasi kesehatan masyarakat dan pemberian obat cacing secara massal. (WHO,2021)

DAFTAR PUSTAKA

Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2017). *Laporan Hasil Survei Kesehatan Rumah Tangga 2017: Prevalensi Infeksi Kecacingan di Indonesia.* Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.

Baron, Samuel. (1996). *Epidemiology Medical Microbiology. University of Texas Medical Branch at Galveston*.

Castro GA (1996), *Helminths: Structure, Classification, Growth, and Development. In: Medical Microbiology. 4th edition. Galveston (TX)*: University of Texas Medical Branch at Galveston; 1996. Chapter 86

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2020). *Soil-transmitted helminth infections*. Diakses dari https://www.cdc.gov/parasites/sth/

Chappell, C. L., Johnson, C. A., & Johnson, P. T. (2018). *Helminth Control and Prevention Programs.* Annual Review of Public Health, 39, 113-132. https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-040617-013641.

Hasan, S. I. (2018). *Diagnostik Parasitologi: Penelitian dan Diagnosis Infeksi Cacing pada Manusia.* Yogyakarta: Andi Publisher.

Kementerian Kesehatan RI (2017). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2017 tentang Penanggulangan Cacingan*. Jakarta: Kemenkes RI

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2018). *Pedoman Pengendalian Cacingan pada Anak*. Jakarta: Kemenkes RI.

Mubarok, S. (2019). *Pengendalian Penyakit Parasit di Indonesia: Studi Kasus Cacing Kremi dan Cacing Tambang*. Bandung: Penerbit Alfabeta.

Rahman Mati Ur, *Et al* (2024) *Application of fungi as biological control strategies for nematode management in horticultural crops*. Phytopathology Research volume 6, Article number: 38

Sebayang AP, Astriana F. B, Yohana T. Gultom (2023) *Pola Makan sebagai Determinan Utama Kasus Infeksi Kecacingan pada Usia Dewasa di Puskesmas Patumbak*, Deli Serdang. Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes Vol 14 Nomor 3, Juli-September 2023. DOI: http://dx.doi.org/10.33846/sf14314

Semuel Sandy, Sri Sumarni Dan Soeyoko (2015), *Analisis Model Faktor Risiko Yang Mempengaruhi Infeksi Kecacingan Yang Ditularkan Melalui Tanah Pada Siswa Sekolah Dasar Di Distrik Arso Kabupaten Keerom, Papua*. Media Litbangkes, Vol. 25 No. 1, Maret 2015, 1 – 14

Sitorus, R. (2021). *Dampak Ekonomi Terhadap Kesehatan Anak: Studi Kasus pada Prevalensi Kecacingan*. Jurnal Kesehatan Masyarakat, 15(2), 45-52.

Soedjono, S. (2015). *Kesehatan Lingkungan dan Penyakit yang Ditularkan Oleh Cacing.* Jakarta: Rajawali Press.

Triantaphyllou H.H and Jonathan Eisenback (2021). *Nematode Morphology Drawing by Hirschmann and Eisenback*. The University of North Carolina Press: Chapel Hill. http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.28667.23840

Zaman, Viqar. (1997). *Atlas Parasitologi Kedokteran*. Edisi 2. Jakarta : Hipokrates

Umi Mahmudah, *et al* (2017) *Faktor Sosio Ekonomi Demografi Terhadap Kejadian Infeksi Kecacinganpada Anak Sekolah Dasar.* Jurnal Ilmu Gizi Indonesia. https://doi.org/10.35842/ilgi.v1i1.14

World Health Organization (WHO). (2021). *Hand hygiene in health care settings*. Retrieved from https://www.who.int/gpsc/clean_hands_protection/en/

Ravishankar, V., & Kumar, G. S. (2021). *Analysis of trematodes and cestodes in humans*. International Journal of Health Sciences, 5(S1), 770–781. https://doi.org/10.53730/ijhs.v5nS1.14305

BAB 8
PARASIT PENYEBAB FILARIASIS

Oleh Nora Harminarti

8. 1 Pendahuluan

Filariasis merupakan salah satu penyakit infeksi parasit kronis yang penularannya dilakukan oleh nyamuk. Infeksi kronis dapat menyebabkan pembengkakan pada ekstremitas, hidrokel, dan massa pada testis. Penyakit ini merupakan penyebab deformitas dan kecacatan permanen terbesar kedua setelah kusta di seluruh dunia. Filariasis limfatik (FL) saat ini dianggap sebagai penyakit tropis yang terabaikan. (Newman and Juergens, 2023)

Filariasis sering dikenal dengan sebutan penyakit kaki gajah memiliki definisi sebagai penyakit menular dengan penyebabnya adalah cacing filaria yang menimbulkan gangguan pada saluran dan kelenjar getah bening. Manifestasi penyakit yang parah dan merusak penampilan - limfoedema, dan selanjutnya menjadi kaki gajah dan pembengkakan skrotum sehingga menjadi cacat yang menetap. Kecacatan secara fisik pada pasien juga disertai dengan kerugian mental, sosial dan finansial yang berkaitan dengan kemiskinan.(WHO, 2008)

Angka kejadian di dunia, dilaporkan sekitar 859 juta penduduk memiliki risiko tertular oleh filariasis dengan tempat tinggal yang menyebar pada 72 negara endemis

filariasis serta 36 juta orang diketahui mengalami kecacatan permanen. Laporan kejadian di Indonesia menyebutkan bahwa 236 kabupaten/kota bersifat endemis dan pada akhir tahun 2021 dilaporkan sebanyak 9.354 kasus filariasis dengan cacat permanen menyebar di 34 provinsi. (Centers for Disease Control and Prevention, 2017)(Ditjen P2P, 2022)

Program Global untuk mengeliminasi Filariasis Limfatik dengan memberikan *mass drug administrations* (MDA) kepada masyarakat di daerah endemis dalam upaya memberantas penyakit ini. Beberapa program tersedia untuk mendorong partisipasi dalam MDA. (Newman and Juergens, 2023)

8.2 Parasit Penyebab

Parasit yang menyebabkan terjadinya filariasis limfatik (FL) merupakan kelompok nematoda filaria dengan nyamuk sebagai vektor yang menularkan, yaitu *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi*, *B. timori*. Laporan menyebutkan 90% kasus FL disebabkan oleh *W. bancrofti* (*Filariasis Bancrofti*). (WHO, 2008)(Centers for Disease Control and Prevention, 2017)

8.2.1 *Wuchereria Bancrofti*

Penularan infeksi cacing ini terjadi karena gigitan berbagai spesies nyamuk yang hidup di wilayah tropis di seluruh dunia. Diperkirakan lebih dari 100 juta orang terinfeksi. Larvanya menyerang sistem limfatik, terutama di area tungkai bawah, di mana mereka tumbuh menjadi cacing dewasa. Keberadaan cacing dewasa ini menyebabkan penyumbatan limfatik dan limfedema yang parah, kadang-kadang menyebabkan kelainan bentuk ekstrem yang dikaitkan dengan

filariasis bancrofti, atau penyakit kaki gajah. (Greenwood *et al.*, 2012)

