

BUKU AJAR MIKROBIOLOGI DAN PARASITOLOGI

Harmoko, M.Pd.

Nadya Treessha Wulansari, S.Pd., M.Si.

Basuki Rachmad, S.K.M., S.ST., M.Bmd., M.Si.

Adi Irma, S.Si., M.Si.

dr. Robertus Suryo Seto, S.Pd., Onk.

Misnariah, S.Si., M.Kes.

Seftiwan Pratama Djasfar, S.Si., M.Si.

Dodik Luthfianto, S.Pd., M.Si.

Zahara Fadilla, S.Si., M.Si.

BUKU AJAR MIKROBIOLOGI DAN PARASITOLOGI



UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4

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

Pembatasan Pelindungan Pasal 26

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

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

Sanksi Pelanggaran Pasal 113

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

BUKU AJAR MIKROBIOLOGI DAN PARASITOLOGI

Harmoko, M.Pd.
Nadya Treesna Wulansari, S.Pd., M.Si.
Basuki Rachmad, S.K.M., S.ST., M.Bmd., M.Si.
Ade Irma, S.Si., M.Si.
dr. Robertus Furyo Seto, Sp.Rad. Onk.
Misnarah, S.Si., M.Kes.
Seftiwan Pratami Djasfar, S.Si., M.Si.
Dodik Luthfianto, S.Pd., M.Si.
Zahara Fadilla, S.Si., M.Si.



BUKU AJAR MIKROBIOLOGI DAN PARASITOLOGI

Oleh: **Harmoko, Nadya Treesna Wulansari,
Basuki Rachmad, Ade Irma, Robertus Suryo Seto,
Misnarliah, Seftiwan Pratami Djasfar,
Dodik Luthfianto, Zahara Fadilla**

Copyright © 2022, Harmoko, dkk

Diterbitkan pertama kali dalam bahasa Indonesia
Oleh Penerbit CV. Feniks Muda Sejahtera,
Anggota IKAPI NO. 007/SUL-TENG/2022

Desain Sampul: August Leonardo

Tata Letak: August Leonardo

Terbit Pertama (PDF): Juni, 2022

Hak cipta dilindungi undang-undang.
Dilarang memperbanyak atau menyalin sebagian
atau seluruh isi buku ini tanpa izin tertulis dari penerbit

Isi di luar tanggung jawab Percetakan

ISBN No. 978-623-5403-13-7 (PDF)

KATA PENGANTAR

Puji Syukur alhamdulillah kita panjatkan kehadiran Allah Swt, yang telah memberikan karunia sehingga buku ini dapat selesai.

Buku ini disusun sebagai referensi mata kuliah Mikrobiologi dan Parasitologi sehingga dapat digunakan baik oleh tenaga pengajar maupun mahasiswa, serta para pembaca umumnya untuk menambah wawasan berpikir dan ilmu yang berkenaan dengan makrobiologi dan parasitologi. Buku ini merupakan rangkuman berbagai kepustakaan yang berhubungan dengan mikrobiologi–parasitologi dan disusun untuk membantu para mahasiswa kesehatan program studi Keperawatan, Kebidanan, Analis Kesehatan dalam mengikuti mata kuliah biomedik, biologi dasar dan biologi perkembangan serta komunitas kesehatan lainnya yang terkait dalam rangka memperoleh pengertian dasar tentang aktifitas mikroorganismenya, sehingga wawasan semakin luas.

Ada ujaran tiada gading yang tak retak tentu saja juga berlaku terhadap buku ini yang masih jauh dari kesempurnaan. Saran yang membangun sangat kami harapkan. Salam literasi

Para Penulis



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
BAB I PENGANTAR MIKROBIOLOGI	
A. Tujuan Pembelajaran	1
B. Materi	1
1. Pengertian Mikrobiologi	1
2. Sejarah Penemuan Mikroorganismen	1
3. Struktur dan Ukuran Mikroorganismen	3
4. Pertumbuhan Mikroorganismen	6
5. Pengamatan Mikroorganismen	7
6. Mikroorganismen Bagi Kehidupan Manusia	7
C. Rangkuman	9
D. Tugas	9
E. Referensi	10
F. Gloarium	10
G. Indeks	10
BAB II PENGANTAR PARASITOLOGI	
A. Tujuan Pembelajaran	11
B. Materi	11
1. Pengantar Parasitologi	11
2. Hubungan antara Parasit dan Host	11
3. Pengaruh Parasit Pada Host	13
4. Cara Penularan Parasit	14
5. Konsep Dasar Parasitologi	16
6. Klasifikasi Parasitologi	18
C. Rangkuman	20
D. Tugas	20
E. Referensi	21
F. Gloarium	22
G. Indeks	23
BAB III NEMATODA	
A. Tujuan Pembelajaran	27
B. Materi	27
1. Pendahuluan	27

2. Nematoda Usus	29
3. Nematoda Darah dan Jaringan.....	51
C. Tugas	65
D. Referensi	70
E. Glosarium.....	71
F. Indeks	71
BAB IV CESTODA	
A. Tujuan Pembelajaran	72
B. Materi.....	72
1. Cacing Pita Daging	72
2. Cacing Pita Ikan	82
3. Cacing Pita Tikus	87
C. Rangkuman	91
D. Tugas	92
E. Referensi	95
F. Glosarium	95
G. Indeks	96
BAB V TREMATODA	
A. Tujuan Pembelajaran	97
B. Materi.....	97
1. Pendahuluan	97
2. Klasifikasi Trematoda	97
3. Morfologi Trematoda	98
4. Siklus Hidup Trematoda	99
5. <i>Fasciola hepatica</i>	100
6. <i>Paragonimus westermani</i>	102
7. <i>Fasciolopsis buski</i>	105
8. <i>Echinostomaatodae</i>	107
9. <i>Schistosoma</i>	110
C. Referensi	112
BAB VI VIROLOGI	
A. Tujuan Pembelajaran	113
B. Pembahasan	113
1. Ciri dan Patogenesis Virus	113
2. Siklus Hidup Virus	119
3. Cara Perkembangbiakan Virus	122
4. Cara Penularan virus	126

C. Rangkuman	127
D. Tugas Mandiri	128
E. Referensi	128
BAB VII MIKOLOGI	
A. Tujuan Pembelajaran	130
B. Penjelasan Materi	130
1. Definisi Mikologi	130
2. Morfologi dan Anatomi Jamur	131
3. Siklus Hidup Jamur	136
4. Perkembangbiakan Jamur	140
5. Cara Penularan Jamur	142
C. Rangkuman	148
D. Tugas	149
E. Referensi	150
F. Glosarium	150
G. Indeks	152
BAB VIII BAKTERIOLOGI	
A. Tujuan Pembelajaran	153
B. Materi	153
1. Siklus Hidup Bakteri	153
2. Perkembangbiakan Bakteri	156
3. Penularan Bakteri	162
C. Rangkuman	164
D. Tugas	165
E. Referensi	168
F. Glosarium	168
BAB IX PROTOZOOLOGI	
A. Tujuan Pembelajaran	171
B. Materi	171
1. Sarcodina/Amoeba	171
2. Cilliata	176
3. Flagellata	179
4. Sporozoa	185
C. Rangkuman	194
D. Tugas	195
E. Referensi	196
F. Glosarium	197

G. Indeks 199
PARA PENULIS 200





BAB I

PENGANTAR MIKROBIOLOGI

Harmoko, M.Pd.

A. Tujuan pembelajaran

Mahasiswa mampu memahami pengertian mikrobiologi, sejarah penemuan mikroorganisme, struktur dan ukuran mikroorganisme, pertumbuhan mikroorganisme, pengamatan mikroorganisme dan kaitan mikroorganisme bagi kehidupan manusia.

B. Materi

1. Pengertian Mikrobiologi

Mikrobiologi didefinisikan sebagai ilmu atau studi tentang organisme mikroskopis, yaitu organisme yang terlalu kecil untuk diamati dengan mata telanjang (dari istilah **Yunani**, yaitu: mikro = kecil, bio = kehidupan, dan logos = wacana atau studi). Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI) bahwa mikrobiologi adalah ilmu tentang seluk-beluk mikrob (bakteri, virus, protozoa, dan sebagainya) secara umum baik yang bersifat parasit maupun yang penting bagi industri, pertanian, kesehatan, dan sebagainya. Mikrobiologi merupakan cabang dari ilmu biologi yang khusus mempelajari mengenai mikroorganisme. Dalam kajian mikrobiologi akan dipelajari berkaitan dengan struktur morfologi, anatomi, fisiologi, metabolisme, faktor lingkungan dan perannya dalam kehidupan di muka bumi. Namun saat ini mikrobiologi mengalami perkembangan yang cukup signifikan terbagi menjadi beberapa bidang ilmu lain misalnya: virologi, bakteriologi, mikologi, protozoology, fikologi, parasitology, mikrobiologi pangan, mikrobiologi tanah, dan mikrobiologi industri. Ilmu tersebut mempelajari mikroorganisme secara spesifik, rinci, dan menurut pemanfaatannya. Namun di beberapa perguruan tinggi di Indonesia belum banyak diterapkan, dan masih menggunakan matakuliah Mikrobiologi.

2. Sejarah penemuan mikroorganisme

Meskipun manusia telah berinteraksi dengan mikroorganisme selama ribuan tahun, mikroorganisme tidak dapat terlihat tanpa bantuan mikroskop, jadi tidak ada yang tahu mereka ada di sana. Mikroorganisme hidup pertama kali diamati sekitar 340 tahun yang lalu (1674-1676), tetapi signifikansi mereka tidak dihargai sampai hampir 200 tahun kemudian. Saat ini mikrobiologi diakui sebagai subjek yang sangat penting karena mikroorganisme sangat penting

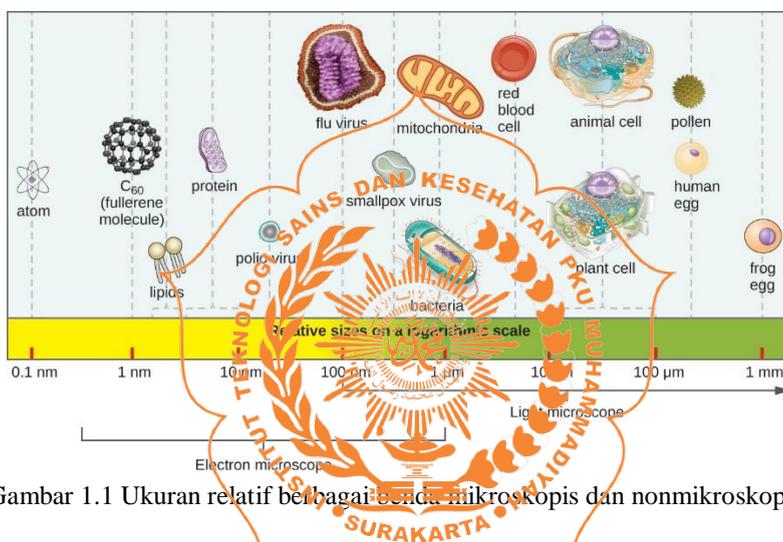
untuk kelangsungan hidup kita, namun kita baru mulai sepenuhnya menghargai peran kompleks yang mereka mainkan.

Berikut adalah beberapa penemuan paling signifikan dalam sejarah mikrobiologi:

- a. **Girolamo Fracastoro (1530)** mengusulkan bahwa penyakit epidemi disebabkan oleh partikel kecil yang dapat dipindahkan atau "spora" yang dapat menularkan infeksi melalui kontak langsung atau tidak langsung.
- b. **Robert Hooke (1665)** menerbitkan *Micrographia*, sebuah buku yang menjelaskan pengamatan yang dilakukan dengan mikroskop dan teleskop. Hooke juga menciptakan istilah sel untuk menggambarkan organisme biologis.
- c. **Antonie van Leeuwenhoek (1676)** mengamati air dari dekat dan terkejut melihat organisme kecil - bakteri pertama yang diamati oleh manusia.
- d. **1768 - Lazzaro Spallanzani** mengusulkan agar mikroba bergerak di udara dan mereka dapat dibunuh melalui perebusan yang membuka jalan untuk penelitian oleh Louis Pasteur.
- e. **Nicholas Appert (1810)** menemukan bahwa bakteri tidak dapat tumbuh dalam makanan dalam kaleng kedap udara. Metode pengawetannya menjadi populer dikenal sebagai *appertisasi* dan kemudian sebagai pengalengan.
- f. **Agostino Bassi (1835)** membuat generalisasi penting bahwa banyak penyakit pada tumbuhan, hewan, dan manusia disebabkan oleh parasit hewan atau tumbuhan.
- g. **Louis Pasteur (1861)** memperkenalkan istilah aerobik dan anaerobik dalam menggambarkan pertumbuhan ragi dengan mengorbankan gula dengan ada atau tidak adanya oksigen.
- h. **Robert Koch (1876)** menemukan bakteri penyebab antraks dan di tahun 1876 meluncurkan bidang bakteriologi medis.
- i. **Hans Christian J. Gram (1884)** mengembangkan sistem pewarna untuk mengidentifikasi bakteri [pewarnaan Gram]. Bakteri yang mempertahankan pewarna ungu diklasifikasikan sebagai gram positif.
- j. **Alexander Fleming (1929)** menerbitkan makalah pertama yang menjelaskan penisilin dan pengaruhnya terhadap mikroorganisme gram positif.

3. Struktur dan ukuran mikroorganisme

Kebanyakan mikroba adalah uniseluler dan cukup kecil sehingga memerlukan pembesaran buatan untuk dapat dilihat. Namun, ada beberapa mikroba uniseluler yang terlihat dengan mata telanjang, dan beberapa organisme multiseluler yang mikroskopis. Sebuah objek harus berukuran sekitar 100 mikrometer (μm) agar terlihat tanpa mikroskop, tetapi kebanyakan mikroorganisme berkali-kali lebih kecil dari itu. Untuk beberapa perspektif, pertimbangkan bahwa sel hewan khas berukuran kira-kira 10 μm tetapi masih mikroskopis. Sel bakteri biasanya sekitar 1 μm , dan virus bisa 10 kali lebih kecil dari bakteri (Gambar 1).



Gambar 1.1 Ukuran relatif berbagai benda mikroskopis dan nonmikroskopis.

Perhatikan bahwa virus tipikal berukuran sekitar 100 nm, 10 kali lebih kecil dari bakteri tipikal ($\sim 1 \mu\text{m}$), yang setidaknya 10 kali lebih kecil dari sel tumbuhan atau hewan tipikal ($\sim 10\text{--}100 \mu\text{m}$). Sebuah objek harus berukuran sekitar 100 μm agar terlihat tanpa mikroskop. Mikroorganisme berbeda satu sama lain tidak hanya dalam ukuran, tetapi juga dalam struktur, habitat, metabolisme, dan banyak karakteristik lainnya. Sementara kita biasanya menganggap mikroorganisme sebagai uniseluler, ada juga banyak organisme multiseluler yang terlalu kecil untuk dilihat tanpa mikroskop. Beberapa mikroba, seperti virus, bahkan aseluler (tidak terdiri dari sel).

Mikroorganisme ditemukan di masing-masing dari tiga domain kehidupan: Archaea, Bakteri, dan Eukarya. Mikroba dalam domain Bakteri dan Archaea semuanya adalah prokariota (sel mereka tidak memiliki nukleus),

sedangkan mikroba dalam domain Eukarya adalah eukariota (sel mereka memiliki nukleus). Beberapa mikroorganisme, seperti virus, tidak termasuk dalam salah satu dari tiga domain kehidupan. Secara umum mikroorganisme terbagi menjadi 2, yaitu prokariotik dan Eukariotik.

Mikroorganisme Prokariotik, Bakteri ditemukan di hampir setiap habitat di bumi, termasuk di dalam dan di manusia. Kebanyakan bakteri tidak berbahaya atau membantu, tetapi beberapa adalah patogen, menyebabkan penyakit pada manusia dan hewan lainnya. Bakteri adalah prokariotik karena materi genetiknya (DNA) tidak ditempatkan di dalam nukleus sejati. Sebagian besar bakteri memiliki dinding sel yang mengandung peptidoglikan.

Mikroorganisme Eukariotik, Domain Eukarya berisi semua eukariota, termasuk eukariota uni atau multiseluler seperti protista, jamur, tumbuhan, dan hewan. Karakteristik utama eukariota yang menentukan adalah bahwa selnya mengandung nukleus. Untuk memperjelas ke dua jenis di atas, bisa dilihat perbedaan keduanya pada tabel 1 berikut:

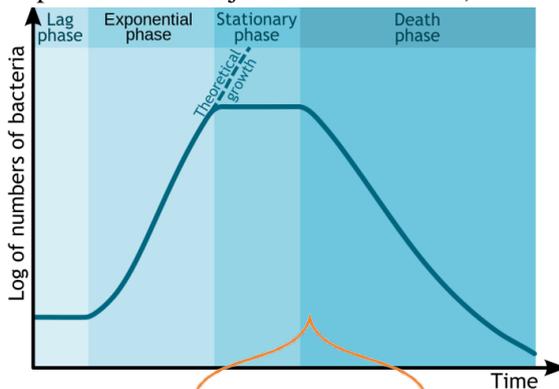
Tabel 1.1 Perbedaan Antara Sel Prokariotik Dan Eukariotik

No	Pembeda	Prokariotik	Eukariotik
1	Definisi	Sel prokariotik tidak memiliki nukleus dan organel yang terikat membran	Sel eukariotik memiliki organel yang terikat membran termasuk nukleus
2	Ukuran sel	Sel-sel ini biasanya berdiameter 0,2 hingga 2 m	Sel-sel ini biasanya berdiameter 10 hingga 100 m.
3	Inti	Sel prokariotik tidak memiliki nukleus sejati, tidak ada membran nukleus atau nukleolus.	Sel eukariotik terdiri dari nukleus sejati dengan membran nukleus dan nukleolus.
4	DNA	Terdiri Dari Rangkaian Tunggal, Molekul DNA Sirkular Dalam Nukleoli	terdiri dari banyak kromosom linier dalam nukleus. Mereka mengandung Histon, dan

			ekson.
5	Organel terikat membran	tidak memiliki organel yang terikat membran.	Organel terikat membran seperti mitokondria, kloroplas, RE dan vesikel hadir.
6	Flagela	Flagela terdiri dari dua protein.	Beberapa sel tanpa dinding sel mengandung flagela.
7	Glikokaliks	Glikokaliks bertindak sebagai kapsul.	Beberapa sel eukariotik yang tidak memiliki dinding sel memiliki glikokaliks.
8	Dinding sel	Sel prokariotik sebagian besar terdiri dari peptidoglikan. Mereka secara kimiawi kompleks.	Sel eukariotik terdiri dari selulosa, kitin dan pektin. Sel prokariotik secara kimiawi sederhana.
9	Membran plasma	Karbohidrat dan sterol tidak ditemukan dalam membran plasma.	Karbohidrat dan sterol berfungsi sebagai reseptor pada membran plasma.
10	sitoplasma	Sel prokariotik adalah sitoskeleton primitif tanpa aliran sitoplasma.	Sel eukariotik memiliki sitoskeleton kompleks dengan aliran sitoplasma
11	Pembelahan sel	Pembelahan sel terjadi melalui pembelahan biner.	Pembelahan sel terjadi melalui mitosis.
12	Reproduksi seksual	Tidak ada reproduksi seksual, transfer gen horizontal dan rekombinasi dapat diamati.	Reproduksi seksual terjadi melalui meiosis.
13	Contoh	Bakteri dan archaea	Protista, jamur, tumbuhan dan hewan

4. Pertumbuhan mikroorganisme

Kultur laboratorium mikroba biasanya melewati 4 fase pertumbuhan berurutan yang berbeda yang membentuk: kurva pertumbuhan bakteri standar: (Tidak semua fase pertumbuhan terjadi di semua kultur).



Gambar 1.2 Kurva Pertumbuhan Mikroorganisme

- a. Lag Phase (Fase Pertumbuhan Lambat). Pada fase lag, jumlah sel tidak bertambah. Namun, aktivitas metabolisme yang cukup besar terjadi saat sel bersiap untuk tumbuh. Fase ini mungkin tidak terjadi, jika sel yang digunakan untuk mengkulturasi kultur baru berada dalam fase log & kondisi yang disediakan sama).
- b. Exponential phase (fase loga atau eksponensial): pada fase ini jumlah sel meningkat secara eksponensial; selama setiap waktu generasi, jumlah sel dalam populasi meningkat dengan faktor dua). Jumlah mikroba dalam populasi yang meningkat secara eksponensial pada awalnya meningkat perlahan, kemudian menjadi sangat cepat. Organisme dalam tabung media kultur dapat mempertahankan pertumbuhan log hanya untuk waktu yang terbatas, karena nutrisi habis, limbah metabolik menumpuk, mikroorganisme kekurangan oksigen.
- c. Stationary Phase (Fase diam/tetap): pada fase ini Jumlah sel tidak bertambah, tetapi perubahan sel terjadi: sel menjadi lebih kecil dan mensintesis komponen untuk membantu mereka bertahan hidup lebih lama tanpa tumbuh (beberapa bahkan dapat menghasilkan endospora); sinyal untuk memasuki fase ini mungkin ada hubungannya dengan kepadatan penduduk (akumulasi produk sampingan metabolisme, penipisan nutrisi, oksigen, kondisi lingkungan dan lain sebagainya).

- d. Death Phase (Fase Kematian): Pada fase ini, sel-sel mulai mati. Kematian terjadi secara eksponensial, tetapi pada tingkat yang rendah. Kematian terjadi karena sel telah kehabisan cadangan ATP intraseluler. Tidak semua sel harus mati selama fase ini.

Mikroorganisme dalam pertumbuhannya dipengaruhi oleh beberapa factor, diantaranya factor fisik (pH, suhu, kelembaban, tekanan hidrostatik, tonisitas dan radiasi), kebutuhan oksigen dan nutrisi (karbon, nitrogen, sulfur, fosfor, vitamin dan unsur lainnya).

5. Pengamatan mikroorganisme

Antonie van Leeuwenhoek, seorang pedagang dari Belanda adalah satu di antara orang-orang pertama yang mengamati mikroorganisme dengan lensa pembesar. Sejak tahun 1673, Leeuwenhoek menulis surat-surat yang menggambarkan makhluk-makhluk kecil yang disebutnya sebagai animalcule ke Royal Society of London. Melalui mikroskop sederhananya yang terdiri dari 1 lensa, Leeuwenhoek mengirimkan gambar-gambar animalcule dalam air hujan, larutan peppercorn dan korekan dari gigi. Pada saat yang hampir bersamaan Robert Hooke, seorang Inggris, menggunakan mikroskop untuk mengamati tutup botol yang terbuat dari dinding sel tumbuhan yang sudah mati. Hooke menyebut pori-pori di antara dinding sel tersebut sebagai kotak kecil atau sel. Penemuannya tentang struktur tutup botol pada tahun 1665 tersebut adalah awal dari teori sel. Antara tahun 1838-1839, dua orang ilmuwan berkebangsaan Jerman, yaitu ahli botani Matthias Schleiden dan ahli zoologi Theodor Schwann telah mengumpulkan banyak informasi tentang sel-sel pada makhluk hidup. Hasil penelitian mereka menyimpulkan bahwa semua benda hidup terdiri dari sel-sel. Penelitian-penelitian tentang struktur dan fungsi sel selanjutnya selalu berdasar pada teori ini yang merupakan titik tolak penting bagi biologi modern.

6. Mikroorganisme bagi kehidupan manusia

Mikroorganisme adalah struktur uniseluler kecil. Bakteri, virus, dan jamur termasuk dalam kategori ini. Mereka memiliki kemampuan untuk mereproduksi diri mereka sendiri dengan bantuan pembelahan sel sederhana. Sel tunggal mikroorganisme mengandung materi genetik lengkap dan materi genetik ini ditransfer ke sel generasi berikutnya. Mereka bisa bertambah jumlahnya tetapi mereka tidak bisa bertambah besar. Mereka memiliki dampak

besar pada kehidupan manusia dan digunakan untuk berbagai tujuan dalam bioteknologi

Makanan: Produksi banyak makanan dimungkinkan dengan bantuan mikroorganisme. Misalnya makanan seperti roti, bir dan keju diproduksi dengan bantuan ragi. Demikian pula bakteri terlibat dalam produksi mentega, yogurt, berbagai jenis cokelat, kopi, dan makanan lain dalam kehidupan sehari-hari.

Kedokteran: Sangat sulit untuk memecahkan kode genom manusia jika ada kelainan yang terjadi di dalamnya karena manusia adalah organisme eukariotik. Itu berarti tubuh mereka terdiri dari berbagai jenis sel dan mereka semua berdiferensiasi menjadi jaringan dan organ yang berbeda. Mikroorganisme telah memungkinkan untuk membuat obat-obatan yang ketika masuk ke dalam tubuh, menargetkan gen yang rusak dan membuat perubahan yang sehat di dalamnya dan mereka menjadi berfungsi kembali. Ada contoh umum insulin manusia. Insulin adalah antibiotik yang diresepkan untuk pasien diabetes. Sekarang dimungkinkan untuk mensintesis insulin dalam mikroorganisme seperti bakteri dan ragi. Mikroorganisme ini dimasukkan ke dalam tubuh dalam bentuk vektor dan menyembuhkan gen yang cacat. Karena ketersediaan mikroorganisme di lingkungan para ilmuwan telah memanfaatkannya untuk membuat banyak obat-obatan dan juga menggunakannya untuk pengiriman obat.

Kesehatan: Orang akan terkejut jika mengetahui bahwa tubuh mereka mengandung mikroorganisme sepuluh kali lebih banyak daripada sel-sel tubuh. Mikroorganisme ini berguna bagi tubuh dan melakukan berbagai fungsi yang berguna, misalnya E.coli (spesies bakteri) berada di usus dan melepaskan komponen-komponen tersebut yang membantu pencernaan makanan. Jika mikroorganisme membantu dalam melakukan fungsi tubuh yang berbeda maka mereka juga mengambil sesuatu dari tubuh yaitu mereka mengambil nutrisi dari tubuh. Salah satu tujuan bakteri dalam tubuh adalah untuk melawan bakteri berbahaya yang dapat menyebabkan penyakit. Misalnya ada juga bakteri di usus yang membantu mensintesis vitamin seperti biotin, vitamin K dan asam folat.

Bioteknologi: Bioteknologi merupakan salah satu bidang yang paling banyak memanfaatkan mikroorganisme. Dengan menggunakan teknik bioteknologi, para ilmuwan telah berhasil mengembangkan insulin manusia, hormon pertumbuhan, dan komponen tubuh lainnya yang berguna. Proses bioteknologi menggunakan mikroorganisme untuk penghantaran obat berupa vektor dan plasmid. Mikroorganisme telah memberikan banyak manfaat bagi

pertanian karena mereka bertanggung jawab untuk meningkatkan kesuburan tanah. Karena ini, produksi tanaman meningkat dan ekonomi menjadi kuat.

Ekologi: Bakteri yang ada di lingkungan bertanggung jawab untuk mendaur ulang limbah dan menghasilkan sumber energi seperti karbon dan nitrogen. Tumbuhan menggunakan karbon dioksida selama proses fotosintesis. Lebih banyak konsumsi karbon dioksida akan menyebabkan lebih banyak produksi makanan. Beberapa bakteri juga membantu membersihkan lingkungan dengan mencerna polutan dan sebagai hasilnya mereka melepaskan nutrisi yang ramah lingkungan.

C. Rangkuman

Mikrobiologi merupakan cabang ilmu biologi yang mempelajari mengenai mikroorganisme dan dalam pengamatannya diperlukan alat bantu, karena mikroorganisme memiliki ukuran yang kecil dan tidak nampak oleh mata. Sejarah penemuan mikroorganisme sudah diketahui sejak lama, dan mulai berkembang sejak ditemukannya mikroskop. Secara umum mikroorganisme terbagi menjadi 2 sel yaitu prokariotik dan eukariotik, dan virus tidak ke dalam dua jenis tersebut. Virus dianggap sebagai parasit obligat yang hidup pada sel inangnya. Ukuran mikroorganisme beranekaragaman dan memiliki berbagai macam bentuk. Secara umum pertumbuhan mikroorganisme memiliki 4 fase, yaitu fase adaptasi, fase pertumbuhan cepat, fase tetap/statis dan fase kematian. Pengamatan mikroorganisme tidak bisa dilakukan dengan mata telanjang dan diperlukan alat bantu berupa mikroskop. Untuk pengamatan lebih detail biasanya mikroorganisme akan dilakukan pewarnaan. Peran mikroorganisme bagi manusia cukup banyak sekali, baik di bidang makanan, kedokteran, kesehatan, bioteknologi dan ekologi.

D. Tugas

Untuk memperdalam pemahaman mengenai materi ini, coba kerjakan soal-soal berikut!

1. Carilah temuan-temuan baru dari berbagai bidang khususnya dalam lingkup kajian mikrobiologi!
2. Kajilah berbagai cara untuk mempermudah pengamatan pada mikroorganisme!
3. Carilah informasi berkaitan dengan ukuran dari virus covid-19 dan gambarkan strukturnya dari virus tersebut

E. Referensi

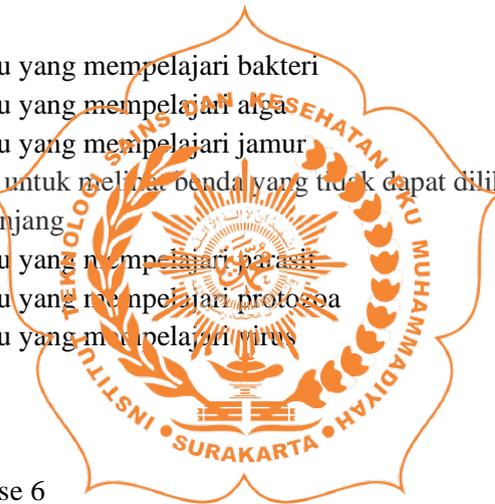
- Hafsan. 2011. *Mikrobiologi Umum*. Makassar: Alauddin University Press.
- Kustyawati, E.M. 2020. *Mikrobiologi Hasil Pertanian*. Lampung: Pusaka Media.
- Pelczar, M. J. and Chan, E. C. S., 1988. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Depok: Universitas Indonesia.
- Prayitno, A.T dan Hidayati, N. 2017. *Pengantar Mikrobiologi*. Malang: MNC Publishing.
- Putri, H.M., Sukini, dan Yodong. 2017. *Mikrobiologi Keperawatan Gigi*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Suryani Y dan Taupiqurrahman, O. 2021. *Mikrobiologi Dasar*. Bandung: LP2M UIN Sunan Gunung Djati Bandung.

F. Glosarium

- Bakteriologi : ilmu yang mempelajari bakteri
- Fikologi : ilmu yang mempelajari alga
- Mikologi : ilmu yang mempelajari jamur
- Mikroskop : alat untuk melihat benda yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang
- Parasitology : ilmu yang mempelajari parasit
- Protozoology : ilmu yang mempelajari protozoa
- Virologi : ilmu yang mempelajari virus

G. Indeks

- Lag phase 6
- Exponential phase 6
- Death Phase 7
- Stationary Phase 7
- Mikroskop 1,2,3,4, 7, 10
- Gram 2, 3
- Prokariotik 4, 5, 8, 10
- Eukariotik 4, 5, 8, 10



BAB II

PENGANTAR PARASITOLOGI

Nadya Treesna Wulansari, S.Pd., M.Si.

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, mahasiswa diharapkan mampu memahami tentang pengantar parasitologi.

B. Materi

1. Pengantar Parasitologi

Kehidupan manusia selalu berkaitan dengan adanya salah satu organisme yang dikenal dengan parasit. Parasit sangat erat kaitannya dengan keberlangsungan kesehatan manusia. Parasitologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang kehidupan organisme yang hidup pada organisme lain baik secara sementara maupun selamanya dengan cara mengambil nutrisi dari organisme yang ditumpanginya. Pada bab ini akan dibahas mengenai hubungan antara parasit dan host, pengartian parasit pada host, cara penularan parasit, konsep dasar parasitologi dan klasifikasi parasitologi.

2. Hubungan antara Parasit Dan Host

Parasit merupakan salah satu organisme yang kehidupannya menumpang dan memperoleh nutrisi bergantung pada organisme lain (inang/host). Namun parasit tidak memberikan keuntungan bagi inang yang ditempatinya. Host (inang) merupakan organisme yang ukurannya relatif lebih besar dari parasit dan bertugas menyediakan makanan dan perlindungan bagi parasit yang menumpanginya.

Parasit dapat diklasifikasikan berdasarkan tempat hidupnya antara lain sebagai berikut :

- a. **Ektoparasit** yaitu parasit yang hanya menghuni permukaan tubuh inangnya, contohnya adalah kutu rambut, kutu dan tungau. *Sarcoptes scabiei* adalah satu jenis ektoparasit yang dapat masuk ke dalam jaringan bawah kulit.
- b. **Endoparasit** yaitu parasit yang hidup di dalam tubuh inangnya, contohnya hidup di dalam darah, otot dan usus, seperti *Plasmodium* sp.
- c. **Parasit yang hidup bebas** yaitu parasit yang hidup bebas dari inangnya, contohnya *cystic stage* dari *Naegleria fowleri*.

Endoparasit dapat diklasifikasikan menjadi :

- a. **Parasit fakultatif** adalah parasit yang dapat hidup bebas, contohnya *Naegleria fowleri*.
- b. **Parasit obligat** adalah parasit yang tidak dapat hidup tanpa adanya inang, contohnya *Plasmodium* sp dan *Toxoplasma gondii*.
- c. **Parasit Accidental** adalah parasit yang menginfeksi inang dengan cara yang tidak biasa, contohnya *Echinococcus granulosus* menginfeksi manusia secara tidak sengaja, sehingga menimbulkan kista hidatidosa.
- d. **Parasit Aberrant** adalah parasit yang menginfeksi inang namun tidak berkembang lebih lanjut, contohnya *Toxocara canis* yang menginfeksi manusia.

Parasit jika ditinjau berdasarkan waktu hidup di dalam host dapat dibedakan menjadi :

- a. **Parasit temporer** yaitu parasit yang dapat hidup bebas baik di luar maupun di dalam tubuh.
- b. **Parasit permanen** yaitu parasit yang hanya hidup jika ada sumber makanan di dalam tubuh host dan tidak mampu tumbuh dan berkembang apabila berada di luar tubuh hospes.
- c. **Parasit periodik** yaitu parasit yang hidup dalam waktu singkat di dalam tubuh host.

Host (inang) dapat dibedakan menjadi :

- a. **Host definitif** merupakan host yang menjadi tempat hidup parasit untuk berkembang dan melakukan reproduksi seksual. Contohnya adalah tubuh nyamuk *Anopheles* yang berperan sebagai host definitif bagi *Plasmodium* sp.
- b. **Host intermediate** merupakan host yang menjadi perantara parasit untuk hidup dan berkembang sampai menjadi stadium infeksi terhadap hospes definitifnya. Contohnya adalah babi yang berperan sebagai host *intermediate* bagi *Taenia solium* (cacing pita pada manusia).
- c. **Host paratenik** merupakan host yang menjadi tempat parasit untuk tetap hidup dan dapat mempercepat parasit dalam menemukan host definitifnya. Contohnya adalah cacing tanah yang berperan sebagai host paratenik bagi cacing *Syngamus trachealis*.

- d. **Host reservoir** merupakan host yang menjadi tempat hidup parasit dan dapat menjadi sumber infeksi terhadap host lainnya. Contohnya adalah anjing yang berperan sebagai host reservoir bagi penyakit hidatidosa.
- e. **Host accidental** merupakan host yang menjadi tempat hidup parasit yang tidak biasa ditemukan. Contohnya adalah manusia yang dapat berperan sebagai host *accidental* bagi *cystic echinococcosis*.