Bentuk embrionik (mikrofilaria) dilepaskan ke dalam aliran darah dan tetap dilapisi membran elastis yang berfungsi sebagai selubung menutupi seluruh larva (Gbr. 8.1). Mikrofilaria ini bertahan di sirkulasi paru-paru pada siang hari dan muncul ke sirkulasi perifer hanya pada malam hari, sesuai dengan waktu gigitan vektor. Alasan fisiologis di balik periodisitas nokturnal ini belum dipahami sepenuhnya, tetapi pola ini bisa berubah jika kebiasaan tidur bergeser, seperti pada pekerja shift malam. Di beberapa pulau Pasifik, strain *Wuchereria bancrofti* bahkan tidak menunjukkan periodisitas nokturnal. Kecuali pada kasus ini, darah untuk pemeriksaan *W. Bancrofti* sebaiknya diambil pada malam hari, optimal antara tengah malam dan pukul 2 pagi.(Greenwood *et al.*, 2012)

Gambar 8. 1 Apusan Darah Tebal Menggunakan Pewarnaan Giemsa dari Mikrofilaria *W. Bancrofti*
(Sumber : CDC,2019)

Mikrofilaria *Wuchereria bancrofti* memiliki selubung dan berukuran 240–300 µm pada sediaan darah yang diwarnai Giemsa serta 275–320 µm dalam larutan formalin 2%. Bentuk tubuhnya melengkung dengan ekor yang meruncing di ujungnya. Kolom nukleus (sel-sel yang membentuk tubuh mikrofilaria) tersusun longgar; sel-selnya dapat terlihat satu per satu dan tidak memanjang hingga ke ujung ekor. Peredaran mikrofilaria ini dapat ditemukan di dalam darah.('CDC - DPDx - Lymphatic Filariasis, 2019)

8.2.2 *Brugia Malayi*

Parasit ini memiliki kemiripan dengan *Wuchereria bancrofti*. Nyamuk merupakan vektor yang menularkan parasit ini di beberapa daerah di India, Timur Jauh, dan Asia Tenggara. Cacing dewasa berada di sistem limfatik dan, mirip dengan *W. bancrofti*, dapat menyebabkan kondisi kaki gajah. Mikrofilaria pada umumnya menunjukkan pola periodisitas nokturnal. (Greenwood *et al.*, 2012)

Mikrofilaria Brugia malayi berselubung dan pada apusan darah yang diwarnai berukuran 175—230 µm. Dalam formalin 2%, mikrofilaria lebih panjang, berukuran 240—300 µm. Ekornya meruncing, dengan celah yang signifikan antara nukleus terminal dan sub terminal. Mikrofilaria beredar dalam darah. ('CDC - DPDx - Lymphatic Filariasis', 2019)

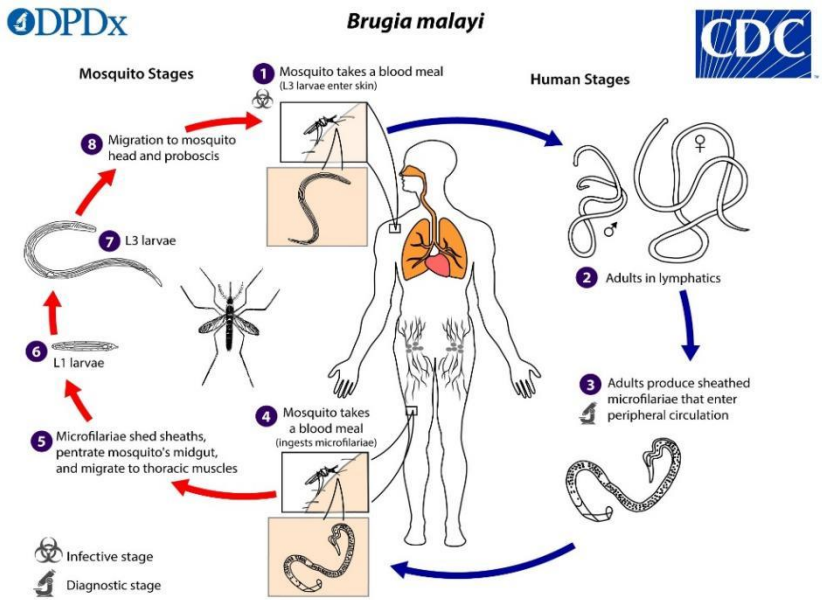
Gambar 8. 2 Apusan Darah Tebal Menggunakan Pewarnaan Giemsa dari Mikrofilaria *B.Malayi*
(Sumber : CDC,2019)

8.2.3 *Brugia Timori*

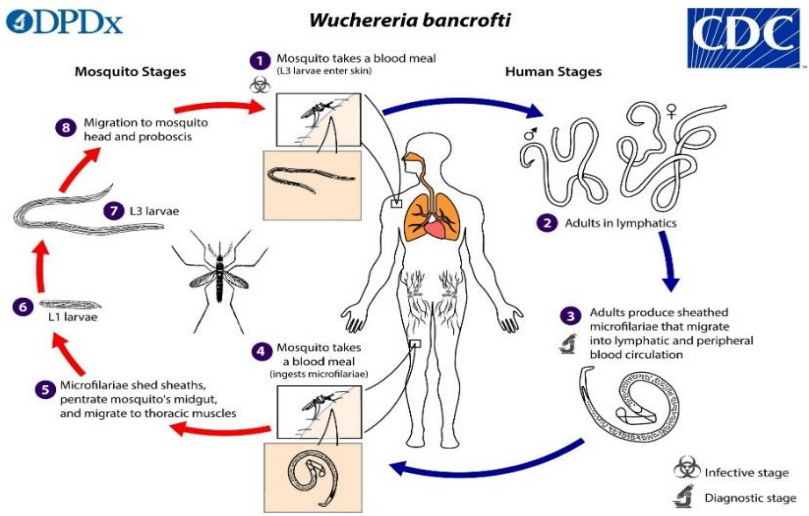
Mikrofilaria *Brugia timori* mempunyai selubung dengan ukuran sekitar 310 µm pada sediaan apusan darah yang diwarnai serta 340 µm dalam larutan formalin 2%. Mikrofilaria *B. timori* memiliki perbedaan dari *B. malayi* dengan ruang kepala yang lebih panjang, selubung yang tidak menyerap pewarna Giemsa, serta memiliki jumlah inti sel tunggal lebih banyak disekitar ujung ekor. Peredaran mikrofilaria ini terdapat dalam darah.

Gambar 8. 3 Apusan Darah Tebal Pewarnaan Giemsa dari Mikrofilaria *Brugia timori* (Sumber : CDC,2019)

8.3 Siklus Hidup



Gambar 8. 4 a. Siklus Hidup *Brugia Malayi*



Gambar 8. 5 b. Siklus Hidup *Wuchereria Bancrofti*

Nyamuk yang terinfeksi selama menghisap darah akan memasukkan larva filaria stadium tiga ke kulit hospes yaitu manusia, larva menembus ke dalam melalui luka dari gigitan. Larva akan bertumbuh pada nyamuk dewasa yang berada di sistem limfatik. Mikrofilaria bermigrasi ke dalam saluran limfa dan darah dengan melakukan pergerakan aktif melalui kelenjar limfa dan darah. Waktu menghisap darah nyamuk akan menelan mikrofilaria. Mikrofilaria yang tertelan oleh nyamuk akan kehilangan selubung dan sebagian di antaranya menembus dinding pro ventrikulus dan bagian kardiak usus tengah nyamuk menuju otot toraks. Mikrofilaria berubah menjadi larva stadium satu dan menjadi larva infektif stadium tiga. Larva infektif stadium ketiga bermigrasi melalui hemocoel ke probosis nyamuk dan saat nyamuk menghisap darah dapat menginfeksi manusia lain.