Infeksi dapat terjadi karena adanya hubungan antara parasit dengan host. Parasitosis merupakan penyakit yang disebabkan oleh parasit. Penularan parasit pada manusia disebabkan oleh vektor (agen). Penularan infeksi akibat parasite biasanya disebabkan oleh arthropoda. Adapun hubungan antara parasit dengan host dapat dibedakan sebagai berikut :

- a. **Simbiosis** yaitu hubungan yang erat dan saling bergantung antara parasit dan host.
- b. **Komensalisme** yaitu hubungan dimana parasit yang mendapatkan keuntungan namun tidak merugikan hostnya.
- c. **Parasitisme** yaitu hubungan dimana parasit yang mendapatkan keuntungan sedangkan hostnya mendapatkan kerugian.

3. Pengaruh Parasit Pada Host

Hidupnya parasit sangat berpengaruh pada host yang ditumpanginya. Adapun beberapa pengaruh yang disebabkan oleh parasit pada host adalah sebagai berikut :

a. Efek jaringan

Parasit dapat menyebabkan jaringan host mengalami perubahan dan kerusakan. Perubahan jaringan yang dialami dapat berupa hiperplasia, hipertrofi, metaplasia dan neoplasia. Salah satu contoh pada hiperplasia adalah peradangan yang disebabkan oleh *Fasciola hepatica* dapat merangsang pembelahan sel epitel pada saluran empedu berlebihan sehingga mengakibatkan penebalan dinding saluran. Kerusakan yang terjadi dapat berupa degenerasi albumin, degenerasi lemak, dan nekrosis. Pada kasus nekrosis dapat berupa kalsifikasi larva *Trichinella* pada otot rangka mamalia menyebabkan nekrosis jaringan di sekitarnya.

b. Efek imunitas

Reaksi imunitas merupakan mekanisme pertahanan tubuh host, seperti antibodi dalam tubuh akan diproduksi untuk menghancurkan infeksi parasit. Contohnya adalah respon IgE yang berlebihan terjadi pada

helminthiasis. Selain itu, eosinofil dapat menyerang *Schistoma manson* (cacing darah).

c. Spesifikasi host

Beberapa jenis host memiliki spesifikasi terhadap jenis parasit tertentu. Contohnya pada *Trypanosoma brucei brucei* hanya menginfeksi sapi tetapi *Trypanosoma brucei gambiense* dan *Trypanosoma brucei rhodesiense* dapat menginfeksi manusia.

d. Resistansi host

Interaksi antara parasit dengan inang dapat mempengaruhi resistansi host. Contohnya adanya faktor antigen duffy dalam sel darah yang menyebabkan *Plasmodium vivax* tidak banyak menjangkiti masyarakat di Afrika Barat.

e. Adaptasi

Adaptasi parasit dengan host dapat dilakukan dengan cara menyesuaikan morfologi tubuh parasit, seperti dan *Taenia solium* memiliki kait untuk menahan dinding usus inang dan *Giardia lamblia* memiliki cakram perekat.

4. Cara penularan parasit

Sumber infeksi dari parasit dan cara penularannya merupakan hal yang mempengaruhi penularan parasit ke organisme atau makhluk hidup lainnya.

a. Sumber infeksi

1) **Kontaminasi tanah dan air**

Kontaminasi tanah dapat terjadi apabila terdapat larva infeksi yang terdapat pada tanah dapat masuk dengan menembus kulit yang terbuka, contohnya cacing tambang, *strongyloides*. Selanjutnya, sumber infeksi pada air yang terkontaminasi contohnya menelan bentuk infeksi (kista amuba dan *Giardia*), larva infeksi (serkaria dari *Schistosoma*) pada air yang masuk dengan menembus kulit yang terbuka.

2) **Makanan**

Konsumsi makanan seperti sayuran, daging yang terkontaminasi merupakan sumber infeksi parasit berikutnya. Contohnya tahapan infeksi parasit pada makanan yaitu ookista *Toxoplasma*, telur *Echinococcus*, selulosa sistiserkus pada daging babi yang belum matang atau setengah matang.

3) **Vektor serangga**

Serangga yang biasanya arthropoda merupakan salah satu vektor (agen) yang menularkan infeksi parasit dari hewan ke manusia seperti Anopheles betina merupakan vektor parasit malaria.

4) **Hewan**

Sumber infeksi yang berasal dari hewan dapat ditularkan ke manusia yang dikenal dengan istilah zoonosis. Contohnya toxoplasmosis, hidatidosis dan sarcocystosis.

5) **Autoinfection**

Autoinfection dapat pada infeksi cacing kremi yaitu dari jari tangan yang masuk ke mulut.

6) **Carrier**

Carrier (pembawa) adalah seseorang yang tanpa adanya penyakit klinis atau subklinis yang terinfeksi parasit.

b. Cara penularan

1) **Penularan melalui oral**

Penularan melalui rute oral dapat terjadi akibat mengkonsumsi makanan, air, tangan yang kurang bersih atau benda dan tempat yang terkontaminasi oleh parasit. Pada tahap infeksi menjadi kista, telur berembrio, atau bentuk larva merupakan bentuk parasit usus yang dapat masuk ke dalam tubuh. Seperti infeksi *Entamoeba histolytica* dan protozoa usus lainnya terjadi ketika menelan kista infeksi. Rute fecal oral juga sering dikenal untuk beberapa jenis parasit seperti kista *Giardia intestinalis* dan *Entamoeba histolytica*, telur *Ascaris lumbricoides*, dan *Trichuris trichiura*. Konsumsi daging yang setengah matang atau belum matang berpotensi menularkan parasit. Contohnya, tahapan larva *Taenia solium* yaitu selulosa sistiserkus pada daging babi.

2) **Penularan melalui kulit**

Infeksi cacing tambang dapat terjadi, ketika larva filaria menembus kulit ketika berjalan tanpa menggunakan alas kaki pada tanah tanah yang tercemar feces. Selain itu, air yang terinfeksi oleh serkaria *Schistosoma japonicum*, *S. Mansoni*, dan *S. haematobium* dapat menembus bagian kulit yang tipis seperti kulit perineum dan kulit di daerah jari jemari.

3) Penularan melalui vektor

Penularan melalui vektor dapat berupa vektor biologis atau vektor mekanik. Parasit yang dapat tumbuh dan berkembang di dalam tubuh vektor disebut vektor mekanik. Sedangkan parasit yang tidak tumbuh dan berkembang di dalam tubuh vektor serta memindahkan parasit dari luar tubuh vektor ke manusia atau hewan lain disebut vektor biologis. Infeksi parasit dapat dilakukan dengan cara gigitan serangga, seperti malaria ditularkan melalui gigitan nyamuk *Anopheles betina*, filariasis ditularkan melalui gigitan nyamuk *Culex*.

4) Penularan langsung

Pada beberapa kasus, penularan infeksi parasit dapat terjadi melalui kontak dari satu orang ke orang lain. Contohnya penularan secara oral *Entamoeba gingivalis* dan *Trichomoniasis* pada orang yang berhubungan seksual.

5. Konsep Dasar Parasitologi

Mengetahui konsep dasar parasitologi dapat mencakup morfologi, siklus hidup, infeksi parasit, diagnosis laboratorium, pengobatan infeksi parasit dan pencegahan/tindakan pengendalian parasit.

a. Morfologi parasit

Morfologi parasit seperti posisi organel, bentuk, ukuran yang berbeda dari setiap jenis dan tahap perkembangannya. Pengamatan morfologi parasit penting dilakukan untuk menentukan dalam tahap diagnosis laboratorium dan pengobatan infeksi parasit.

b. Siklus hidup

Parasit memiliki siklus hidup yang beragam. Beberapa jenis parasit dalam siklus hidupnya hanya membutuhkan host definitif sedangkan ada juga yang membutuhkan lebih dari satu host. Parasit yang hanya membutuhkan satu inang dalam siklus hidupnya disebut sebagai siklus hidup sederhana (*direct life cycle*). Sedangkan ketika parasit membutuhkan dua inang (satu inang definitif dan inang perantara lainnya) disebut sebagai siklus hidup tidak langsung (*indirect life cycle*). Fase dimana parasit berada di dalam dan di luar tubuh manusia merupakan fase siklus hidup parasit. Adanya kehidupan parasit di dalam tubuh manusia, dapat memberikan informasi tentang gejala klinis infeksi parasit, pemeriksaan spesimen parasit sehingga dapat diketahui pengobatan yang tepat terkait infeksi tersebut.

Epidemiologi, pencegahan dan pengendalian parasit dapat dilakukan dengan mengetahui siklus hidup parasit yang berada di luar tubuh manusia.

c. Prevalensi Infeksi Parasit

Prevalensi infeksi parasit sangat dipengaruhi oleh kondisi di daerah tersebut. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi prevalensi infeksi parasit antara lain.

- 1) Kondisi hidup yang tidak sehat
- 2) Pengendalian dan pengobatan penyakit
- 3) Nutrisi yang buruk
- 4) Kurangnya pendidikan kesehatan
- 5) Kondisi iklim
- 6) Parasitisme oportunistik

d. Diagnosis laboratorium

Diagnosis laboratorium merupakan hal yang penting dalam kedokteran laboratorium klinis. Hasil yang diperoleh melalui pemeriksaan spesimen parasit dapat memberikan informasi mengenai diagnosis dan pengobatan penyakit manusia. Pemeriksaan infeksi parasit dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain.

- 1) Pemeriksaan feses
- 2) Pemeriksaan darah
- 3) Pemeriksaan cairan tubuh dan jaringan
- 4) Pemeriksaan dengan menginkubasikan ke hewan coba
- 5) Metode imunodiagnosa (antigen dan deteksi antibodi)
- 6) Metode molekuler

e. Pengobatan infeksi parasit

Pemberian obat antiparasit dapat digunakan untuk pengobatan dan profilaksis parasit infeksi. Jenis obat dan mekanisme penghambatan yang dimiliki oleh obat antiparasit berbeda tergantung dari jenis parasit yang menginfeksi. Contohnya adalah pemberian Dehydroemetin bertujuan untuk menghambat sintesis protein pada parasit yang digunakan secara intravena pada amoebiasis hati. Manajemen bedah dapat juga dilakukan untuk beberapa kasus seperti *cystic echinococcosis* dan *neurosistiserkosis*.

f. Pencegahan dan pengendalian parasit

Upaya untuk memutus penularan infeksi parasit dapat dilakukan dengan tindakan pencegahan. Adapun beberapa tindakan pencegahan yang dapat dilakukan antara lain.

- 1) Melakukan perilaku hidup bersih dan sehat

- 2) Menjaga kondisi lingkungan yang bersih
- 3) Mengonsumsi makanan dan minuman yang sehat
- 4) Membuang limbah pada tempat yang tepat
- 5) Menggunakan insektisida atau agen kimia lain untuk mengendalikan vektor
- 6) Mengonsumsi obat antiparasit untuk mengendalikan infeksi parasit dalam tubuh

6. Klasifikasi Parasitologi

a. Protozoa Parasitik

Berdasarkan alar gerak dan jenis reproduksinya protozoa dapat dibedakan menjadi flagelata, ameba, sporozoa dan siliata. Adapun penjelasan dari masing-masing jenis beserta contohnya adalah sebagai berikut.

- 1) **Flagelata** merupakan jenis protozoa yang memiliki satu bahkan lebih dari satu flagelata. Contohnya adalah *Trichomonas vaginalis* (flagelata urogenital), *Giardia lamblia* (flagelata usus), *Trypanosoma* dan *Leishmania* sp. (flagelata darah dan jaringan).
- 2) **Ameba** merupakan jenis protozoa yang bergerak dengan menggunakan ameboid, pseudopodium atau aliran protoplasmik. Contohnya adalah *Naegleria*, *Acanthamoeba* dan *Entamoeba histolytica* (ameba jaringan).
- 3) **Sporozoa** merupakan jenis protozoa yang bergantian dalam menjalani proses reproduksi seksual dan aseksual selama siklus hidupnya. Contohnya adalah *Toxoplasma gondii* (sporozoa jaringan), *Plasmodium* sp (sporozoa darah), dan *Cyclospora* (sporozoa usus).
- 4) **Siliata** merupakan jenis protozoa yang bergerak dengan menggunakan silia. Contohnya adalah *Balantidium coli* (siliata usus).

b. Cacing Parasitik

Berdasarkan filumnya, cacing parasitik dapat dikelompokkan menjadi :

1) Nematelminthes (cacing gelang)

Morfologi dari nematoda adalah bentuknya panjang bulat, tidak bersegmen dan memiliki rongga tubuh. Pada ujung kepala tidak memiliki pengisap namun telah memiliki kait. Jenis kelamin sudah terpisah pada sistem reproduksinya. Contohnya adalah nematoda usus seperti *Enterobius vermicularis* (cacing kremi), *Trichuris trichiura* (cacing cambuk), *Ascaris lumbricoides* (cacing gelang), *Ancylostoma duodenale* dan *Necator americanus* (cacing tambang). Sedangkan

untuk nematoda usus dan jaringan antara lain *Strongyloides stercoralis* (cacing benang manusia) dan *Trichinella spiralis*. *Wuchereria bancrofti* dan *Brugia malayi* (filariasis limfatik) merupakan contoh dari nematoda darah dan jaringan.

2) **Platihelminthes (cacing pipih)**

Platihelminthes merupakan cacing yang bentuknya pipih yang sebagian besar bersifat hermaprodit. Adapun pengelompokan kelas dari filum ini adalah sebagai berikut.

A. **Trematoda (cacing daun)**

Morfologi dari trematoda adalah berbentuk pipih menyerupai daun, bersegmen dan tidak memiliki rongga tubuh. Pada ujung kepala terdapat pengisap dan memiliki kait. Jenis kelamin tidak terpisah (hermaprodit) kecuali skistosoma (cacing darah). Contohnya adalah trematoda usus seperti *Fasciolopsis buski* (cacing daun raksasa usus). Sedangkan trematoda darah dan jaringan seperti *Fasciola hepatica* (cacing daun hati domba), *Clonorchis sinensis* (cacing daun hati cina), *Paragonimus westermani* (cacing daun paru) dan *Schistosoma mansoni* (cacing daun darah).

B. **Cestoda (cacing pita)**

Morfologi dari cestoda adalah berbentuk pipih seperti pita, tidak memiliki rongga tubuh dan bersegmen. Terdapat pengisap dan kait pada ujung kepalanya. Sistem reproduksinya hermaprodit. Semua jenis kelamin tidak terpisah. Contohnya adalah cestoda usus seperti *Taenia saginata* (cacing pita sapi), *Taenia solium* (cacing pita babi), *Diphyllobothrium latum* (cacing pita ikan). Sedangkan untuk cestoda jaringan pada stadium larva adalah *Echinococcus granulosus* (kista hidatid).

c. **Arthropoda**

Arthropoda merupakan vektor dan inang yang menyebarkan infeksi penyakit ke manusia. Morfologi dari arthropoda adalah memiliki bentuk tubuh yang simetris bilateral, dilindungi oleh eksoskeleton dan tubuh bersegmen. Insekta, Arachnida dan Crustacea merupakan kelas arthropoda yang dapat menularkan infeksi parasit secara langsung maupun tidak langsung.

1) **Insekta**

Morfologi insekta umumnya bagian perut terdiri dari 3 bagian dan biasanya memiliki 3 pasang kaki. Ordo insekta yang dapat menyebarkan parasit seperti *Phthirus* (kutu), *Musca domestica* (lalat rumah), *Culex fatigans* (nyamuk culex), *Anopheles*, *Xenopsylla cheopsis* (pinjal tikus), *Ctenosephalides felis* (pinjal kucing).

2) Arachnida

Terdiri dari 2 bagian dan memiliki 4 pasang kaki merupakan salah satu morfologi Arachnida. Contoh dari ordo arachnida adalah *Sarcoptes scabiei* (tungau kudis), *Dermacentor* (kutu anjing), *Demodex folliculorum* (parasit pada folikel rambut dan kelenjar sebacea).

3) Crustacea

Perut crustacea memiliki 2 bagian, hampir pada seluruh ruas tubuh terdapat dan memiliki rangka luar yang keras. *Cyclops*, *Cardisoma*, *Birgus* (ketam darat) dan udang air tawar contoh dari ordo crustacea.

C. Rangkuman

Parasitologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang kehidupan organisme yang hidup pada organisme lain baik secara sementara maupun selamanya dengan cara mengambil nutrisi dari organisme yang ditumpanginya. Parasit merupakan salah satu organisme yang kehidupannya menumpang dan memperoleh nutrisi bergantung pada organisme lain (inang / host). Parasit dapat dibedakan menjadi endoparasit, ekso-parasit, dan parasit yang hidup bebas. Hubungan antara parasit dengan host dapat berupa simbiosis, komensalisme dan parasitisme. Penularan infeksi parasit dapat melalui oral, kulit, vektor dan secara langsung. Pengendalian infeksi yang disebabkan oleh parasit salah satu upaya yang mendasar adalah dengan mempraktekkan Perilaku Hidup Bersih dan Sehat yang dimulai dari diri sendiri hingga memperhatikan lingkungan sekitar. Parasit dapat diklasifikasikan menjadi protozoa parasitik dan cacing parasitik.

D. Tugas

Setelah mempelajari konsep pengantar parasitologi, kerjakan tugas sebagai berikut ;

1. Jelaskan tentang hubungan antara parasit dan host!
2. Jelaskan tentang cara penularan parasit!
3. Bagaimanakah mekanisme cara penularan parasit?

4. Buatlah resume tentang konsep parasitologi!
5. Jelaskan klasifikasi parasit dengan menggunakan bagan dan disertai contoh organismenya!

E. Referensi

- Adrianto, H. 2020. *Buku Ajar Parasitologi (Buku Pengangan Kuliah Mahasiswa Biologi dan Pendidikan Biologi)*. Rapha Publishing. Percetakan Andi Offset.
- Bogitsh, B.J., Carter, C.E., Oeltmann, T.N. 2013. *Human Parasitology*. USA : Elsevier Inc.
- Jawetz, Melnick, & Adelberg. 2010. *Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Gunn, A., Pitt, S.J. 2012. *Parasitology an Integrated Approach*. UK : Wiley-Blackwell.
- Irianto, K. 2013. *Parasitologi Medis*. Bandung : Penerbit Alfabeta.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2016. *Mikrobiologi dan Parasitologi Keperawatan*. Jakarta : Pusdik SDM Kesehatan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Okwa, O. O. 2018. Of Parasites and Their Hosts. *Biomed Journal of Scientific & Technical Research*, 12 (1) : 8933-8935.
- Okwa, O. O. 2016. *The Biology of the Tropical Parasites*. Germany : Lambert Academic Publishing.
- Paniker, C. K. J. 2007. *Textbook of Medical Parasitology*. New Delhi : Jaypee Brothers Medical Publishers.
- Paniker, C. K. J 2018. *Paniker's Textbook of Medical Parasitology 8th Edition*. New Delhi : Jaypee Brothers Medical Publishers.
- Sandjaja, B. 2007. *Parasitologi Kedokteran Protozoologi Kedokteran*. Jakarta : Prestasi Pustaka Publisher.
- Sastry, A.S., Bhat, K. Sandhya. 2014. *Essential of Medical Parasitology*. New Delhi : Jaypee Brothers Medical Publishers.
- Sumanto, D., Wartomo, H. 2016. *Parasitologi Kesehatan Masyarakat*. Semarang : Penerbit Yoga Pratama.
- Zeibig, E.A. 2013. *Clinical Parasitology A Practical Approach Second Edition*. Louis, Missouri : Elsevier Inc.

F. Glosarium

Adaptasi	: Proses penyesuaian diri terhadap lingkungan.
Albumin	: Jenis protein globular protein yang mengandung Oncotic Kaloid Tekanan (COP) ini yang berperan penting dalam kesehatan.
Antibodi	: Respon imun tubuh yang dihasilkan setelah terpapar antigen oleh sel plasma.
Antigen	: Senyawa asing yang masuk ke dalam tubuh yang dapat merespon imun tubuh.
Arthropoda	: Organisme yang memiliki rangka luar yang keras dan kaki yang berpasangan contohnya adalah serangga.
Eksoskeleton	: Rangka luar dari arthropoda yang tersusun dari zat kitin.
Epidemiologi	: Studi tentang faktor-faktor yang menentukan distribusi dan frekuensi proses infeksi atau penyakit di lokasi tertentu.
Hermaprodit	: Parasit yang mampu melakukan fertilisasi sendiri. Seperti setiap segmen dalam tubuh, segmen cacing mata mengandung organ reproduksi jantan dan betina.
Hiperplasia	: Salah satu adaptasi sel dengan cara penambahan jumlah sel yang terjadi karena proliferasi sel yang telah mengalami diferensiasi dan penggantian sel oleh sel punca.
Hipertrofi	: Adaptasi sel yang dilakukan dengan meningkatnya ukuran sel yang mengakibatkan organ bertambah besar.
Infektif	: Infeksi.
Jaringan	: Kumpulan dari sel yang memiliki struktur
Kelenjar sebacea	: Kelenjar di bawah kulit yang berfungsi menghasilkan minyak.
Klasifikasi	: Pengelompokan.
Kista	: Siklus hidup amuba yang dicirikan oleh dinding sel tebal yang memungkinkan organisme bertahan hidup di lingkungan dan transmisi selanjutnya menjadi inang yang tidak terinfeksi.

Metaplasia	: Adaptasi sel dengan melakukan perubahan reversibel pada satu jenis sel dewasa (sel epitel atau mesenkim) yang digantikan oleh sel dewasa jenis lain.
Nekrosis	: Kematian sel yang dihubungkan dengan hilangnya integritas membran dan bocornya isi sel, kerusakan sel dan peradangan.
Neoplasia	: Pertumbuhan sel abnormal yang dapat terjadi dalam jaringan.
Oral	: Mulut.
Pinjal	: Ektoparasit yang dapat menghisap darah untuk memperoleh nutrisinya.
Resistansi	: Perilaku bertahan suatu organisme terhadap kondisi yang membahayakan hidupnya.
Serkaria	: Siklus telur cacing Trematoda akan menetas di air dan berkembang menjadi mirasidium, kemudian menginfeksi spes perantara pertama, lalu berkembang menjadi serkaria.
Sistiserkus	: Larva cacing <i>Tsena</i> .
Zoonosis	: Infeksi penyakit dari hewan yang ditularkan ke manusia atau sebaliknya.

G. Indeks

Acanthamoeba, 20
 Ameba, 19, 20
Ancylostoma duodenale, 20
Anopheles, 13, 17, 21
 Arachnida, 21, 22
 Arthropoda, 14, 21, 24
Ascaris lumbricoides, 17, 20
Autoinfection, 16
Balantidium coli, 20
Brugia malayi, 20
 Cacing daun, 21
 Cacing kremi, 20
 Cacing pipih, 20

Cacing pita, 14, 21
Cardisoma, 22
 Carrier, 16
 Cestoda, 21
 Crustacea, 21
Ctenosephalides felis, 21
 Culex, 17, 21
Culex fatiganus, 21
Cyclops, 21
 Dehydroemetin, 19
Dermacentor, 21
Diphyllobothrium latum, 21
Echinococcus granulosus, 13, 21
 Ektoparasit, 12, 22
 Endoparasit, 13, 22
Entamoeba gingivalis, 17, 22
Enterobius vermicularis, 20
 Epidemiologi, 18, 24
Fasciola hepatica, 14, 21
 Flagelata, 19
Giardia lamblia, 15, 19
 Hermaprodit, 20, 21
 Hidatidosis, 16
 Host *accidental*, 14
 Host *definitive*, 13, 18
 Host *intermediate*, 13, 14
 Host paratenik, 14
 Host reservoir, 14
 Hiperplasia, 14, 24
 Hipertrofi, 14, 24
 Inang, 12, 13, 22, 24
 Insekta, 21
 Komensalisme, 14, 22
 Kutu anjing, 22
 Lalat rumah, 22
Leishmania, 17
 Metaplasia, 14, 25



Naegleria fowleri, 13
Necator americanus, 20
 Nekrosis, 15, 25
 Nemathelminthes, 20
 Neoplasia, 14, 25
Paragonimus westermani, 21
 Parasit *accidental*, 13
 Parasit *aberrant*, 13
 Parasit fakultatif, 13
 Parasit obligat, 13
 Parasit permanen, 14
 Parasit periodik, 14
 Parasit temporer, 13
 Pinjal, 21, 25
Plasmodium, 13, 15, 20
 Plathelminthes, 20
 Pseudopodium, 20
 Sarcocystosis, 16
Sarcoptes scabiei, 12, 22
 Serkaria, 16, 17, 25
 Siliata, 19, 20
 Simbiosis, 14, 22
 Sistiserkus, 16, 17, 25
 Sporozoa, 19, 20
Strongyloides, 16, 20
Syngamus trachealis, 14
Taenia solium, 14, 15, 17
Taenia saginata, 21
Toxocara canis, 13
Toxoplasma, 16, 20
 Trematoda, 21
Trichinella, 15, 20, 21
Trichomoniasis, 17
Trichomonas vaginalis, 19
Trypanosoma brucei brucei, 15
Trypanosoma brucei gambiense, 15
Trypanosoma brucei rhodesiense, 15



Vektor, 14, 16, 17

Wuchereria bancrofti, 20

Xenopsylla cheopsis, 21

Zoonosis, 16, 25



BAB III NEMATODA

Basuki Rachmad, S.K.M., S.ST., M.Bmd., M.Si.

A. Tujuan Pembelajaran

1. Mampu memahami fisiologi dan stuktur; epidemiologi; gejala klinis; diagnosis laboratorium; pengobatan, pencegahan dan pengendalian dari infeksi cacing Nematoda usus.
2. Mampu memahami fisiologi dan stuktur; epidemiologi; gejala klinis; diagnosis laboratorium; pengobatan, pencegahan dan pengendalian dari infeksi cacing Nematoda darah dan jaringan.

B. Materi

1. Pendahuluan

Cacing Nematoda mempunyai jumlah spesies yang paling banyak di antara cacing-cacing lain yang hidup sebagai parasit. Cacing tersebut berbeda dalam habitat, daur / siklus hidup dan hubungan antara hospes dengan parasit. Nematoda yang penting dalam dunia kedokteran tertera dalam tabel 1. Nematoda pada dasarnya dapat dibagi menjadi 2, yaitu :

- a. Nematoda usus yaitu cacing nematoda yang menyebabkan penyakit di usus
- b. Nematoda darah dan jaringan, yaitu nematoda yang menyebabkan penyakit di darah dan jaringan.

Tabel 1. Nematoda Penting dalam Dunia Kedokteran

NO	PARASIT	NAMA UMUM	PENYAKIT
1.	<i>Enterobius vermicularis</i>	Pinworm (Cacing Kremi)	Enterobiasis
2.	<i>Ascaris lumbricoides</i>	Roundworm (Cacing Gelang)	Ascariasis
3.	<i>Toxocara canis</i>	Dog Ascaris (Ascaris Anjing)	Visceral larva migrans
4.	<i>Toxocara cati</i>	Cat Ascaris (Ascaris Kucing)	Visceral larva migrans
5.	<i>Baylisascaris procyonis</i>	Raccoon Ascaris (Ascaris)	Neural larva migrans

		Racoon)	
6.	<i>Trichuris trichiura</i>	Whipworm (Cacing Cambuk)	Trichuriasis
7.	<i>Ancylostoma duodenale</i>	Old World Hookworm (Cacing Tambang Dunia Lama)	Hookworm infection
8.	<i>Necator americanus</i>	New World Hookworm (Cacing Tambang Dunia Baru)	Hookworm infection
9.	<i>Ancylostoma braziliense</i>	Dog or Cat Hookworm (Cacing Tambang Anjing atau Kucing)	Cutaneous larva migrans
10.	<i>Strongyloides stercoralis</i>	Threadworm (Cacing Benang)	Strongyloidiasis
11.	<i>Trichinella spiralis</i>	Pork worm (Cacing Pabrik)	Trichinosis
12.	<i>Wuchereria bancrofti</i>	Bancroft filaria	Filariasis
13.	<i>Brugia malayi</i>	Malayan filaria	Filariasis
14.	<i>Loa loa</i>	African Eye Worm (Cacing Mata Afrika)	Loiasis
15.	<i>Mansonella species</i>	-	Filariasis
16.	<i>Onchocerca volvulus</i>	-	Onchocerciasis, river blindness
17.	<i>Dirofilaria immitis</i>	Dog Heartworm (Cacing Hati Anjing)	Dirofilariasis
18.	<i>Dracunculus medinensis</i>	Guinea Worm (Cacing Guinea)	Dracunculosis

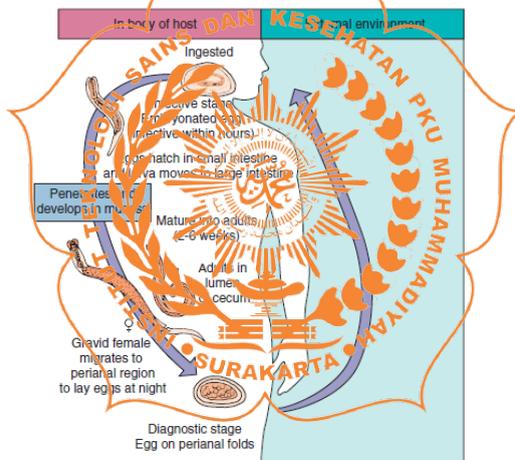
2. Nematoda Usus

Nematoda usus adalah bentuk cacing yang paling mudah dikenali karena ukurannya yang besar dan silindris serta tubuh tidak tersegmentasi. Parasit ini hidup terutama sebagai cacing dewasa di saluran usus. Oleh karena itu konfirmasi infeksiinya paling mudah dengan mendeteksi adanya telur cacing yang khas di dalam tinja. Identifikasi telur harus secara sistematis dengan mempertimbangkan ukuran dan bentuk, ketebalan cangkang dan ada atau tidak adanya struktur khusus seperti kutub sumbat, kenop, duri dan opercula. Adanya larva di dalam telur dan karakteristiknya dapat juga berguna dalam identifikasi.

1) *ENTEROBIUS VERMICULARIS*

a) Fisiologi dan Struktur

Enterobius vermicularis adalah cacing kremi, berukuran kecil dan berwarna putih. Cacing ini sering ditemukan oleh para orang tua di lipatan perianal atau vagina anak yang terinfeksi. Infeksi dimulai dengan menelan telur berembrio (Gambar 2).



Gambar 2. Siklus hidup *Enterobius vermicularis*

(Sumber : Parasitology dalam Medical Microbiology, Murray, PR, 2013, 7th : 779)

Larva menetas di usus halus dan bermigrasi ke usus besar, sampai mereka matang menjadi dewasa dalam 2 – 6 minggu. Pembuahan cacing betina oleh jantan menghasilkan telur asimetris yang khas. Telur ini diletakkan di lipatan perianal anak-anak oleh cacing betina yang bermigrasi. Sebanyak 20.000 telur disimpan pada kulit perianal. Telur akan cepat matang dan menular dalam beberapa jam.

b) Epidemiologi

E. vermicularis terjadi di seluruh dunia (kosmopolit) tetapi paling sering di daerah beriklim sedang. Mudah ditularkan dari orang ke orang, terutama dalam kondisi ramai, seperti di tempat penitipan anak, sekolah, panti dan lain-lain. Sekitar 500 juta kasus infeksi cacing kremi dilaporkan di seluruh dunia, termasuk di Indonesia.

Infeksi terjadi ketika telur tertelan dan larva cacing bebas berkembang di mukosa usus. Telur-telur ini dapat ditularkan dari tangan ke mulut dengan cara anak-anak menggaruk lipatan perianal sebagai respons terhadap iritasi / gatal yang disebabkan oleh cacing betina yang bermigrasi dan bertelur di situ. Atau mungkin juga telur ditemukan di dalam pakaian anak-anak. Telur juga bisa bertahan lama dalam debu yang menempel di pintu, jendela dan tempat tidur di dalam kamar yang dihuni oleh orang yang terinfeksi. Debu yang mengandung telur dapat terhirup atau tertelan untuk menginisiasi infestasi. Selain itu, oto-infeksi ("*retrofection*") dapat terjadi dimana telur menetas di lipatan perianal dan larva cacing bermigrasi ke rektum dan ke usus besar. Individu terinfeksi yang menangani makannya juga bisa menjadi sumber infeksi. Tidak ada hewan perantara untuk infeksi Enterobius ini.

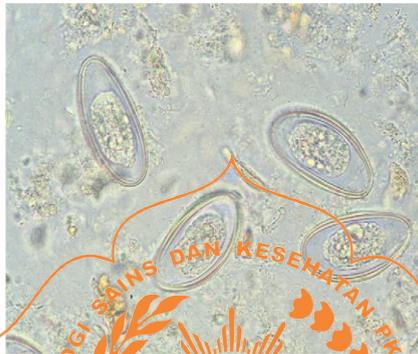
c) Gejala Klinis

Banyak anak dan orang dewasa tidak menunjukkan gejala dan sering hanya sebagai *carrier* (perantara). Pasien yang alergi terhadap sekret cacing yang bermigrasi akan mengalami pruritus parah, kurang tidur dan kelelahan. Pruritus dapat menyebabkan menggaruk berulang kali pada area yang teriritasi dan menimbulkan infeksi sekunder oleh bakteri.

Cacing yang bermigrasi ke vagina dapat menyebabkan masalah genito-urinari dan granuloma. Sedangkan cacing yang menempel pada dinding usus dapat menyebabkan peradangan dan pembentukan granuloma. Meskipun cacing dewasa kadang-kadang dapat menyerang appendiks, tetapi tidak ada bukti hubungan antara infeksi cacing kremi dan apendisitis. Penetrasi melalui dinding usus ke dalam rongga peritoneum, hati dan paru-paru sudah jarang dilaporkan.

d) Diagnosa Laboratorium

Diagnosis Enterobiasis biasanya didukung dengan adanya gejala klinis dan ditegakkan dengan penemuan telur cacing yang khas pada mukosa anus. Kadang-kadang, cacing dewasa terlihat oleh petugas laboratorium di spesimen tinja. Metode lain pengambilan spesimen adalah usap anal dengan menggunakan kertas lengket/plester bening/lidi swab untuk mengambil telur di daerah lipatan perianal (Gambar 3).



Gambar 3. Telur *Enterobius vermicularis*. Telur ber dinding tipis berukuran $50-60 \times 30 \mu\text{m}$, bulat telur, dan rata di satu sisi
(Sumber : *Parasitology dalam Medical Microbiology*, Murray, PR, 2013, 7th : 780)

Sampel harus diambil ketika anak bangun dan belum mandi atau buang air besar serta segera dikirim ke laboratorium untuk diperiksa. Diperlukan sebanyak 3x *swab anal* selama 3 hari berturut-turut untuk mendeteksi keberadaan telur-telur tersebut. Gejala-gejala infeksi sistemik, seperti eosinofilia jarang terjadi.

e) Pengobatan, Pencegahan dan Pengendalian

Obat utama adalah albendazole atau mebendazole. Pirantel pamoate dan piperazine efektif, tetapi infeksi ulang biasanya terjadi. Untuk menghindari infeksi ulang di lingkungan keluarga, maka menjaga kebersihan dan kesehatan di lingkungan keluarga sangat membantu. Pencegahan infeksi ulang dilakukan dengan mengulangi minum obat setelah 2 minggu kemudian.

Kebersihan diri, potong kuku, mencuci pakaian tidur dan pengobatan yang cepat pada orang yang terinfeksi sangat bermanfaat dalam pengendalian infeksi. Pembersihan rumah hendaknya dilakukan di rumah keluarga yang terinfeksi, dengan cara membersihkan debu di bawah tempat tidur; kisi-kisi jendela dan atas pintu harus dipel basah untuk menghindari inhalasi telur infeksius.

2) *SCARIS LUMBRICOIDES*

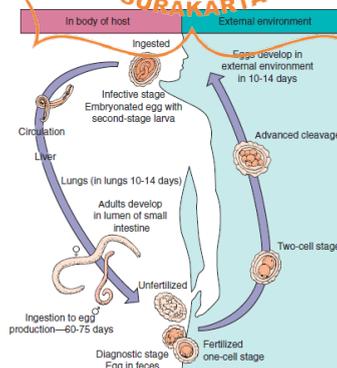
a) Fisiologi dan Struktur

Ascaris lumbricoides adalah cacing besar, panjangnya 20-35 cm, berwarna kemerah-mudaan (Gambar 1), biasa disebut cacing gelang usus dan memiliki siklus hidup yang lebih kompleks dari *E.vermicularis* (Gambar 4).