8.4 Patofisiologi Filariasis

Patofisiologi filariasis, khususnya filariasis limfatik, melibatkan beberapa tahap penyakit dan respon imun yang kompleks. Filariasis dapat menyebabkan komplikasi serius, termasuk limfedema dan elephantiasis. Komponen utama patofisiologi penyakit filariasis adalah sebagai berikut:

- Tahapan infeksi
  - Infeksi primer: Larva Filaria masuk ke dalam tubuh manusia melalui gigitan nyamuk dan berpindah ke pembuluh limfatik.
  - Tahapan cacing dewasa: Cacing dewasa menetap di sistem limfatik dan tinggal selama bertahun-tahun sambil menghasilkan mikrofilaria yang beredar di dalam darah. (Dhar and Dey, 2023)
  - Tahap mikrofilaria: nyamuk dapat menghisap larva tersebut dan melanjutkan siklus penularan. (Collard *et al.*, 2005) (Sungpradit and Sanprasert, 2020)
  - Respons Imun: Respon imun tipe 2 ditandai dengan aktivasi sel Th2 serta pelepasan sitokin termasuk IL-4, IL-5 dan IL-13, peningkatan eosinofil dan aktivasi diferensial *makrofag*. (Ehrens, Hoerauf and Hübner, 2022)
  - Aktivasi eosinofil: Eosinofil memainkan dua peran dalam respon imun terhadap filariasis dan membantu menghancurkan cacing dan larvanya. Namun aktivasi yang parah dapat menyebabkan kerusakan jaringan, seperti eosinofilia paru. (Ehrens, Hoerauf and Hübner, 2022)

- Konsekuensi Patologis
  - Respons Inflamasi: Kehadiran mikrofilaria memicu reaksi inflamasi yang bisa menyebabkan kerusakan jaringan yang signifikan, terutama pada sistem limfatik.
  - Manifestasi Klinis: Infeksi kronis dapat menyebabkan kondisi serius seperti elephantiasis, yang terjadi akibat obstruksi limfatik dan inflamasi, menyebabkan pembengkakan dan pembesaran bagian tubuh. (Dhar and Dey, 2023)

Meskipun respons imun penting untuk mengendalikan infeksi filaria, respons ini juga dapat memperparah patologi yang memperumit pengobatan dan manajemen penyakit. Pemahaman tentang dinamika ini sangat penting dalam mengembangkan intervensi efektif untuk melawan filariasis.

8.5 Manifestasi Klinis Filariasis

Manifestasi klinis tersering filariasis adalah Limfedema dan kaki gajah. Limfedema ekstremitas merupakan manifestasi kronis umum dari LF, yang jika berlanjut akan menyebabkan kaki gajah. Biasanya, tungkai bawah yang terkena, baik secara unilateral atau terkadang bilateral, yang mana pembengkakan cenderung asimetris. Tungkai atas, alat kelamin pria, dan jarang payudara pada wanita juga dapat terkena. Limfedema ekstremitas umumnya dinilai sebagai berikut (Shenoy, 2008):

- ✓ Tingkat I - Edema pitting, reversibel saat tungkai yang terkena diangkat.
- ✓ Tingkat II - Edema pitting atau non-pitting, yang tidak pulih saat tungkai yang terkena diangkat dan tidak ada perubahan kulit.

- ✓ Tingkat III - Edema non-pitting yang tidak reversibel, dengan penebalan kulit
- ✓ Tingkat IV - Edema non-pitting yang tidak reversibel, dengan penebalan kulit disertai eksresi nodular atau kutil - tahap kaki gajah. Pada tahap lanjut limfedema, kulit menebal dan terlipat-lipat, sering kali disertai hipertrikosis, pigmentasi hitam, nodul, pertumbuhan kutil, intertrigo di sela-sela jari kaki atau ulkus kronis yang tidak kunjung sembuh. Pembengkakan mungkin sangat besar dan menjadi buruk sehingga pasien tidak berdaya dan membutuhkan bantuan, bahkan untuk kebutuhan pribadi. Infeksi jamur di daerah interdigital dan lipatan dalam merupakan temuan umum pada limfedema lanjut.

8.6 Diagnosis Fliariasis

Metode diagnostik filariasis terdiri dari pendekatan klinis, pemeriksaan mikroskopis, tes imunologi, dan molekuler untuk mendeteksi infeksi filaria dengan lebih akurat. Berikut adalah penjelasan tentang berbagai metode diagnostik.

8.6.1 Pemeriksaan Mikroskopis Darah

Pemeriksaan mikroskopis darah merupakan metode diagnostik yang umum dan penting dalam mendeteksi infeksi filariasis. Pemeriksaan ini bertujuan untuk menemukan mikrofilaria dalam darah perifer, terutama pada kasus filariasis limfatik yang disebabkan oleh *Wuchereria bancrofti, Brugia malayi,* dan *Brugia timori*. (Lourens and Ferrell, 2019) (Shaukat *et al.*, 2023)

Pemeriksaan mikroskopis darah adalah metode yang praktis dan umum digunakan di banyak daerah endemik. Namun, metode ini dapat dilengkapi dengan tes diagnostik lain, seperti serologi atau PCR, terutama pada pasien yang diduga memiliki infeksi filariasis, tetapi tidak menunjukkan mikrofilaria dalam darah.

8.6.2 Tes Imunokromatografi (ICT)

Tes Imunokromatografi (ICT) adalah metode diagnostik cepat yang digunakan untuk mendeteksi antigen filaria dalam darah, terutama untuk mendeteksi infeksi *Wuchereria bancrofti*, yang merupakan penyebab utama filariasis limfatik di banyak daerah endemik.(Lourens and Ferrell, 2019)(Shaukat *et al.*, 2023)

ICT bekerja berdasarkan prinsip imunokromatografi, yaitu mendeteksi antigen spesifik dari *W. bancrofti* yang ada dalam darah pasien. ICT menggunakan antibodi monoklonal yang dilabeli dengan zat pewarna. Jika antigen filaria hadir dalam sampel darah, ia akan mengikat antibodi dan membentuk garis warna yang terlihat pada alat tes.

8.6.3 Pemeriksaan *Polymerase Chain Reaction* (PCR)

Pemeriksaan *Polymerase Chain Reaction* (PCR) pada filariasis adalah merupakan suatu metode diagnostik molekuler pada sampel darah atau jaringan pasien untuk mendeteksi DNA filaria. PCR digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan infeksi filaria secara langsung, terutama pada pasien dengan jumlah mikrofilaria rendah atau pada fase pra-paten, di mana

mikrofilaria belum muncul dalam darah.(Lourens and Ferrell, 2019)(Shaukat *et al.*, 2023)

PCR bekerja dengan cara memperbanyak segmen DNA spesifik filaria hingga jumlahnya cukup banyak untuk dideteksi. Pemeriksaan ini menggunakan primer spesifik yang dirancang untuk mengikat urutan DNA tertentu dari parasit filaria, sehingga setiap spesies filaria dapat diidentifikasi secara akurat. (Shaukat *et al.*, 2023)

DAFTAR PUSTAKA

'CDC - DPDx - Lymphatic Filariasis' (2019).