Gambar 1. Cacing *Ascaris lumbricoides*

(Sumber : Parasitology dalam Medical Microbiology, Murray, PR, 2013, 7th :



Gambar 4. Siklus hidup *Ascaris lumbricoides*

(Sumber : Parasitology dalam Medical Microbiology, Murray, PR, 2013, 7th : 780)

Telur infeksi yang tertelan akan melepaskan larva cacing; menembus dinding duodenum, memasuki aliran darah, dibawa ke hati dan jantung. Lalu memasuki peredaran paru-paru. Larva bebas di alveoli paru-paru, tempat mereka tumbuh dan berganti kulit. Sekitar 3 minggu, larva pindah dari sistem pernapasan untuk dibatukkan, ditelan dan dikembalikan ke usus halus. Saat cacing dewasa jantan dan betina di dalam usus halus (terutama jejunum), cacing betina akan dibuahi sehingga akan bertelur, yang mungkin berjumlah hingga 200.000 telur per hari selama setahun. Cacing dewasa betina juga dapat bertelur meskipun dia tidak dibuahi oleh pejantan. Telur ditemukan dalam tinja 60-75 hari setelah infeksi awal. Telur yang dibuahi akan menjadi infeksi setelah \pm 2 minggu di dalam tanah.

b) Epidemiologi

A.lumbricoides sangat umum ditemukan di daerah dengan sanitasi jelek dimana kotoran manusia digunakan sebagai pupuk. Akibatnya makanan dan air akan terkontaminasi oleh telur parasit ini. Cacing ini tidak membutuhkan binatang *reservoir* untuk menularkan infeksi manusia. Tetapi ada spesies *A.suum* yang menular dari babi, dapat menginfeksi manusia.

A.suum umum dijumpai di peternakan babi dan penularannya ke manusia karena penggunaan kotoran babi untuk pupuk. Telur *A.lumbricoides* ini sangat tahan dapat bertahan hidup pada suhu ekstrim dan selama beberapa bulan di dalam tinja manusia. Ascariasis adalah infeksi cacing paling umum di seluruh dunia.

c) Gejala Klinis

Infeksi yang disebabkan oleh tertelannya telur infeksi tidak menimbulkan gejala, bahkan pada orang dewasa sekalipun. Cacing *Ascaris* bisa berbahaya, karena dapat bermigrasi ke dalam saluran empedu dan hati serta merusak jaringan. Terlebih karena cacing memiliki tubuh yang keras dan fleksibel, maka dapat melubangi usus, menciptakan peritonitis dengan infeksi sekunder bakteri. Cacing dewasa tidak menempel pada mukosa usus tetapi bergantung pada gerakan konstan untuk mempertahankan posisi mereka dalam lumen usus.

Infeksi dengan banyak larva dan migrasi cacing ke paru-paru dapat menyebabkan pneumonitis menyerupai asma. Tetapi infeksi paru berhubungan dengan tingkat hipersensitivitas yang disebabkan oleh infeksi

sebelumnya dan intensitas paparan serta disertai dengan eosinofilia dan desaturasi oksigen.

Segerombolan cacing dewasa yang membentuk seperti bola benang kusut di usus dapat menyebabkan obstruksi, perforasi dan oklusi appendiks. Migrasi ke saluran empedu, kantong empedu dan hati dapat menyebabkan kerusakan jaringan. Migrasi ini terjadi sebagai respon terhadap demam dan obat-obatan yang digunakan untuk mengobati Ascariasis serta beberapa obat anestesi. Pasien dengan banyak larva mungkin juga mengalami nyeri perut, demam, distensi dan muntah.

d) Diagnosa Laboratorium

Pemeriksaan mikroskopis dari sedimen feses yang disentrifus dapat menemukan telur yang berlapis tonjolan, bernoda empedu, dibuahi (fertil) dan tidak dibuahi (non-fertil). Telur berbentuk oval, panjang 55-75 μm dan lebar 50 μm . Kulit luar telur berding tebal, kadang-kadang dapat hilang sebagian atau seperti telur yang dilias. Cacing dewasa dapat keluar bersama feses, yang bisa sangat dramatis karena ukurannya yang besar dan panjang. Dengan pemeriksaan rontgen dapat divisualisasikan adanya cacing di usus dan dengan kolangiogram dapat menggambarkan adanya cacing di saluran empedu dan hati. Ascariasis dengan infeksi ke paru-paru, dapat didiagnosis dengan ditemukannya larva di dalam sputum dan adanya eosinofilia.

e) Pengobatan, Pencegahan, dan Pengendalian

Pengobatan infeksi simtomatik sangat efektif. Obat utama adalah albendazole atau mebendazole; sedangkan pirantel pamoat dan piperazin adalah pilihan. Jika ditemukan pasien dengan infeksi parasit campuran (misal infeksi *A.lumbricoides*, cacing lainnya, *Giardia lamblia* dan *Entamoeba histolytica*) maka infeksi Ascariasis yang terlebih dahulu harus diobati. Hal ini untuk menghindari provokasi migrasi cacing dan kemungkinan terjadinya perforasi usus.

f) Pendidikan, Perbaikan Sanitasi dan Pengendalian

Penggunaan kotoran manusia atau ternak babi sebagai pupuk di daerah endemik Ascariasis sangat tidak disarankan. Hal ini karena telur dapat bertahan di tanah yang terkontaminasi selama 3 tahun atau lebih.

Kebersihan pribadi dari orang-orang yang bekerja dalam penanganan makanan adalah penting dalam pengendalian Ascariasis.

3) TOXOCARA DAN BAYLISASCARIS

a) Fisiologi dan Struktur

Toxocara canis, *Toxocara cati* dan *Baylisascaris procyonis* adalah cacing *Ascaris* yang merupakan parasit alami di usus anjing, kucing dan rakun. Parasit ini secara tidak sengaja dapat menginfeksi manusia, menyebabkan penyakit yang dikenal dengan nama *Visceral Larva Migrants* (VLM), *Neural Larva Migrants* (NLM) dan *Ocular Larva Migrants* (OLM).

Saat tertelan oleh manusia, telur-telur cacing ini bisa menetas menjadi bentuk larva yang tidak bisa mengikuti siklus perkembangan normal seperti pada inang alami. Mereka dapat menembus usus manusia dan mencapai aliran darah lalu bermigrasi sebagai larva ke berbagai jaringan manusia. Spesies *Toxocara* adalah penyebab paling umum dari VLM dan OLM, sedangkan *B. procyonis* semakin dikenal sebagai penyebab NLM yang fatal. Larva *Toxocara* spp tidak berkembang di dalam tubuh inang manusia, tetapi larva *B. procyonis* terus tumbuh hingga ukuran besar di dalam inang manusia.

b) Epidemiologi

Anjing dan kucing yang terinfeksi parasit ini, maka telurnya merupakan ancaman infeksi bagi manusia. Demikian juga kontak dengan rakun atau kotorannya akan berisiko terinfeksi *B. procyonis*. Hal ini terutama terjadi pada anak-anak yang sering bermain tanah yang terkontaminasi parasit ini, dimana anak-anak suka memasukkan benda-benda ke dalam mulutnya.

c) Gejala Klinis

Manifestasi atau gejala klinis VLM, NLM dan OLM pada manusia berhubungan dengan migrasi larva di dalam jaringan. Larva dapat menyerang jaringan manapun dari tubuh, dimana mereka dapat menyebabkan perdarahan, pembentukan granuloma eosinofilik dan nekrosis. Pasien mungkin asimtomatik dan hanya eosinofilia, tetapi dapat juga memiliki penyakit serius yang berhubungan langsung dengan jumlah dan lokasi lesi yang disebabkan oleh larva migran, serta sejauh mana pasien tersensitisasi oleh antigen larva.

Organ tersering yang terserang larva migran adalah paru-paru, jantung, ginjal, hati, otot rangka, mata dan sistem saraf pusat (SSP). *Neural Larva Migrans* (NLM) adalah sekuel umum dari infeksi *B. procyonis* dan dikaitkan dengan migrasi larva somatik yang luas dari spesies ini. Pertumbuhan dan migrasi di dalam SSP menyebabkan kerusakan jaringan yang luas.

Gejala klinis yang disebabkan oleh larva migran adalah batuk, mengi, demam, ruam, anoreksia, kejang, kelelahan dan ketidaknyamanan perut. Pada pemeriksaan, pasien mungkin memiliki hepatosplenomegali, pruritus dan lesi kulit nodular. Kematian dapat terjadi akibat gagal nafas, gagal jantung, aritmia jantung atau kerusakan otak. Larva migran ke arah mata dapat menyebabkan penyakit pada retina. Diagnosis cepat diperlukan untuk menghindari enukleasi yang tidak perlu.

d) Diagnosa Laboratorium

Diagnosis VLM, NLM, dan OLM didasarkan pada temuan gejala klinis, adanya eosinofilia, paparan anjing, kucing atau rakun yang menderita parasit ini dan konfirmasi serologi. Uji ELISA adalah pemeriksaan serologis terbaik untuk penyakit ini. Pemeriksaan tinja dari pasien yang terinfeksi tidak berguna karena tidak ada cacing dewasa yang meletakkan telurnya di feses manusia. Namun pemeriksaan bahan tinja dari hewan peliharaan yang terinfeksi sering mendukung diagnosis. Pemeriksaan jaringan untuk larva migran dapat memberikan diagnosis pasti tetapi bisa negatif karena kesalahan pengambilan sampel.

e) Pengobatan, Pencegahan dan Pengendalian

Pengobatan terutama untuk menghilangkan gejala-gelera (simtomatik) karena obat anti-parasit tidak terbukti bermanfaat. Obat cacing seperti albendazole, mebendazole, dietilkarbamazin atau thiabendazole sering digunakan. Kortikosteroid mungkin menyelamatkan nyawa jika pasien memiliki riwayat penyakit paru yang serius, miokard atau SSP karena hal penting dari infeksi adalah respon inflamasi terhadap parasit.

Sampai saat ini, pengobatan kasus NLM yang disebabkan *B. procyonis* tidak ada yang berhasil secara neurologis. Infeksi zoonosis ini dapat ditekan jika pemilik hewan peliharaan dengan sungguh-sungguh membasmi cacing dari hewan peliharaannya dan membersihkan kotorannya dari pekarangan dan halaman. Area bermain anak-anak dan

kotak pasir harus dipantau dengan cermat. Rakun tidak boleh memasuki rumah atau pekarangan untuk mencari makanan dan dilarang memelihara rakun sebagai hewan peliharaan.

4) *TRICHURIS TRICHIURA*

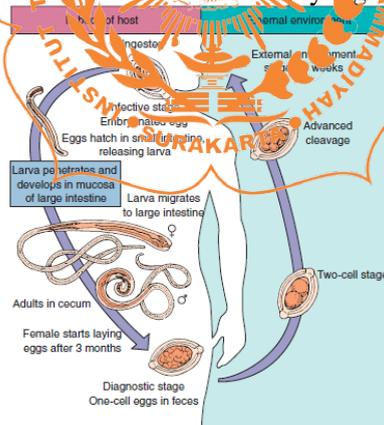
a) Fisiologi dan Struktur

Biasa disebut cacing cambuk (*whipworm*) karena bentuknya yang mirip dengan pegangan dan cambuk (Gambar 5).



Gambar 5. *Trichuris trichiura*, jantan dewasa
(Sumber : Parasitology dalam Medical Microbiology, Murray, PR, 2013, 7th : 783)

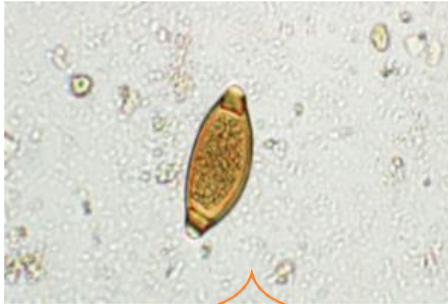
Trichuris trichiura memiliki siklus hidup yang sederhana (Gambar 6).



Gambar 6. Siklus hidup *T.trichiura* (Sumber : *Parasitology dalam Medical Microbiology*, Murray, PR, 2013, 7th : 783)

Telur yang tertelan menetas menjadi larva cacing di dalam usus kecil lalu bermigrasi ke sekum, di mana mereka menembus mukosa dan matang

hingga dewasa. Sekitar 3 bulan setelah infeksi awal, cacing betina yang telah dibuahi mulai bertelur dan dapat menghasilkan 3.000-10.000 telur per hari. Cacing betina dapat hidup selama 8 tahun. Telur dimasukkan ke dalam tanah lalu matang dan menjadi infeksiif dalam 3 minggu. Telur *T.trichiura* khas, dengan pewarnaan *Dark Bile* berbentuk tong dan ada sumbat kutub di dalam cangkangnya (Gambar 7).



Gambar 7. Telur *Trichuris trichiura*. Telur berbentuk tong, berukuran $50 \times 24 \mu\text{m}$, dengan dinding tebal dan dua sumbat menonjol di ujungnya (Sumber : *Parasitology dalam Medical Microbiology*, Murray, PR, 2013, 7th : 783)

b) **Epidemiologi**

Seperti halnya *A. lumbricoides*, *T. trichiura* juga terdistribusi di seluruh dunia dan prevalensinya berhubungan langsung dengan sanitasi yang buruk dan penggunaan kotoran manusia sebagai pupuk. Tidak memerlukan binatang *reservoir*.

c) **Gejala Klinis**

Gejala klinis *Tricuriasis* berhubungan dengan banyaknya cacing di dalam tubuh. Pada kebanyakan kasus infeksi hanya ditemukan sejumlah kecil cacing *Trichuris* di dalam tubuh dan biasanya asimtomatik, meskipun infeksi sekunder bakteri dapat terjadi karena kepala cacing menembus jauh ke dalam mukosa usus. Infeksi dengan banyak larva dapat menyebabkan sakit perut, distensi, diare berdarah, kelemahan dan penurunan berat badan. Apendisitis dapat terjadi karena cacing mengisi lumen dan prolaps rektum terlihat pada anak-anak karena iritasi dan mengejan saat buang air besar. Anemia dan eosinofilia juga terlihat pada infeksi berat.

d) **Diagnosa Laboratorium**

Pada pemeriksaan mikroskopis tinja akan didapat karakteristik telur yang berbentuk seperti tong (Gambar 7). Pada infestasi ringan mungkin sulit ditemukan karena kurangnya telur dalam spesimen tinja.

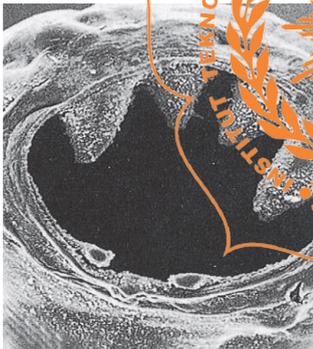
e) **Pengobatan, Pencegahan dan Pengendalian**

Obat pilihan adalah albendazole atau mebendazole. Sama seperti halnya infeksi *A.lumbricoides*, pencegahan Trikuriaasis tergantung pada penyuluhan, higiene perorangan yang baik, sanitasi yang baik dan menghindari penggunaan kotoran manusia sebagai pupuk.

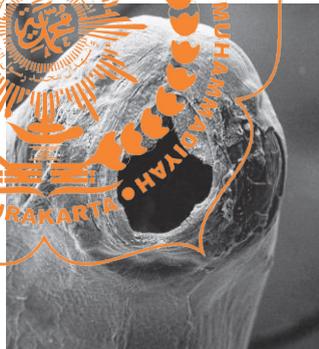
5) **CACING TAMBANG : *Ancylostoma duodenale* dan *Necator americanus***

a) **Fisiologi dan Struktur**

Kedua cacing tambang manusia adalah *Ancylostoma duodenale* dan *Necator americanus*. Hanya berbeda dalam distribusi geografis, struktur mulut dan ukuran relatif (Gambar 8).



Gambar 8A, Bagian mulut *Ancylostoma duodenale* (pembesaran 630)

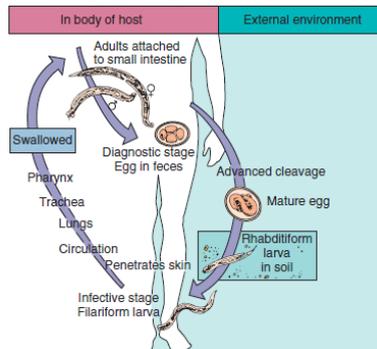


Gambar 8B, Bagian mulut *Necator americanus* (pembesaran 470).

(Sumber : *Parasitology dalam Medical Microbiology*, Murray, PR, 2013, 7th : 784)

Siklus hidup cacing tambang dimulai ketika larva filariform (bentuk infeksius) menembus kulit utuh (Gambar 9). Larva kemudian memasuki sirkulasi, dibawa ke paru-paru, dan seperti *A.lumbricoides* lalu dibatukkan,

tertelan dan berkembang menjadi dewasa di usus halus orang dewasa. *N. americanus* memiliki kepala seperti kait.



Gambar 9. Siklus hidup cacing tambang pada manusia

(Sumber : *Parasitology dalam Medical Microbiology*, Murray, PR, 2013, 7th : 784)

Cacing dewasa bertelur sebanyak 10.000-20.000 telur per hari, yang dilepaskan ke tinja. Peletakan telur dimulai 4-8 minggu setelah infeksi awal dan dapat bertahan selama 5 tahun. Bila kontak dengan tanah, larva rhabditiform (tidak menular) dilepaskan dan telur dan dalam waktu 2 minggu berkembang menjadi larva filariform. Larva filariform kemudian dapat menembus kulit yang terbuka (misalnya kaki telanjang) dan memulai siklus infeksi yang baru pada manusia. Kedua spesies memiliki mulut yang dirancang untuk mengisap darah dari jaringan usus yang terluka. *A. duodenum* memiliki gigi *chitinous*, dan *N. americanus* pelat *chitinous* (Gambar 8).

b) Epidemiologi

Infeksi cacing tambang membutuhkan pengendapan kotoran yang mengandung telur di tanah yang teduh dan dikeringkan dengan baik dan disukai oleh kondisi hangat, lembab (tropis). Infeksi cacing tambang dilaporkan di seluruh dunia dan di beberapa tempat dimana kontak langsung dengan tanah yang terkontaminasi dapat menyebabkan infeksi. Ankilostomiasis terutama terjadi di daerah sub-tropis yang hangat, daerah tropis dan di bagian selatan Amerika Serikat. Diperkirakan > 900 juta individu di seluruh dunia terinfeksi cacing tambang.