Centers for Disease Control and Prevention (2017) 'CDC - DPDx - Lymphatic Filariasis', *December 14*. Available at: https://www.cdc.gov/dpdx/lymphaticfilariasis/index.html.

Collard, B. C. Y. *et al.* (2005) 'An introduction to markers, quantitative trait loci (QTL) mapping and marker-assisted selection for crop improvement: The basic concepts', *Euphytica*, 142(1–2), pp. 169–196. doi: 10.1007/s10681-005-1681-5.

Dhar, S. and Dey, C. (2023) 'Role of macrophage cell in Lymphatic filariasis', p. 645153.

Ditjen P2P (2022) 'Penguatan Kapasitas Petugas Filariasis Dalam Rangka Peringatan Hari NTD Sedunia 2022', *Kemenkes RI*, p. 4.

Ehrens, A., Hoerauf, A. and Hübner, M. P. (2022) 'Eosinophils in filarial infections: Inducers of protection or pathology?', *Frontiers in Immunology*, 13(October), pp. 1–19. doi: 10.3389/fimmu.2022.983812.

Greenwood, D. *et al.* (2012) *Medical Microbiology:a guide to microbiological infections 18th edition*.

Lourens, G. B. and Ferrell, D. K. (2019) 'Lymphatic Filarias s Lymphatic filariasis Parasite Mosquito Larvae', 54, p. 48824.

Newman, T. E. and Juergens, A. (2023) 'Filariasis - StatPearls - NCBI Bookshelf'. Available at: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK556012/.

Shaukat, A. *et al.* (2023) 'Recent Advances in Diagnosis of Filariasis', *International Journal of Agriculture and Biosciences*, (Zoonosis Volume 2), pp. 45–57. doi: 10.47278/book.zoon/2023.xx.

Shenoy, R. K. (2008) 'Clinical and pathological aspects of filarial lymphedema and its management', *Korean Journal of Parasitology*, 46(3), pp. 119–125. doi: 10.3347/kjp.2008.46.3.119.

Sungpradit, S. and Sanprasert, V. (2020) *Lymphatic filariasis*, *Molecular Advancements in Tropical Diseases Drug Discovery*. Elsevier Inc. doi: 10.1016/B978-0-12-821202-8.00004-9.

WHO (2008) 'Lymphatic filariasis', *Prescrire International*, p. 36. doi: 10.1201/9781420004946.ch8.

WHO (World Health Organization) (2016) Lymphatic Filariasis. Available at http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs102/en/

BAB 9
PARASIT PENYEBAB MALARIA

Oleh Tri Nova Lovena

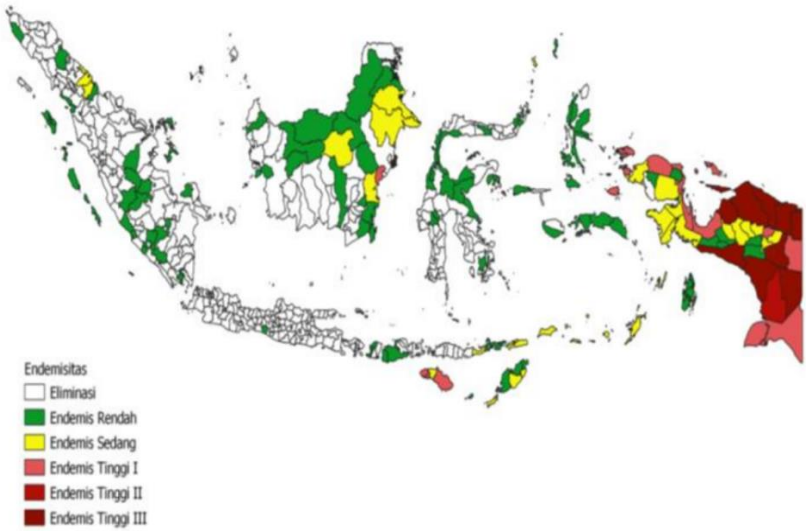
9.1 Pendahuluan

Malaria merupakan penyakit yang dibawa oleh parasit *Plasmodium sp* dengan gejala demam tinggi akut. Penularannya kepada manusia melalui vektor/pembawanya yaitu nyamuk *Anopheles sp* betina yang telah terinfeksi. Penyakit malaria sesungguhnya dapat dicegah dan disembuhkan. Orang-orang yang tidak memiliki kekebalan alamiah beresiko lebih besar terkena penyakit ini, contohnya adalah wisatawan yang berasal dari negara non endemik malaria. Gejala penyakit biasanya tidak muncul 10-15 hari setelah gigitan nyamuk, sehingga mereka tidak menyadari telah terinfeksi. Dokter di negara non endemik malaria mungkin tidak langsung menyadari gejala yang timbul, sehingga terlambatnya diagnosis dan pengobatan mungkin membawa efek yang fatal.

Lebih dari separuh populasi dunia beresiko terpapar malaria. Pada tahun 2022, diperkirakan 249 juta juta orang telah terpapar malaria di 85 negara, dengan perkiraan telah merenggut korban jiwa sebanyak 608.000 orang. Pada beberapa kasus, penderita mungkin menunjukkan gejala yang lebih berat dibanding lainnya, misal pada bayi dan balita, wanita hamil dan pasien HIV/AIDS. Orang-orang yang tinggal di daerah endemik malaria, biasanya mereka

mengembangkan imunitas parsial yang mampu mengurangi resiko infeksi penyakit tersebut dan meminimalkan akibat yang mungkin timbul karena penyakit tersebut. Karena alasan inilah maka banyak kasus kematian yang terjadi akibat malaria di Afrika biasanya menimpa anak-anak muda, namun pada daerah yang imunitasnya rendah semua kelompok umur memiliki resiko yang sama (*WHO Guidelines For Malaria, 20*23).

Di Indonesia malaria masih merupakan ancaman serius terutama terhadap masyarakat dengan sanitasi dan higienitas yang buruk, utamanya yang hidup di daerah terpencil dan jauh dari perkotaan dan minimnya informasi. Pengentasan penyakit malaria termasuk dalam program yang diusung dalam program pemerintah Rencana Pembangunan Jangka Menegah Nasional atau disingkat RPJMN III (2015-2019). Pada RPJMN IV (2020-2024), penyakit malaria masih menjadi prioritas utama karena prevalensi penyebaran dan penularannya yang tergolong masih tinggi. Apabila hal ini tetap dibiarkan tanpa ada penanganan yang baik dari pemerintah, maka dikhawatirkan cepat atau lambat akan mempengaruhi kualitas hidup dan derajat kesehatan masyarakat. Masalah lain yang juga memicu kekhawatiran terkait pengentasan penyakit malaria ini adalah berkurangnya keefektifan klorokuin sebagai *drug of choice*, bahkan menjurus kepada resistensi. Penyebabnya bisa jadi karena pemakaian obat yang tidak rasional dan serampangan. Sejak tahun 2004 dipilihlah ACT sebagai obat pilihan utama untuk malaria falciparum dan disusul kemudian pada tahun 2010 penggunaannya meluas dipakai untuk semua jenis malaria. Pengobatan dengan pola kombinasi ini dipandang memiliki efek terapi yang lebih baik ketimbang menggunakan obat tunggal seperti klorokuin yang dianggap sudah tidak relevan karena resisten.