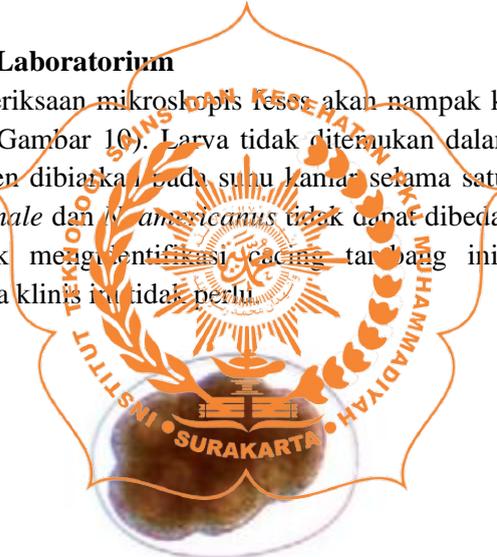
c) Gejala Klinis

Larva yang menembus kulit dapat menyebabkan reaksi alergi dan ruam di tempat masuk, dan larva migran di paru-paru dapat menyebabkan pneumonitis dan eosinofilia. Cacing dewasa menyebabkan gejala gastrointestinal, mual, muntah dan diare. Saat cacing menghisap darah, maka akan terjadi anemia mikrositik hipokrom. Kehilangan darah per hari diperkirakan antara 0,15-0,25 ml untuk setiap cacing dewasa *A. duodenale* dan 0,03 ml untuk setiap cacing dewasa *N. americanus*.

Pada infeksi kronis yang parah, dapat menimbulkan kecurusan fisik dan keterbelakangan mental, hal ini karena terjadinya anemia dan kekurangan nutrisi. Usus mungkin juga mengalami infeksi sekunder bakteri ketika cacing bermigrasi di sepanjang mukosa usus.

d) Diagnosa Laboratorium

Pada pemeriksaan mikroskopis feses akan nampak karakteristik telur tersegmentasi (Gambar 10). Larva tidak ditemukan dalam spesimen tinja kecuali spesimen dibiarkan pada suhu kamar selama satu hari atau lebih. Telur *A. duodenale* dan *N. americanus* tidak dapat dibedakan. Larva harus diperiksa untuk mengidentifikasi cacing tambang ini secara khusus, meskipun secara klinis ini tidak perlu.



Gambar 10. Telur cacing tambang manusia. Telur memiliki panjang 60-75 μm dan lebar 35-40 μm , bercangkang tipis dan terdapat larva yang sedang berkembang (Sumber : *Parasitology* dalam *Medical Microbiology*, Murray, PR, 2013, 7th : 784).

e) Pengobatan, Pencegahan dan Pengendalian

Obat utama adalah albendazole atau mebendazole; sedangkan pirantel pamoat adalah alternatif. Selain pemberantasan cacing untuk menghentikan kehilangan darah, pemberian obat tambah darah juga dianjurkan untuk meningkatkan kadar hemoglobin menjadi normal. Transfusi darah mungkin diperlukan pada kasus anemia yang parah. Penyuluhan, sanitasi yang baik dan pembuangan kotoran manusia yang semestinya adalah tindakan pencegahan yang penting. Memakai sepatu di daerah endemik membantu mengurangi prevalensi infeksi.

6) *Ancylostoma braziliense*

a) Fisiologi dan Struktur

Ancylostoma braziliense adalah spesies cacing tambang yang secara alami merupakan parasit di usus anjing dan kucing serta tidak sengaja menginfeksi manusia. Cacing ini menyebabkan penyakit yang disebut *cutaneous larva migrans* tetapi ada juga yang menyebut *ground itch* dan *creeping eruption*. Filariform yang merupakan larva cacing tambang ini dapat menembus kulit, tetapi tidak berkembang lebih jauh pada manusia. Larva tetap ada dan terjebak di kulit inang yang salah selama berminggu-minggu atau berbulan-bulan berliaran melalui jaringan subkutan dan membuat terowongan yang berkelok-kelok.

b) Epidemiologi

Sama seperti infeksi cacing *A. canis*, infeksi *A. braziliense* paling banyak menyerang anak-anak yang kontak dengan tanah atau kotak pasir yang terkontaminasi kotoran hewan yang mengandung telur cacing tambang. Infeksi ini sering terjadi di daerah pantai sub-tropis dan tropis; di musim panas. Sering dilaporkan di perbatasan Kanada dengan AS.

c) Gejala Klinis

Larva yang bermigrasi dapat memicu eritematosa yang parah dan reaksi vesikular. Pruritus dan garukan pada kulit yang teriritasi dapat menyebabkan infeksi bakteri sekunder. Sekitar setengah dari penderita yang terinfeksi berlanjut ke arah infiltrasi paru dengan eosinofilia perifer (sindrom *Löffler*). Hal ini disebabkan oleh migrasi larva ke paru-paru.

d) **Diagnosa Laboratorium**

Kadang-kadang larva ditemukan dalam biopsi kulit atau setelah pembekuan kulit, tetapi sebagian besar diagnosis didasarkan pada gejala klinis dan riwayat kontak dengan kotoran anjing dan kucing. Larva jarang ditemukan di dahak.

e) **Pengobatan, Pencegahan dan Pengendalian**

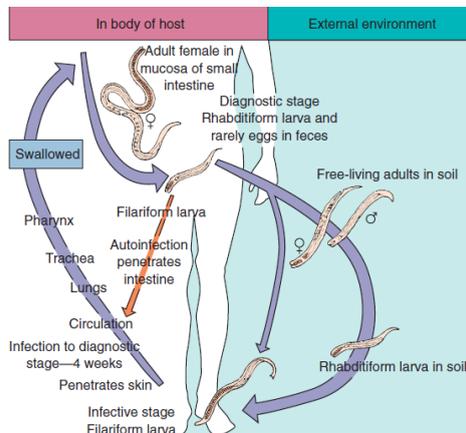
Obat utama adalah Albendazol sedangkan Ivermectin dan Thiabendazole adalah obat alternatif. Anti-histamin dapat membantu dalam mengendalikan pruritus. Penyakit ini termasuk zoonosis. Infeksi *Ascaris* dapat ditekan dengan merawat dan menjaga hewan peliharaan dari infeksi cacing dan membersihkan kotorannya dari pekarangan, pantai dan kotak pasir. Di daerah endemik, sepatu atau sandal harus dipakai untuk mencegah infeksi.

7) ***STRONGYLOIDES STERCORALIS***

a) **Fisiologi dan Struktur**

Meskipun morfologi cacing dan epidemiologi infeksi *S.stercoralis* mirip dengan cacing tambang, tetapi siklus hidupnya (Gambar 11) berbeda dalam 3 (tiga) aspek yaitu :

- (1) Sebelum dikeluarkan ke dalam tinja, telur menetas menjadi larva di usus
- (2) Larva dapat matang menjadi filariform di usus dan menyebabkan autoinfeksi,
- (3) Larva dapat hidup bebas, dan siklus non-parasit dapat dibentuk di luar inang manusia.



Gambar 10. Siklus hidup *Strongyloides stercoralis*

(Sumber : *Parasitology dalam Medical Microbiology*, Murray, PR, 2013, 7th : 785)

Siklus hidup langsung,

Seperti halnya cacing tambang, larva *S. Stercoralis* melakukan penetrasi ke dalam kulit, memasuki sirkulasi darah dan menuju paru-paru. Selanjutnya dibatukkan dan tertelan kembali oleh orang dewasa berkembang di usus halus. Cacing betina dewasa menggali mukosa duodenum dan bereproduksi secara partenogenetis. Setiap cacing betina menghasilkan ± selusin telur setiap hari dan menetas di dalam mukosa serta melepaskan larva rhabditiform ke dalam lumen usus. Larva rhabditiform *Strongyloides stercoralis* dibedakan dari larva cacing tambang dengan kapsul bukal yang pendek dan *primordium genital* yang besar. Larva rhabditiformis dikeluarkan ke dalam tinja dan meneruskan siklus langsung dengan berkembang menjadi larva filariform infeksius atau menjadi cacing dewasa yang hidup bebas dan memulai siklus tidak langsung.

Siklus hidup tidak langsung

Larva di tanah berkembang menjadi dewasa yang hidup bebas menghasilkan telur dan larva. Beberapa keturunan dari parasit ini dapat terjadi sebelum larva baru menembus kulit. Akhirnya pada auto-infeksi, larva rhabditiform di usus tidak keluar bersama feces tetapi menjadi larva filariform. Larva ini menembus mukosa usus atau kulit perianal, mengikuti

sirkulasi darah dan menuju ke paru-paru. Lalu dibatukkan dan tertelan kembali. Di saluran cerna, larva menjadi dewasa dan memproduksi lebih banyak lagi larva di usus. Siklus ini dapat bertahan selama bertahun-tahun dan dapat menyebabkan hiperinfeksi dan masif atau diseminata, seringnya ke arah infeksi yang fatal.

b) Epidemiologi

Seperti halnya cacing tambang yang memerlukan suhu hangat dan kelembaban tinggi, hanya saja prevalensi *S. stercoralis* rendah. Meski demikian distribusi geografisnya lebih luas. Penularan melalui hubungan seksual juga dapat terjadi. Memerlukan binatang *reservoir*, seperti hewan peliharaan.

c) Gejala Klinis

Orang dengan infeksi Strongyloidiasis sering mengalami pneumonitis akibat larva migran, mirip dengan infeksi Ascariasis dan infeksi cacing tambang. Infeksi usus biasanya asimtomatik. Tetapi infeksi yang berat dapat menyebabkan peradangan dan ulserasi pada saluran empedu, pankreas, usus halus dan usus besar. Seringnya menimbulkan nyeri epigastrium dan nyeri tekan, muntah darah (kardinal-kardinal berdarah) dan malabsorpsi.

Jika ada gejala-gejala klinis yang mirip penyakit tukak lambung, disertai eosinofilia perifer, anggur disarankan diagnosisnya ke arah Strongyloidiasis. Auto-infeksi dapat menyebabkan Strongyloidiasis kronis yang dapat berlangsung selama bertahun-tahun, bahkan di daerah non-endemis. Meskipun beberapa infeksi kronis ini mungkin tanpa gejala, sebanyak 2/3 pasien memiliki gejala episodik berulang yang dapat mengenai kulit, paru-paru dan saluran usus. Individu dengan infeksi kronis berisiko menjadi parah.

Sindrom hiperinfeksi dapat mengancam jiwa jika keseimbangan antara *host* dan parasit terganggu oleh obat atau penyakit apa pun yang mengganggu sistem kekebalan *host*. Sindrom hiperinfeksi paling sering terlihat pada individu dengan penyakit *immunocompromised* karena keganasan (terutama keganasan hematologi), terapi kortikosteroid atau keduanya. Sindrom hiperinfeksi juga telah diamati pada pasien yang telah menjalani transplantasi organ dan pada orang yang kekurangan gizi. Hilangnya fungsi kekebalan seluler mungkin berhubungan dengan

peralihan larva rhabditiform menjadi filariform, diikuti dengan diseminasi larva melalui sirkulasi ke hampir semua organ.

Infeksi di luar saluran cerna dapat menyerang paru-paru, menyebabkan bronkospasme, infiltrat difus dan kadang-kadang kavitasi. Penyebaran luas dapat mengenai kelenjar getah bening perut, hati, limpa, ginjal, pankreas, tiroid, jantung, otak dan meningen. Gejala gangguan usus dari sindrom hiperinfeksi termasuk diare berat, malabsorpsi dan kelainan elektrolit. Sindrom hiperinfeksi menyebabkan tingkat kematian sekitar 86%. Sepsis bakteri, meningitis, peritonitis dan endokarditis sekunder akibat penyebaran larva dari usus adalah komplikasi hiperinfeksi yang sering dan berakibat fatal.

d) Diagnosa Laboratorium

Diagnosis *Strongyloidiasis* mungkin sulit karena sedikitnya jumlah larva di stadium awal di dalam tinja. Pemeriksaan sedimen tinja yang telah disentrifus dapat menemukan adanya larva cacing (Gambar 12). Berbeda dengan infeksi cacing tambang, pada infeksi *S. stercoralis*, telur umumnya tidak terlihat.



Gambar 12. Larva *Strongyloides stercoralis*. Panjang 180-380 μm dan lebar 14-24 μm . Larva ini dapat dibedakan dari larva cacing tambang dengan rongga bukal kerongkongan yang panjang dan struktur primordium genital yang besar (Sumber : *Parasitology dalam Medical Microbiology*, Murray, PR, 2013, 7th : 787).

Pengumpulan spesimen tinja sebanyak 3x buang air besar selama 3 hari (sama seperti untuk *G. lamblia*), sangat disarankan karena larva *S. stercoralis* dapat muncul seperti “hujan”, kadang-kadang banyak di hari pertama atau kedua, tetapi kadang-kadang sedikit atau tidak ada sama sekali di hari berikutnya.

Beberapa teknisi laboratorium ada yang menyukai metode kasa corong Baermann untuk mengkonsentrasikan kehidupan larva *S. stercoralis* dari spesimen tinja. Metode ini menggunakan corong dan selembar kain kasa. Corong diisi dengan air hangat sampai batas yang hanya menutupi kain kasa. Lalu spesimen tinja diletakkan di atas kain kasa, sebagian bersentuhan dengan air. Maka larva di tinja akan bermigrasi melalui kain kasa ke dalam air lalu mengendap ke leher corong, dimana mereka dapat dideteksi dengan mikroskop.

Jika tidak ditemukan di dalam tinja, larva dapat dideteksi dengan melakukan aspirasi duodenum atau dalam dahak pada kasus infeksi masif. Inokulasi larva dari tinja dapat menggunakan kultur arang atau metode cawan agar, meskipun cara ini tidak rutin dilakukan di sebagian besar laboratorium. Pemeriksaan antibodi *Strongyloides* dalam darah dapat berguna sebagai tes skrining atau tes tambahan untuk diagnosis.

e) **Pengobatan, Pencegahan dan Pengendalian**

Pasien yang terinfeksi harus dirawat untuk mencegah auto-infeksi dan potensi penyebaran (hiperinfeksi) dari parasit. Obat utama adalah Ivermectin dengan Albendazole atau Mebendazole sebagai alternatif. Pasien di daerah endemik yang akan menjalani terapi immunosupresif harus setidaknya 3 (tiga) kali memeriksa tinjanya untuk memastikan tidak adanya infeksi *S. stercoralis* sehingga dapat menghindari risiko sindrom hiperinfeksi.

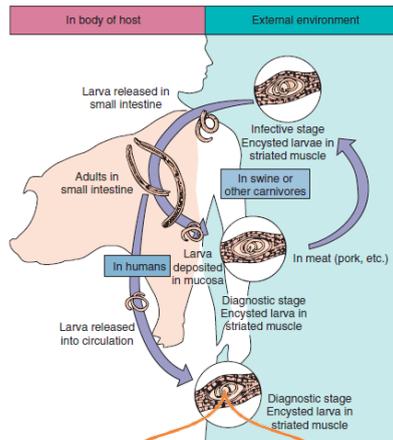
Tindakan pengendalian infeksi yang ketat harus dilakukan ketika dokter menyatakan pasien dengan sindrom hiperinfeksi. Hal ini karena tinja, air liur, muntahan dan cairan tubuh pasien mungkin mengandung larva filariform yang infeksiif. Seperti halnya cacing tambang, pengendalian *Strongyloides spp* memerlukan penyuluhan, sanitasi yang baik dan pengobatan segera dari infeksi yang ada.

8) **TRICHINELLA SPIRALIS**

a) **Fisiologi dan Struktur**

Trichinella spiralis adalah penyebab utama Trichinosis pada manusia, di samping spesies lain, seperti *T. pseudospiralis* dan *T. britovi*. Cacing dewasa hidup di mukosa duodenum dan jejunum dari mamalia pemakan daging di seluruh dunia. Bentuk larva infeksiif ditemukan di otot lurik karnivora dan mamalia omnivora. Di antara hewan peliharaan, babi paling

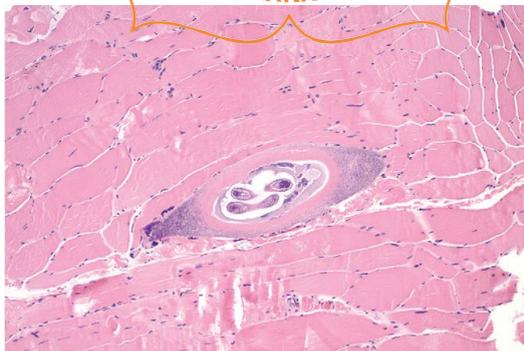
sering ditemukan parasit ini. Gambar 13 menjelaskan siklus hidup langsung yang berakhir di otot manusia, di mana larva akhirnya mati dan mengapur.



Gambar 13. Siklus hidup *Trichinella spiralis*

(Sumber : *Parasitology dalam Medical Microbiology*, Murray, PR, 2013, 7th : 787)

Infeksi dimulai ketika daging yang mengandung kista larva tertelan. Larva meninggalkan daging di dalam usus halus dan dalam waktu 2 hari berkembang menjadi cacing dewasa. Cacing dewasa betina yang dibuahi akan menghasilkan > 1.500 larva dalam waktu 1-3 bulan. Larva bergerak dari mukosa usus ke dalam aliran darah dan dibawa melalui sirkulasi ke berbagai otot di seluruh tubuh, di mana mereka melilit serat otot lurik dan menjadi bentuk kista (Gambar 14).



Gambar 14. Larva *Trichinella spiralis* berkista dalam biopsi otot

(Sumber : *Parasitology dalam Medical Microbiology*, Murray, PR, 2013, 7th : 788)

Otot yang paling sering diserang adalah otot-otot ekstra-okular mata, otot lidah, otot deltoid, dada dan interkostal, otot diafragma dan otot gastrocnemius. Larva berkista tetap hidup selama bertahun-tahun dan menular jika tertelan oleh hewan inang baru. Larva otot dari *T. pseudospiralis* tidak menginduksi pembentukan kista dan menghasilkan lebih sedikit peradangan daripada *T. spiralis*.

b) Epidemiologi

Trichinosis terjadi di seluruh dunia pada manusia dan yang terbesar prevalensinya berhubungan dengan konsumsi daging babi. Selain penularannya lewat babi, banyak hewan karnivora dan omnivora lain menampung parasit ini dan merupakan sumber potensial infeksi pada manusia. Beruang kutub dan Walrus di daerah Arktik dapat menularkan parasit ini pada manusia, terutama dengan strain *T. spiralis* (*T. nativa*) yang lebih tahan terhadap suhu beku dibanding strain *T. spiralis* yang ditemukan di benua Amerika Serikat dan daerah beriklim sedang lainnya. Diperkirakan > 1,5 juta orang Amerika membawa langsung kista *Trichinella* ini di dalam otot mereka dan ± 150.000-300.000 memperoleh infeksi baru setiap tahunnya.

c) Gejala Klinis

Trichinosis adalah salah satu dari penyakit parasit jaringan yang masih ada di Amerika Serikat. Seperti infeksi parasit lainnya, kebanyakan pasien memiliki sedikit gejala klinis atau tidak ada sama sekali. Gejala klinis sangat tergantung pada banyaknya jaringan yang terinfeksi dan lokasi larva migran.

- 1) Pasien yang ditemukan tidak lebih dari 10 larva migran per gram jaringan biasanya tanpa gejala,
- 2) Pasien dengan setidaknya 100 larva migran umumnya memiliki gejala penyakit yang signifikan,
- 3) Pasien dengan 1000-5000 larva migran memiliki kasus yang sangat serius dan kadang-kadang berakhir dengan kematian.

Pada infeksi ringan dengan sedikit larva migran, pasien hanya akan mengalami sindrom mirip influenza dengan demam dan diare ringan. Adanya migrasi larva yang lebih luas akan menyebabkan demam persisten, gangguan gastrointestinal, eosinofilia, nyeri otot dan edema periorbital.

Pecahnya perdarahan di bawah kuku dapat disebabkan oleh vaskulitis akibat sekresi toksik dari larva migran. Pada infeksi berat, terjadi gejala neurologis yang parah, termasuk psikosis, meningo-ensefalitis dan trauma serebrovaskular. Pada pasien yang selamat dari larva migran akan terjadi kerusakan otot. Pembentukan larva pada infeksi sedang menyebabkan penurunan gejala klinis dalam 5 atau 6 minggu. Trichinosis fatal terjadi ketika ada gejala miokarditis, ensefalitis dan pneumonitis. Akibatnya pasien meninggal 4-6 minggu setelah infeksi. Sering kasus gagal nafas mengikuti invasi berat dan kerusakan otot di diafragma.

d) **Diagnosa Laboratorium**

Diagnosis biasanya ditegakkan dengan pengamatan gejala klinis, terutama ketika terjadi wabah yang dapat ditelusuri dengan riwayat apakah pernah makan daging babi atau beruang yang tidak dimasak dengan benar. Diagnosis laboratorium dengan menemukan adanya kista larva di dalam daging atau otot dari spesimen biopsi pasien. Terdapat juga eosinofilia yang khas. Pemeriksaan serologis biasanya dengan menentukan titer antibodi dimana biasanya tidak ada sebelum minggu ke-3 sakit tetapi setelah itu akan positif bahkan mungkin bertahan selama bertahun-tahun.

e) **Pengobatan, Pencegahan, dan Pengendalian**

Pengobatan Trichinosis sebenarnya tidak karena tidak ada obat anti-parasit yang baik untuk jaringan yang terinfeksi. Pengobatan cacing dewasa di usus dengan Mebendazole dapat menghambat produksi larva baru. Steroid dengan Thiabendazole atau Mebendazole sangat disarankan untuk gejala klinik yang parah. Pada infeksi yang disebabkan oleh *T.pseudospiralis*, Albendazole mungkin efektif. Penyuluhan tentang bahaya penularan Trichinosis dari daging babi dan beruang yang tidak dimasak sampai matang sangat penting. Memasak dengan *microwave*, mengasapkan atau mengeringkan daging, tidak akan membunuh larva. Tidak memberikan makanan sampah kepada ternak babi dan melarang beruang mencari makan di tempat sampah atau taman umum dapat mengendalikan transmisi penularan. Pembekuan cepat daging babi pada suhu -40°C atau penyimpanan pada suhu rendah -15°C selama 20 hari atau lebih juga dapat merusak parasit ini.

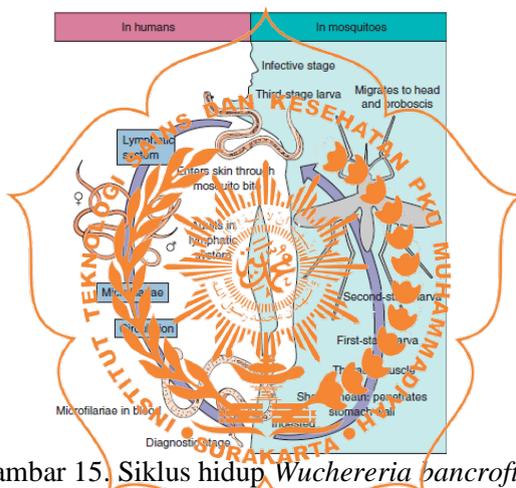
3. Nematoda Darah dan Jaringan

Filaria adalah cacing gelang yang panjang dan ramping serta merupakan parasit darah, getah bening, sub-kutan dan jaringan ikat. Nematoda ini ditularkan oleh nyamuk atau melalui gigitan lalat. Sebagian besar menghasilkan larva cacing yang disebut mikrofilaria yang ditunjukkan dalam spesimen darah atau jaringan sub-kutan dan potongan kulit.

1) *WUCHERERIA BANCROFTI* AND *BRUGIA MALAYI*

a) Fisiologi dan Struktur

Wuchereria bancrofti dan *Brugia malayi* mempunyai kesamaan secara struktur dan fisiologis. Infeksi pada manusia diawali dengan masuknya larva infeksi yang ada dalam air liur nyamuk yang menggigit manusia (Gambar 15).



Gambar 15. Siklus hidup *Wuchereria bancrofti*

(Sumber : *Parasitology dalam Medical Microbiology*, Murray, PR, 2013, 7th : 788)

Berbagai spesies nyamuk *Anopheles*, *Aedes* dan *Culex* merupakan vektor dari filariasis *W. bancrofti* dan *B. malayi*. Larva bermigrasi dari lokasi gigitan ke sistem limfatik, terutama di lengan, kaki atau selangkangan, tempat tumbuhnya larva hingga dewasa terjadi. Dari 3-12 bulan setelah infeksi awal, cacing dewasa jantan membuahi betina, yang pada gilirannya menghasilkan larva mikrofilaria berselubung yang masuk ke dalam sirkulasi. Adanya mikrofilaria dalam darah adalah diagnosis untuk penyakit filaria pada manusia. Di dalam nyamuk, larva bergerak melalui otot perut dan dada dalam stadium perkembangan dan akhirnya

bermigrasi ke probosis (belalai). Di sini mereka menjadi infektif (larva tahap ke-3) dan ditularkan oleh nyamuk yang sedang makan. Bentuk dewasa dalam manusia dapat bertahan selama 10 tahun.

b) Epidemiologi

Infeksi *W. bancrofti* terjadi di daerah tropis dan sub-tropis; daerah endemik ada di Afrika Tengah, sepanjang pantai Mediterania, wilayah Asia, termasuk Cina, Korea, Jepang dan Filipina. Termasuk juga di Haiti, Trinidad, Suriname, Panama, Kosta Rika dan Brasil. Tidak ada hewan perantara untuk *W. Bancrofti* ini.

Sedangkan infeksi *B.malayi* ditemukan terutama di Malaysia, India, Thailand, Vietnam, sebagian Cina, Korea, Jepang dan banyak lagi pulau-pulau Pasifik. Terdapat hewan perantara (*animal reservoir*) seperti kucing dan monyet untuk *B.malayi* ini.

c) Gejala Klinis

Pada beberapa pasien, tidak menunjukkan adanya gejala-gejala penyakit, meskipun spesimen darah dapat menunjukkan adanya mikrofilaria. Pada pasien lain, gejala akut awal adalah demam menggigil, dengan serangan demam berulang, limfagitis dan limfadenitis. Infeksi akut diperkirakan hasil dari respon inflamasi terhadap adanya cacing remaja yang *molting* dan mati atau sekarat di dalam pembuluh limfatik. Pada infeksi yang sedang berkembang, kelenjar getah bening, anggota gerak, skrotum dan testis membesar dengan pembentukan abses sesekali.

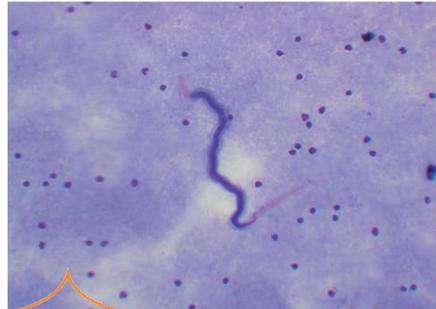
Obstruksi kelenjar getah bening dalam pembuluh darah disebabkan oleh adanya cacing dewasa dan reaktivitas *host* dalam sistem limfatik. Obstruksi ini dapat diperumit oleh infeksi bakteri berulang yang menyebabkan kerusakan jaringan. Penebalan dan hipertrofi jaringan yang terinfeksi dapat menyebabkan pembesaran jaringan, terutama anggota gerak lalu berkembang menjadi penyakit kaki gajah. Filariasis ini merupakan penyakit kronis, sehingga membutuhkan diagnosis dan pengobatan yang cepat. Kadang-kadang terjadi asites dan efusi pleura sekunder akibat pecahnya pembuluh limfatik ke dalam peritoneum atau rongga pleura.

d) Diagnosa Laboratorium

Eosinofilia biasanya ada selama inflamasi akut. Adanya mikrofilaria di dalam darah diperlukan untuk diagnosis pasti. Seperti halnya malaria, mikrofilaria dari *W. bancrofti* dan *B. malayi* dapat dilihat melalui apusan darah yang diwarnai Giemsa (Gambar 16 dan 17).



Gambar 16. Pewarnaan Giemsa dari mikrofilaria *Wuchereria bancrofti* berselubung di SAD, panjang 245-295 μm × lebar 7-10 μm .



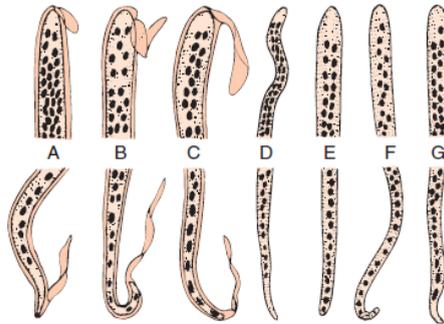
Gambar 17. Pewarnaan Giemsa dari mikrofilaria *Brugia malayi* berselubung di SAD, panjang 180-230 μm × lebar 5-6 μm .

(Sumber : *Parasitology dalam Medical Microbiology*, Murray, T.R, 2013, 7^m, 789)

Konsentrasi antikoagulan dari specimen darah dan urin perlu diperhatikan dalam pembuatan apusan. Lapisan *buffy coat* dari sel lekosit amat berguna untuk mendeteksi adanya mikrofilaria. Adanya sejumlah kecil mikrofilaria di darah dapat dideteksi dengan teknik filtrasi membran di mana darah yang berisi anti-koagulan dicampur dengan garam NaCl dan dipaksa melalui filter membran berukuran 5 μm . Setelah beberapa menit dicuci dengan air garam atau air suling, filter diperiksa secara mikroskopis untuk mikrofilaria hidup atau dikeringkan, difiksasi dan diwarnai.

W. bancrofti dan *B. malayi* sama-sama aktif di malam hari dan periodisitasnya sub-periodik dalam produksi mikrofilaria. Periodisitas nokturnal menghasilkan lebih banyak mikrofilaria dalam darah pada malam hari, sedangkan dengan sub-periodik, mikrofilaria ada setiap saat dengan puncaknya pada sore hari. *W. bancrofti*, *B. malayi* dan *Loa loa*, menunjukkan selubung pada mikrofilariannya. Ini dapat menjadi langkah

pertama dalam mengidentifikasi jenis spesifik filariasis. Identifikasi lebih lanjut didasarkan pada studi kepala dan struktur ekor (Gambar 18).



Gambar 18. Diferensiasi mikrofilaria. Identifikasi mikrofilaria didasarkan pada keberadaan selubung yang menutupi larva, disamping juga distribusi inti di daerah ekor. A. *Wuchereria bancrofti*; B. *Brugia malayi*; C. *Loa loa*; D. *Onchocerca volvulus*; E. *Mansonella perstans*; F. *Mansonella streptocerca*; G. *Mansonella ozzardi*.

(Sumber : *Parasitology* dalam *Medical Microbiology*, Murray, PR, 2013, 7th : 790)

Secara klinis, identifikasi spesies yang tepat tidak penting, karena pengobatan untuk semua filariasis adalah sama kecuali *Onchocerca volvulus*. Tes serologis untuk mendeteksi antigen filaria di dalam darah dapat dilakukan meski tidak tersedia secara luas sebagai tes diagnostik.

e) Pengobatan, Pencegahan, dan Pengendalian

Pengobatan kurang bermanfaat dalam kebanyakan kasus Filariasis limfatik kronis karena jaringan parut dan limfedema. Saat ini pengobatan Filariasis dengan membunuh stadium mikrofilaria. Penemuan bakteri *Wolbachia endosymbion* meningkatkan kemungkinan penggunaan antibiotik seperti Doksisisiklin untuk membunuh cacing dewasa. Hal ini penting karena sampai saat ini tidak ada obat yang efektif membunuh stadium cacing dewasa dari parasit ini.

Obat pilihan untuk *W.bancrofti* dan *B.malayi* adalah Dietilkarbamazin (DEC). Ivermectin dan Albendazol juga dapat digunakan, tetapi sering dikombinasi dengan DEC. Operasi pembedahan untuk obstruksi limfatik dapat membantu secara kosmetika. Penyuluhan tentang infeksi filaria, pengendalian nyamuk, penggunaan pakaian pelindung dan obat nyamuk

serta pengobatan infeksi dapat mencegah penularan lebih lanjut. Pengendalian infeksi *B. malayi* lebih sulit karena adanya hewan reservoir pada parasit ini.

2) LOA LOA

a) Fisiologi dan Struktur

Siklus hidup *L. loa* mirip dengan yang diilustrasikan pada Gambar 15, kecuali vektornya adalah lalat penggigit yang disebut *Chrysops*, si lalat mangga. Sekitar 6 bulan setelah infeksi, produksi mikrofilaria dimulai dan dapat bertahan selama 17 tahun atau lebih. Cacing dewasa dapat bermigrasi melalui jaringan subkutan, melalui otot, dan melalui bola mata depan.

b) Epidemiologi

L. loa hanya ditemukan pada hutan hujan tropis di ekuatorial Afrika dan endemik di Afrika Barat, Kongo dan sebagian Nigeria. Monyet di daerah ini berfungsi sebagai hospes perantara dalam siklus hidup, dengan lalat mangga sebagai vektor.

c) Gejala Klinis

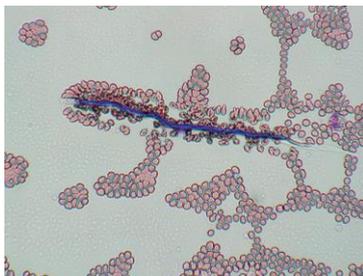
Gejala biasanya timbul muncul sampai sekitar 1 tahun setelah lalat menggigit karena cacing lambat dalam mencapai dewasa. Salah satu tanda pertama infeksi adalah ada yang disebut pembengkakan Calabar. Pembengkakan ini bersifat sementara dan biasanya muncul di anggota gerak, disebabkan cacing bermigrasi melalui jaringan subkutan, membuat pembesaran daerah nodular yang menyakitkan dan gatal.

Eosinofilia (50-70%) dan pembengkakan Calabar diyakini sebagai hasil reaksi alergi terhadap cacing atau metabolitnya. Cacing dewasa *L. loa* juga dapat bermigrasi di bawah konjungtiva, menyebabkan iritasi yang menyakitkan, edema kelopak mata dan gangguan penglihatan. Adanya cacing di mata sudah pasti membuat cemas bagi pasien. Infeksi mungkin lama sembuhnya dan pada beberapa kasus tanpa gejala.

d) Diagnosa Laboratorium

Pengamatan gejala klinis pembengkakan Calabar atau migrasi cacing di mata, dikombinasikan dengan eosinofilia, harus mengingatkan dokter

untuk mempertimbangkan infeksi *L.loa*. Mikrofilaria dapat ditemukan dalam darah (Gambar 19).



Gambar 19. Pewarnaan Giemsa dari mikrofilaria berselubung cacing *Loa loa* dalam darah panjang 230-250 μm \times lebar 6-9 μm
(Sumber : *Parasitology* dalam *Medical Microbiology*, Murray, PR, 2013, 7th : 791)

Berbeda dengan filaria lainnya *L. loa* dapat ditemukan pada siang hari. Tes serologis dapat berguna untuk mengkonfirmasi diagnosis tetapi saat ini belum tersedia.

e) **Pengobatan, Pencegahan, dan Pengendalian**

Obat DEC efektif terhadap cacing dewasa dan mikrofilaria; tetapi penghancuran parasit dapat menyebabkan reaksi alergi yang memerlukan pengobatan dengan kortikosteroid. *Albendazole* atau *Ivermectin* terbukti efektif dalam memberantas mikrofilaria. Operasi pembedahan untuk menghilangkan cacing yang bermigrasi ke mata atau hidung dapat dilakukan setelah pemberian beberapa dosis kokain 10%. Penyuluhan tentang bahaya infeksi dan vektornya untuk orang yang memasuki daerah endemik sangat penting. Perlindungan dari gigitan lalat dengan menggunakan pakaian pelindung yang sesuai dan penolak serangga serta pengobatan terhadap kasus juga penting dalam mengurangi kejadian infeksi.