Gambar 9. 1 Peta Endemis Malaria di Indonesia tahun 2022 (Sumber : Buku saku tata laksana malaria, Kementerian Kesehatan RI, 2023)

Dari peta di atas kita bisa melihat bahwa pulau Jawa dan Bali hampir 100% sudah merupakan daerah eliminasi malaria. Untuk pulau Sumatra masih terdapat daerah endemis rendah dan sedang. Pulau Kalimantan rata-rata endemis rendah dan sedang, tapi terdapat 1 daerah yang merupakan endemis tinggi. Pulau Sulawesi juga masih banyak terdapat daerah endemis rendah, termasuk Maluku dan sekitarnya. Pulau NTT umumnya endemis rendah hingga sedang, kecuali ada satu daerah yang tergolong endemis tinggi. Khusus untuk Papua, hanya satu daerah yang sudah eliminasi malaria, sedangkan selebihnya paling banyak merupakan daerah endemis tinggi dengan sedikit daerah endemis sedang dan rendah.

9.2 Penyebab, Gejala dan Bahaya Malaria

Hingga saat ini dikenal ada 5 (lima) macam spesies *Plasmodium sp* yang menginfeksi manusia yaitu *P. falciparum, P. vivax, P. ovale, P. malariae dan P. knowlesi (International Travel and Health, Chapter 7, Malaria, 2020)*. Klasifikasi penyakit malaria berbeda-beda tergantung pada parasit penyebabnya yaitu :

a. Malaria Tropika (*P. falsifarum*)
b. Malaria Tersiana (*P. vivax*)
c. Malaria Ovale (*P. ovale*)
d. Malaria Kuartana (*P. malariae*)
e. Malaria Knowlesi (*P. knowlesi*).

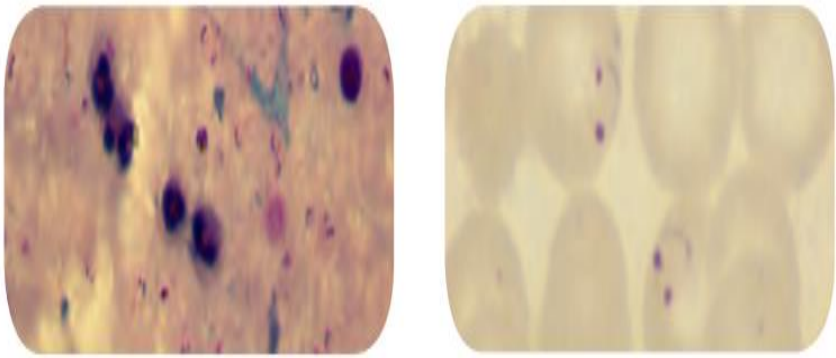
Secara umum demam merupakan gejala utama pada malaria. Demam akut yang sangat tinggi ini juga diikuti rasa dingin/menggigil serta keringat yang sangat banyak. Sakit kepala, mual muntah, diare, pegal-pegal dan nyeri otot merupakan gejala lain yang juga sering dijumpai. Apabila tidak segera ditangani dengan baik dapat berakibat fatal bahkan hingga menyebabkan kematian. Selain potensi penularan terhadap orang lain, malaria juga dapat menyebabkan anemia, keguguran pada wanita hamil mau pun kelahiran bayi prematur dan lahir bayi dengan berat badan yang rendah.

Diagnosa malaria dapat ditegakkan dengan 2 macam tes, yaitu uji mikroskopik cairan darah dan *rapid diagnostic test (RDT).*

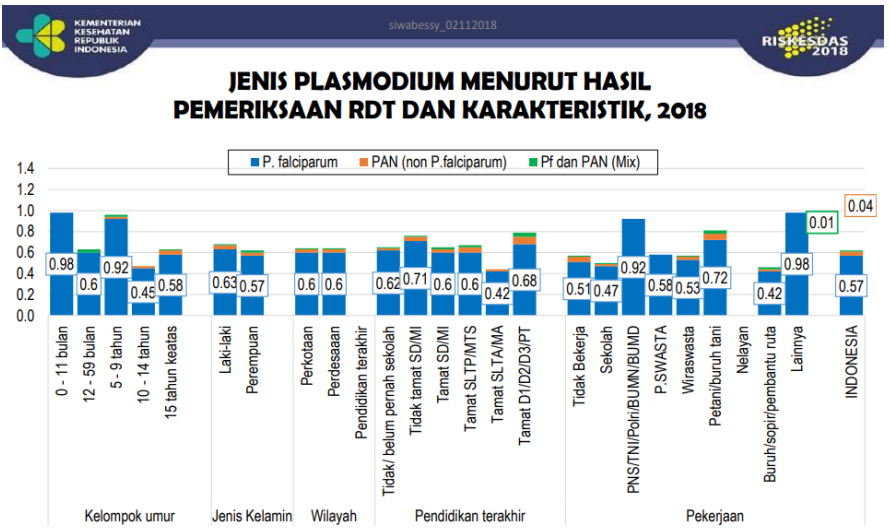
1. Uji mikroskopik merupakan *gold standar* karena sangat efektif dalam menentukan keberadaan parasit malaria melalui pemeriksaan serangkaian tes cairan darah di laboratorium. Pemeriksaan fisik yang bisa dilakukan antara lain suhu tubuh >37,5 ^{0}C, telapak tangan

(konjungtiva) yang pucat, sklera ikterik, limpa dan hati yang membesar.

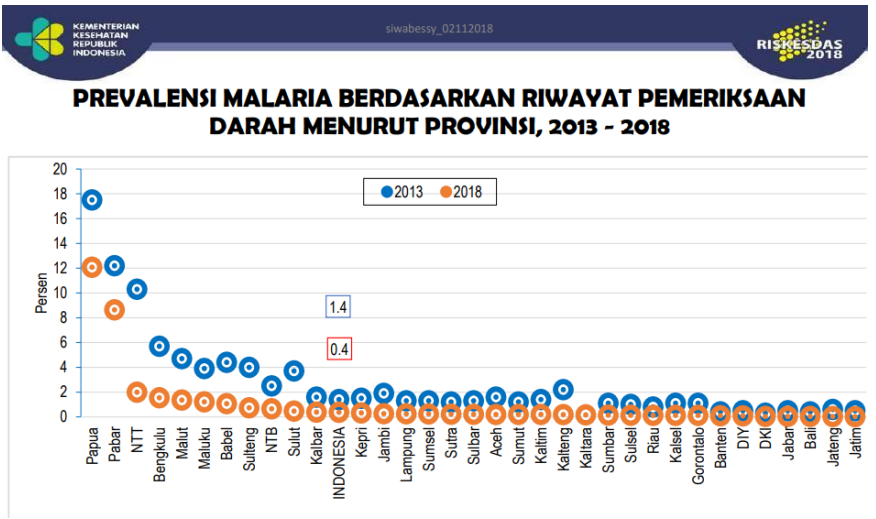
2. Mekanisme uji dengan cara RDT ini merupakan cara cepat karena prinsip kerjanya berdasarkan deteksi antigen parasit malaria (HRP-2,PAN LDH, PAN Aldolase) dengan menggunakan metoda imunokromatografi. Yang perlu diperhatikan sebelum menggunakan RDT adalah membaca cara pakai dan memastikan belum melewati masa *expired date* (ED). Pemeriksaan dengan RDT ini banyak dilakukan pada fasilitas pelayanan kesehatan yang tidak mampu melakukan pemeriksaan secara mikroskopis, pada layanan rutin atau situasi emergency ataupun yang membutuhkan pengobatan cepat. Pemeriksaan dengan RDT tidak digunakan untuk mengevaluasi hasil pengobatan karena antigen malaria masih beredar dalam darah penderita sampai 28 hari.



Gambar 9. 2 Tampilan *P. Falcifarum* dalam Darah (Sumber : *A Practical Handbook, Third Edition, Management of severe Malaria, WHO*)

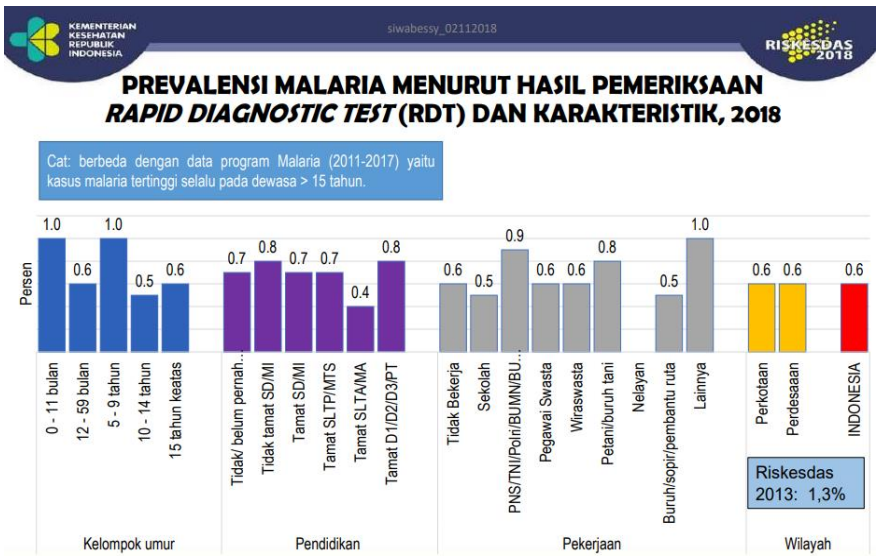


Gambar 9. 3 Jenis *Plasmodium sp* Penyebab Malaria (Sumber : Hasil Utama Riskesdas 2018, Kemenkes RI, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan)



Gambar 9. 4 Prevalensi Malaria 2013-2018 Berdasarkan Riwayat Pemeriksaan Darah (Sumber : Hasil Utama

Riskesdas 2018, Kemenkes RI, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan)



Gambar 9. 5 Prevalensi Malaria 2013-2018 Berdasarkan RDT (Sumber : Hasil Utama Riskesdas 2018, Kemenkes RI, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan)

9.3 Pengobatan dan Pencegahan Malaria

9.3.1 Pengobatan Malaria

Apakah malaria bisa diobati? Tentu saja bisa. Terapi kombinasi dengan artemisin (ACT) adalah obat anti malaria yang paling efektif yang mudah dijumpai dan direkomendasikan secara luas. Kombinasi ACT memiliki 2 aktivitas farmasetika dengan mekanisme kerja yang berbeda, termasuk turunan dari ekstrak artemisin dari tanaman *Artemisia annua* dan obat sejenis. Komponen zat aktif dalam artemisin akan mengurangi jumlah parasit dalam 3 hari pertama pengobatan, sedangkan

obat lainnya akan menghilangkan parasit yang tersisa. Menurut data yang dirilis oleh WHO, kebanyakan kasus malaria yang terjadi benua di Afrika, daerah Asia Timur dan Selatan, Mediterania Timur serta daerah Pasifik Barat disebabkan oleh parasit *P.falcifarum*, sedangkan di benua Amerika *P.vivax* merupakan penyebab yang lebih dominan. Menurut data WHO tersebut, ada 4 negara di sub Sahara Afrika yang memiliki kasus malaria tertinggi yaitu Nigeria, Kongo, Niger dan Tanzania. (*https://www.who.int/publications/i/item/guidelines-for-malaria)*.

Sementara di Indonesia sendiri terdapat 3 daerah terparah endemik malaria yaitu Propinsi Kalimantan Timur (Kabupaten Penajem Paser Utara), NTT (Pulau Sumba) dan wilayah Papua. Salah satu tantangan terbesar dalam upaya pengobatan malaria di Indonesia adalah terjadinya penurunan efikasi beberapa obat anti malaria, bahkan terdapat resistensi terhadap klorokuin. Hal ini dapat disebabkan antara lain penggunaan obat anti malaria yang tidak rasional. Sejak tahun 2004 obat pilihan utama untuk malaria falciparum adalah obat ACT, kemudian pada tahun 2010 penggunaannya meluas dipakai untuk semua jenis malaria. Kombinasi artemisinin dipilih untuk meningkatkan mutu pengobatan malaria yang sudah resisten terhadap klorokuin dimana artemisinin ini mempunyai efek terapeutik yang lebih baik.

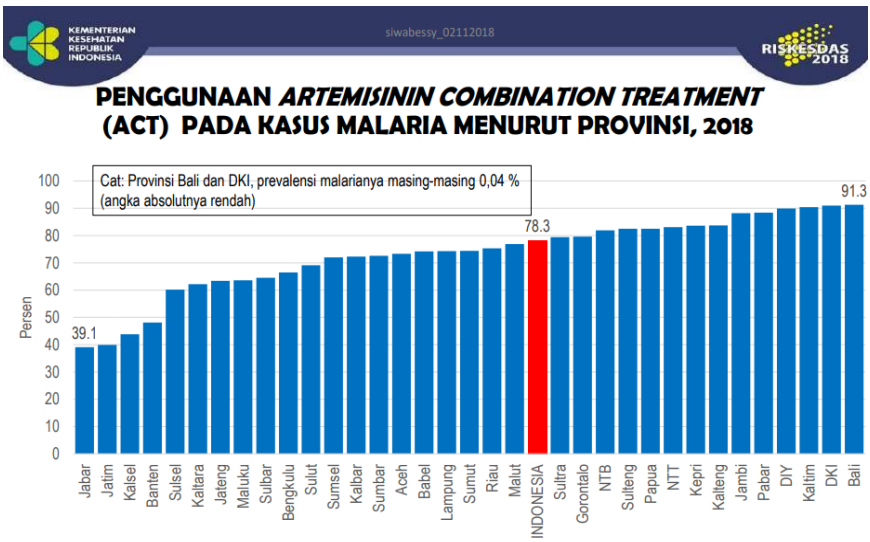
9.3.2 *Artemisin Combination Treatment* (ACT)

Berikut adalah contoh skema pengobatan malaria menurut kementerian kesehatan RI tahun 2018 dengan berbasiskan kepada ACT dan kombinasi golongan artemisinin lainnya ataupun kombinasi dengan

golongan anti malaria lain seperti meflokuin, piperaquin dan amodiaquin.

Nama Obat	Hari ke-1	Hari ke-2	Hari ke-3	Hari ke-n	Hari ke-14
Plasmodium palcifarum					
- ACT	✓	✓	✓		
- Primaquin	✓	.	.		
Plasmodium Vivax					
- ACT	✓	✓	✓		
- Primaquin	✓	✓	✓	✓	✓

Tabel 9. 1 Skema Pengobatan Malaria Secara Umum (Sumber : Laporan Nasional Riskesdas 2018, Kementerian Kesehatan RI, Lembaga Penerbit Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, 2019)



Tabel 9. 2 Penggunaan ACT Pada Kasus Malaria (Sumber : Hasil Utama Riskesdas 2018, Kemenkes RI, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan)

9.3.2 Pencegahan Malaria

Ada beberapa cara yang bisa dilakukan untuk mencegah penularan dan penyebaran malaria. Pemberian hanya obat profilaksis saja tidak direkomendasikan karena sesungguhnya tidak ada satupun obat malaria yang dapat memberikan perlindungan secara utuh dan menyeluruh terhadap malaria. Namun ada beberapa hal yang dapat dilakukan sebagai cara pencegahan infeksi malaria tersebut berdasarkan panduan yang diberikan oleh WHO (*WHO Guidelines, 2023*) yaitu :

a) Mewaspadai resiko penyebaran dan penularan malaria (*Awareness*)
b) Melindungi diri dari gigitan nyamuk (*Bites prevent*)
   Penggunaan kelambu dan kawat/kasa nyamuk merupakan cara yang umum digunakan di masyarakat untuk mencegah gigitan nyamuk
c) Kemoprofilaksis (*Chemoprophylaxis*)
   Kemoprofilaksis artinya pemberian obat-obat anti malaria sebelum bepergian ke daerah endemis malaria. Biasanya diberikan kepada orang yang karena pekerjaan atau situasi darurat mengharuskannya mengunjungi daerah endemis malaria tersebut. Pemberian obat kemoprofilaksis tetaplah mempertimbangkan keamanan dan durasi waktu pengobatan. Mengenai rekomendasi obat pencegahan malaria berbeda-beda serta tidaklah sama di setiap negara tujuan perjalanan, tergantung pada kebijakan di negara tersebut.

d) Diagnosa dan Terapi (*Diagnosis dan treatment*)
Malaria pada wanita hamil dapat meningkatkan risiko kematian, keguguran, bayi lahir dengan berat rendah, atau pun janin meniggal dunia. Oleh karena itu penting bagi wanita hamil untuk menghindari bepergian ke daerah dimana kasus malaria masih dijumpai. Apabila keadaan sangat memaksa sehingga perjalanan ke tempat endemik malaria tetap harus dilakukan, maka penting untuk melakukan tindakan pencegahan sesuai anjuran WHO atau pun kementerian kesehatan RI.

Pada anak-anak, kasus malaria tropika merupakan keadaan yang sangat membahayakan karena dengan cepat dapat berubah menjadi fatal (kematian). Gejala awal biasanya sulit dikenali dan tidak spesifik, namun dalam hitungan jam akan muncul gejala yang lebih kompleks. Hasil cek laboratorium biasanya dapat mengkonfirmasi diagnosis ini sehingga terapi dapat segera dilakukan. Disarankan kepada orang tua yang memiliki bayi dan balita dimana perjalanan ke daerah endemik malaria tidak bisa dihindarkan, maka perlindungan dan pencegahan haruslah dilakukan maksimal misalnya dengan menggunakan kelambu dan obat-obat kemoprofilaksis sesuai anjuran dokter.

Untuk pencegahan (kemoprofilaksis) malaria di Indonesia, ada beberapa poin penting yang harus diingat yaitu :

a. Obat yang digunakan adalah doksisiklin dengan dosis 100 mg/hari
b. Cara pakai obat ini adalah diminum 1 hari sebelum bepergian, selama berada di daerah endemis dan masih diminum sampai 4 minggu setelah kembali

dari bepergian. Jika ditotal lama konsumsi obat ini tidak boleh melebihi dari 12 minggu

c. Obat ini kontraindikasi terhadapa wanita hamil dan anak di bawah umur 8 tahun.

9.3.3 Vaksin Malaria (WHO, 2022)

Pada tahun 2021 WHO merekomendasikan vaksin RTS,S/AS01 (RTS,S) untuk mencegah malaria pada anak-anak yang tinggal di daerah yang merupakan kategori sedang untuk kasus penyebaran malaria akibat *P.falcifarum*. Lebih dari 2 juta anak-anak telah mendapatkan dosis pertama yang disalurkan melalui kerja sama dengan *Malaria Vaccine Implementation Programme* di Ghana, Kenya dan Malawi. Pada oktober 2023, WHO menyalurkan dosis vaksin kedua yang dikenal dengan nama R21/Matrix-M mencapai 2 juta dosis.

Visi WHO ke depannya adalah terciptanya dunia global yang bebas dari malaria. Dengan adanya visi ini berarti setiap negara harus berusaha sekuat tenaga menghilangkan penyakit malaria di daerahnya masing-masing dengan mengimplementasikannya pada usaha pencegahan yang efektif dan efisien, salah satunya adalah dengan cara pemberian vaksin anti malaria. Di negara- negara endemik malaria, situasinya agak sedikit lebih rumit. Usaha untuk menghilangkan penyakit malaria tergantung pada kekutan sistem jaminan kesehatan nasional yang tentu saja dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti sosial, demografi, politik serta realita ekonomi.

DAFTAR PUSTAKA

WHO Guidelines For Malaria, 16 October 2023

Buku Saku Tata Laksana Malaria, Kementerian Kesehatan RI, 2023

International Travel and Health, Chapter 7, Malaria, 2020

A Practical Handbook, Third Edition, Management of severe Malaria, WHO

Hasil Utama Riskesdas 2018, Kemenkes RI, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan

https://www.who.int/publications/i/item/guidelines-for-malaria

Malaria Vaccines,Ppreferred Product Characteristic and Clinical Develpoment Consideration, WHO, 2022

BIODATA PENULIS

Pipin Supenah, S.Si., M.Si.
Dosen Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis
Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas An Nasher

Penulis lahir di Cirebon tanggal 29 Oktober 1977. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi D3 Teknologi Laboratorium Medis, Universitas An Nasher. Menyelesaikan pendidikan S1 Biologi Universitas Jenderal Soedirman pada tahun 2002 dan melanjutkan S2 Ilmu Lingkungan di Universitas Jenderal Soedirman pada tahun 2012 . Saat ini menjalankan tugas sebagai Dosen tetap di Universitas An nasher. Menekuni penelitian di bidang Helmintologi, Protozoologi, Entomologi dan Bakteriologi.

BIODATA PENULIS

Dr.Sumiati Bedah,SKM,SPd,MKM
Dosen Program Studi Teknologi Laboratorium Medis
Fakultas Kesehatan Universitas Mohammad Husni Thamrin

Penulis lahir di Jakarta tanggal 23 November 1973. Menyelesaikan pendidikan D3 Analis Kesehatan (Ahli Madya Analis Kesehatan/AMAK) tahun 1996, menyelesaikan Sarjana Kesehatan Masyarakat (SKM) peminatan Ilmu Pendidikan dan Perilaku tahun 2007, tahun 2010 menyelesaikan Sarjana Pendidikan (SPd) Ekonomi jurusan administrasi perkantoran, tahun 2014 menyelesaikan Magister Kesehatan Masyarakat (MKM) di Prodi IKM peminatan Epidemiologi Kesehatan Lingkungan di FKM Universitas Indonesia tahun dan menyelesaikan program doktoral di Prodi Epidemiologi peminatan Epidemiologi Komunitas di FKM UI tahun 2024.

BIODATA PENULIS

Kumara Rahmawati Zain, S.Pd., M. Biotech.
Dosen Program Studi Teknologi Bank Darah
STIKes Guna Bangsa Yogyakarta

Penulis lahir di Bantul, 4 April 1996. Saat ini penulis tinggal di Gemahan RT 003, Ringinharjo, Kecamatan Bantul, Kabupaten Bantul, Yogyakarta (55712). Pendidikan tinggi ditempuh mulai dari S-1 di Fakultas Pendidikan Biologi Universitas Ahmad Dahlan (lulus 2018) dan dan jenjang S-2 di Program Studi Magister Bioteknologi, Sekolah Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada dengan spesialisasi Biologi Molekuler dan Mikrobiologi (lulus 2021).

Penulis saat ini aktif sebagai tenaga pengajar pada Program Diploma Tiga Program Studi Teknologi Bank Darah, STIKes Guna Bangsa Yogyakarta. Jalin kerja sama dengan penulis via surel kumara.rz@gunabangsa.ac.id dan https://bit.ly/LinkedIn_KumaraRZ.

BIODATA PENULIS

Insani Fitrahulil Jannah, S.K.M., M.Biomed.
Dosen Program Studi Pendidikan Dokter
Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan
Universitas Nusa Cendana

Penulis lahir di Mentokok, Praya, Lombok Tengah, NTB pada 12 Desember 1993. Beliau telah menyelesaikan Pendidikan D-III Analis Kesehatan di Poltekkes Kemenkes Mataram pada tahun 2011-2014. Kemudian menyelesaikan pendidikan Strata satu Kesehatan Masyarakat di Universitas Nusa Tenggara Barat (UNTB) pada tahun 2014-2016 dan Pendidikan Strata dua Magister Biomedik di Universitas Indonesia pada tahun 2018-2020 dengan konsentrasi Parasitologi Kedokteran.

Perjalanan karir dimulai dari menjadi Analis Kesehatan di Puskesmas Sigerongan, di Lombok Barat tahun 2015-2017, pada tahun 2020-2021 di Rumah Sakit Abdul Radjak/Thamrin Jakarta, dan tahun 2021-2022 di Klinik JMC (Jakarta Medical Centre) Jakarta. Selanjutnya pada tahun 2022, Beliau memulai karirnya sebagai seorang dosen di Institut Kesehatan Hermina program studi D-IV Teknologi

Laboratorium Medik sampai Juli 2024. Adapun mata kuliah yang telah diajarkan beliau antara lain yaitu: Helmintologi, Protozoologi, Mikologi, Epidemiologi, Kimia Klinik, Hematologi, Imunohematologi, Toksikologi, Imunserologi, K3 dan Patient safety. Terhitung sejak Agustus 2024 aktif mengajar di Universitas Nusa Cendana Prodi Kedokteran Umum. (Email : sunny_gufron@yahoo.com/085718669737).

BIODATA PENULIS

Suparni, S.Si, M.Kes
Dosen Jurusan Teknologi Laboratorium Medis
Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Medan

Penulis lahir di Tanjung Morawa, Kab Deli Serdang, 25 Agustus 1966. Jenjang Pendidikan S1 Biologi Universitas Medan Area Kota Medan lulus tahun 1998. Pendidikan S2 Magister ilmu Biomedik Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara, lulus tahun 2009. Saat ini menjabat sebagai staf pengajar pada mata kuliah Parasitologi di D3 Teknologi Laboratorium Medis Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Medan.

BIODATA PENULIS

Muhammad Sultanul Aulya, S.Si, M.Kes
Dosen Program Studi D4 Analis Laboratorium Kesehatan
Politeknik Bina Husada Kendari

Penulis lahir di Kendari tanggal 21 September 1988. Tercatat sebagai lulusan S1 Teknologi Laboratorium Kesehatan Universitas Hasanuddin dan Alumnus S2 Prodi Ilmu Biomedik Universitas Hasanuddin. Saat ini menjalankan tugas sebagai Dosen Tetap di Politeknik Bina Husada Kendari. Menekuni Penelitian dibidang Parasitologi, Entomologi Kesehatan dan Kimia Klinik serta mengajar MK Parasitologi, Urinalisa dan cairan tubuh. Email Muhammad.sultanaulya@gmail.com

BIODATA PENULIS

Liza Mutia, SKM, M.Biomed
Dosen Jurusan Teknologi Laboratorium Medis
Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Medan

Penulis lahir di Perbaungan, Kab Serdang Bedagai, 10 September 1980. Jenjang Pendidikan S1 di Fakultas Kesehatan Masyarakat (FKM) Universitas Sumatera Utara, Kota Medan lulus tahun 2008. Pendidikan S2 Magister ilmu Biomedik Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara, lulus tahun 2018. Saat ini menjabat sebagai staf pengajar di D3 Teknologi Laboratorium Medis Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Medan.

BIODATA PENULIS

Dr.dr.Nora Harminarti,M.Biomed,Sp.ParK
Dosen Program Studi Kedokteran
Fakultas Kedokteran Universitas Andalas

Penulis lahir di Pondok Tinggi tanggal 04 agustus 1976. Penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Andalas. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Fakultas Kedokteran Universitas Andalas tahun 2002 dan menjadi staf pengajar tetap di Fakultas Kedokteran Universitas Andalas tahun 2002. Melanjutkan pendidikan S2 pada Program Studi Magister Ilmu Biomedik Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia tahun 2004-2007 dengan judul tesis Hubungan Infeksi Cacing Usus dan atopi pada anak sekolah dasar di daerah Endemis cacingan. Melanjutkan pendidikan Spesialis Parasitologi Klinik pada 2014-2017 di Program Studi Pendidikan Dokter Spesialis Parasitologi Klinik FKUI dengan judul tesis profil Klinis dan laboratorium kasus uveitis di RSCM : Analisis deteksi IgG anti Toxoplasma pada cairan mata. Pendidikan S3 dilanjutkan pada Program Studi Doktor Ilmu Biomedik FKUI 2020-2024 dengan judul disertasi Analisis penanda genetik *Toxoplasma gondii* pada sampel cairan serebrospinal penderita tersangka toxoplasma

ensefalitis dengan HIV/AIDS. Mulai dari tahun 2002 sampai sekarang menjadi tenaga pendidik pada Fakultas kedokteran Universitas Andalas. Mengampu beberapa Mata Kuliah yang terkait dengan Parasitologi dan Imunoparasitologi. Riset yang dilakukan fokus dalam bidang Parasitologi.

BIODATA PENULIS

apt. Tri Nova Lovena, S.Farm.,M.Si
Dosen Program Studi Farmasi
Fakultas MIPA dan Kesehatan
Universitas Muhammadiyah Riau

Penulis lahir di Air Tiris pada tanggal 04 November 1989. Saat ini penulis adalah dosen tetap pada Program Studi Farmasi Fakultas MIPA dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Riau. Menyelesaikan pendidikan S1 farmasi pada fakultas farmasi Universitas Sumatera Utara pada tahun 2015. Pendidikan profesi apoteker dan S2 farmasi juga diselesaikan di Universitas Sumatera Utara pada tahun 2016 dan 2018.