3) **SPESES MANSONELLA**

Infeksi filaria yang disebabkan oleh spesies *Mansonella* lebih sedikit dan umumnya asimtomatik tetapi dapat menyebabkan dermatitis, limfadenitis, hidrokela dan jarang menyebabkan obstruksi limfatik yang berakibat kaki gajah. Semua spesies *Mansonella* menghasilkan mikrofilaria yang tidak berselubung di dalam darah dan jaringan sub-kutan serta semuanya ditularkan melalui gigitan hama (spesies *Culicoides*) atau lalat hitam (spesies *Simulium*).

Ivermectin adalah obat pilihan untuk *M. ozzardi* dan *M. streptocerca*, sedangkan DEC digunakan untuk *M. perstans*. Identifikasi spesies dapat dilakukan dengan membuat apusan darah dan mewarnainya dengan Giemsa (Gambar 18). Diagnosa juga dapat dilakukan dengan pemeriksaan serologi. Pencegahan dan pengendalian memerlukan tindakan yang melibatkan pengusir serangga, tes skrining dan tindakan pencegahan lainnya seperti yang dilakukan untuk semua penyakit yang ditularkan oleh serangga.

a) MANSONELLA PERSTANS

M. perstans terutama terdapat di bagian tropis Afrika, Amerika Tengah dan Selatan. Parasit ini dapat menyebabkan reaksi alergi kulit, edema dan pembengkakan Calabar seperti infeksi *L.loa*. Hospes perantara (*reservoir host*) adalah simpanse dan gorila.

b) MANSONELLA OZZARDI

M. ozzardi ditemukan terutama di Amerika Tengah dan Selatan serta Hindia Barat. Parasit ini menyebabkan pembengkakan kelenjar getah bening dan hidrokela sesekali. Tidak ada hospes perantara.

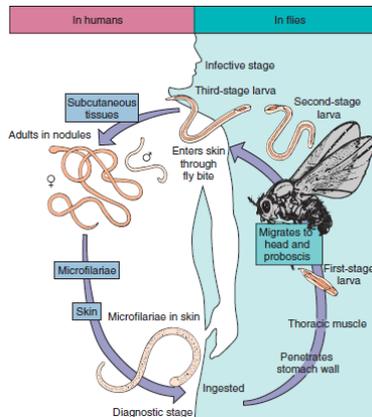
c) MANSONELLA STREPTOCERCA

Parasit *M. streptocerca* terutama ada di Afrika, khususnya Kongo. Parasit ini dapat menyebabkan edema kulit dan jarang menimbulkan kaki gajah. Monyet berperan sebagai hospes perantara.

4) ONCHOCERCA VOLVULUS

a) Fisiologi dan Struktur

Infeksi terjadi setelah penetrasi larva *O. volvulus* ke dalam kulit dengan cara gigitan vektor lalat *Simulium* atau lalat hitam (Gambar 20).



Gambar 20. Siklus hidup *Onchocerca volvulus* (Sumber : *Parasitology dalam Medical Microbiology*, Murray, PR, 2013, 7th : 791)

Larva cacing bermigrasi dari kulit ke jaringan subkutan dan berkembang menjadi cacing dewasa jantan dan betina. Cacing dewasa terbungkus dalam jaringan subkutan berserat nodul di mana mereka dapat tetap hidup selama 15 tahun. Cacing dewasa betina setelah dibuahi oleh jantan, mulai berproduksi sebanyak 2000 mikrofilaria tidak berselubung setiap hari. Mikrofilaria keluar dari kapsul dan bermigrasi ke kulit, mata, dan jaringan tubuh lain.

Mikrofilaria tak berselubung ini muncul di jaringan kulit dan sangat infeksius terhadap alat bita. Sekarang semua stadium siklus hidup cacing mengandung *Wolbachia* endosimbion bakteri. Jadi pembersihan endosimbion dengan obat antibiotik akan menghambat perkembangan cacing, menghalangi embriogenesis dan kesuburannya serta mengurangi kelangsungan hidup cacing.

b) Epidemiologi

O. volvulus endemik di banyak bagian Afrika, terutama di Kongo dan lembah Sungai Volta, termasuk juga di negara-negara Amerika Tengah dan Selatan. *Onchocerciasis* menginfeksi > 18 juta orang di seluruh dunia dan menyebabkan kebutaan pada sekitar 5% orang yang terinfeksi. Beberapa spesies lalat hitam genus *Simulium* berperan sebagai vektor tetapi sebagai vektor utama adalah *Simulium damnosum*. Lalat hitam atau lalat kerbau ini berkembang biak di sungai yang alirannya deras, sehingga

membuat pemberantasan oleh insektisida hampir tidak efektif karena bahan kimianya cepat hanyut.

Prevalensi infeksi pada laki-laki lebih besar dibanding perempuan di daerah endemik karena banyak laki-laki yang bekerja di dalam atau di sekitar sungai tempat lalat hitam berkembang biak. Studi di daerah endemik di Afrika telah menunjukkan bahwa 50% laki-laki buta total sebelum mencapai usia 50 tahun.

c) Gejala Klinis

Onchocerciasis klinis ditandai dengan infeksi kulit, jaringan subkutan, kelenjar getah bening dan mata. Gambaran klinis infeksi disebabkan reaksi inflamasi akut dan kronis terhadap antigen yang dilepaskan oleh mikrofilaria saat mereka bermigrasi ke jaringan. Masa inkubasi dari larva infeksi sampai cacing dewasa adalah beberapa bulan sampai 1 tahun.

Gejala-gejala awal penyakit adalah demam, eosinofilia dan urtikaria. Saat cacing dewasa kawin akan menghasilkan mikrofilaria, akibatnya nodul-nodul subkutan mulai muncul pada bagian tubuh manapun. Nodul ini paling berbahaya ketika ada di kepala dan leher karena mikrofilaria dapat bermigrasi ke mata dan menyebabkan kerusakan jaringan yang menyebabkan kebutaan.

Bakteri *Wolbachia endosymbion* memainkan peran penting dalam inflamasi dan patogenesis Onchocerciasis. Pelepasan *Wolbachia* setelah kematian mikrofilaria di kornea dapat menyebabkan kerusakan kornea, edema dan *opacity* dengan menginduksi neutrofil dan infiltrasi makrofag dan aktivasi di stroma kornea. Akibatnya terjadilah konjungtivitis dengan fotofobia lalu keratitis *punctata* dan sclerosis. Penyakit mata bagian dalam dengan uveitis anterior, korioretinitis, dan neuritis optik dapat juga terjadi.

Di dalam kulit, proses inflamasi akan menyebabkan hilangnya elastisitas dan area depigmentasi, penebalan dan atrofi. Gejala lain adalah pruritus, hiperkeratosis dan penebalan *myxedematous*. Bentuk kaki gajah, yang disebut selangkangan gantung, juga terjadi ketika nodul terletak di dekat alat kelamin.

d) Diagnosa Laboratorium

Diagnosis Onchocerciasis ditegakkan dengan menemukan mikrofilaria dalam sediaan biopsi kulit dari daerah infraskapular atau gluteal. Sampel diperoleh dengan mengangkat kulit dengan jarum dan

mencukur lapisan epidermis kulit. Spesimen diinkubasi dalam *saline* selama beberapa jam lalu diperiksa dengan mikroskop untuk mengetahui keberadaan mikrofilaria yang tak berselubung (Gambar 21).



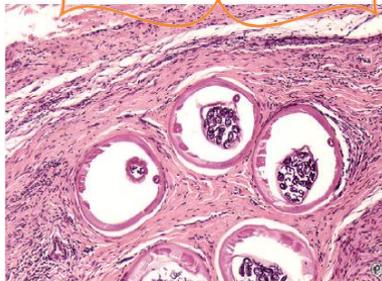
Gambar 21. Pewarnaan Giemsa dari mikrofilaria tak berselubung *Onchocerca volvulus*.

Panjang 300-315 μm x lebar 5-9 μm (Sumber : *Parasitology dalam Medical Microbiology*, Murray, PR, 2013, 7th : 793)

Pemeriksaan serologis menggunakan antigen rekombinan dapat dimanfaatkan untuk pengujian yang menggunakan PCR dalam mendeteksi DNA *Onchocerca* di dalam spesimen potongan kulit.

e) **Pengobatan, Pencegahan dan Pengendalian**

Operasi pengangkatan kapsul nodul sering dilakukan untuk menghilangkan cacing dewasa dan menghentikan produksi mikrofilaria (Gambar 22).



Gambar 22. Penampang melintang cacing dewasa betina *O. volvulus* di nodul yang dipotong menunjukkan banyak mikrofilaria (Sumber : *Parasitology dalam Medical Microbiology*, Murray, PR, 2013, 7th : 793)

Pengobatan dengan ivermectin dianjurkan. Dengan dosis tunggal ivermectin (150 mg/kg) sangat mengurangi jumlah mikrofilaria di kulit dan mata. Di daerah endemik, dosis ivermectin dapat diulang setiap 6-12 bulan untuk menekan mikrofilaria dermal dan okular. Pembasmian mikrofilaria dermal dapat mengurangi penularan penyakit onchocerciasis. Belum ada bukti bahwa *O. volvulus* resisten terhadap ivermectin. Meski demikian hendaknya tetap waspada pada pemberian obat yang bervariasi dalam jangka waktu lama.

Obat doksisisiklin telah menunjukkan aktivitas mikrofilarisida. Doksisisiklin pada dosis 200 mg/hari selama 6 minggu diberikan kepada pasien yang baru datang dari daerah endemik. Penyuluhan bahaya penyakit dan penularannya sangat penting. Perlindungan dari gigitan lalat hitam melalui penggunaan pakaian pelindung, kelambu dan penolak serangga, serta diagnosis dan pengobatan infeksi yang cepat dapat mencegah penularan lebih lanjut. Meskipun pengendalian perkembangbiakan lalat hitam sulit dilakukan karena insektisida hanyut di sungai, beberapa bentuk pengendalian vektor secara biologis dapat mengurangi reproduksi lalat dan penularan penyakit.

5) **DIROFILARIA IMMITIS**

Beberapa filaria yang ditularkan melalui gigitan nyamuk dapat menginfeksi anjing, kucing, rakun dan kucing hutan di alam, kadang-kadang ditemukan pada manusia. *Dirofilaria immitis* adalah cacing hati anjing, terkenal karena membentuk bolus cacing yang mematikan di hati anjing. Nematoda ini juga dapat menginfeksi manusia, menyebabkan nodul, yang disebut lesi koin di paru-paru. Hanya sangat jarang cacing ini ditemukan di hati manusia.

Lesi koin di paru-paru menimbulkan masalah bagi ahli radiologi dan ahli bedah karena menyerupai keganasan yang membutuhkan operasi pengangkatan. Sayangnya tidak ada pemeriksaan laboratorium dapat memberikan diagnosis yang akurat dari dirofilariasis. Eosinofilia perifer jarang terjadi, dan gambaran radiografik tidak cukup untuk memungkinkan dokter untuk membedakan dirofilariasis paru dari karsinoma bronkogenik. Tes serologis tidak cukup sensitif atau spesifik untuk mencegah intervensi bedah.

Diagnosis pasti dapat dibuat dengan pemeriksaan mikroskopis dari spesimen torakotomi, yang menggambarkan penampang khas dari parasit.

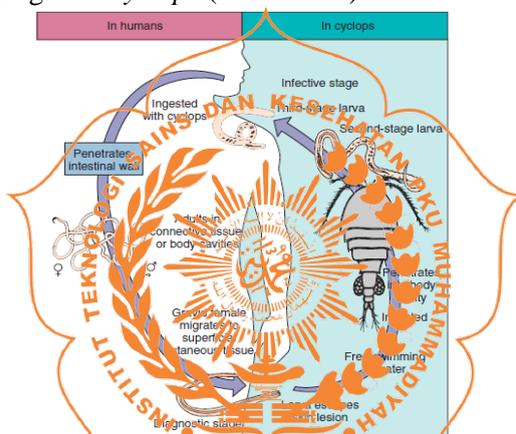
Penularan infeksi filaria ini dapat dikendalikan dengan pemberantasan nyamuk dan penggunaan obat profilaksis Ivermectin pada anjing.

6) *MEDINENSIS DRACUNCULUS*

Nama *Dracunculus medinensis* berarti “Naga Kecil dari Medina”. Infeksi cacing ini telah ditemukan pada zaman nabi Musa dengan kaumnya bangsa Israel di Laut Merah.

a) Fisiologi dan Struktur

D. medinensis bukan merupakan cacing filaria tetapi merupakan Nematoda penting dalam dunia medis yang menginfeksi jaringan. Ditemukan di seluruh dunia. Cacing memiliki siklus kehidupan yang sangat sederhana, tergantung pada air tawar dan micro-crustacea (*Copepoda*) dari genus *Cyclops* (Gambar 23).



Gambar 23. Siklus hidup *Dracunculus medinensis* (Sumber : *Parasitology dalam Medical Microbiology*, Murray, PR, 2013, 7th : 794)

Ketika spesies *Cyclops* yang mengandung larva *D. medinensis* tertelan di dalam air minum, infeksi dimulai dengan mengeluarkan larva di perut. Larva menembus dinding saluran pencernaan dan bermigrasi ke ruang retroperitoneal, di sana mereka matang. Larva ini bukan mikrofilaria dan tidak muncul dalam darah atau jaringan lainnya. Cacing jantan dan betina kawin di retroperitoneum dan betina yang telah dibuahi kemudian bermigrasi ke jaringan subkutan, biasanya di anggota gerak. Ketika cacing betina yang telah dibuahi menjadi gravid, sebuah vesikel terbentuk di

jaringan inang, yang akan mengalami ulserasi. Ketika ulser telah terbentuk sempurna, cacing akan menonjolkan lengkungannya melalui ulkus.

Ketika kontak dengan air, larva cacing akan dilepaskan. Larva kemudian dicerna oleh spesies Cyclops di air tawar, di mana mereka kemudian menginfeksi manusia atau hewan yang minum air yang mengandung spesies Cyclops.

b) Epidemiologi

D. medinensis banyak terdapat di Asia dan khatulistiwa Afrika, menginfeksi sekitar 10 juta orang. Hospes perantara adalah anjing dan hewan berbulu lain yang minum atau bersentuhan dengan air yang mengandung spesies Cyclops infeksius. Infeksi pada manusia biasanya diakibatkan oleh tertelannya air sungai ketika ia sedang mandi atau mencuci. Pada saat itu cacing betina gravid mengeluarkan larva dari lukanya di lengan, kaki dan pergelangan kaki untuk menginfeksi spesies Cyclops di dalam air. Sungai, kolam, dan genangan air dapat menjadi sumber infeksi ketika manusia menggunkannya untuk air minum atau mandi.

c) Gejala Klinis

Gejala infeksi biasanya tidak muncul sampai cacing betina gravid membuat vesikel dan borok di kulit manusia yang terinfeksi untuk melepaskan larva cacing. Gejala ini biasanya terjadi 1 tahun setelah paparan awal. Di lokasi borok, ada eritema dan nyeri, serta reaksi alergi terhadap cacing. Ditemukan abses dan infeksi bakteri sekunder, yang mengarah ke kerusakan jaringan dan reaksi inflamasi dengan nyeri yang intens dan pengelupasan kulit.

Jika tubuh cacing rusak saat mengeluarkannya dari kulit pasien, akan muncul reaksi toksik dan jika cacing mati dan mengapur, akan ada pembentukan nodul dan beberapa reaksi alergi. Setelah cacing betina gravid mengeluarkan semua larvanya, ia dapat masuk ke jaringan yang lebih dalam, di mana ia secara bertahap diserap atau mungkin dikeluarkan begitu saja dari tempat itu.

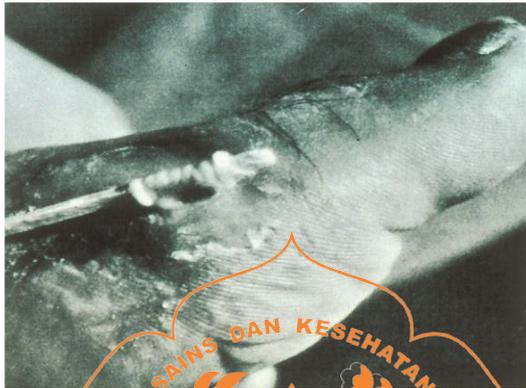
d) Diagnosa Laboratorium

Diagnosis ditegakkan dengan mengamati ulkus yang khas dan dengan mengaliri ulser (borok) dengan air untuk memulihkan larva cacing agar

dapat dikeluarkan. Kadang-kadang, pemeriksaan radiografi mengungkapkan cacing di berbagai bagian tubuh.

e) Pengobatan, Pencegahan, dan Pengendalian

Mengeluarkan cacing dari kulit pasien dengan menggunakan stik untuk melilitkannya masih banyak digunakan di banyak daerah endemik (Gambar 24).



Gambar 24. Menghilangkan cacing dewasa *Dracunculus medinensis* dari borok dengan melilitkan cacing secara perlahan di sekitar stik (Sumber : *Parasitology dalam Medical Microbiology*, Murray PR, 2013, 7th : 794)

Operasi pengangkatan merupakan prosedur yang praktis dan andal untuk pasien yang terinfeksi. Tidak ada bukti bahwa obat cacing apapun memiliki efek langsung pada *D. medinensis*, meskipun Benzimidazol memiliki efek anti-inflamasi dan mengeluarkan cacing atau membuat operasi pengangkatan lebih mudah. Pengobatan dengan mebendazol menyebabkan migrasi cacing yang menyimpang, sehingga mereka dapat muncul di tempat anatomi selain tungkai bawah. Penyuluhan tentang bahaya infeksi cacing dan menghindari air yang terkontaminasi dengan spesies Cyclops adalah penting. Melarang orang mandi dan mencuci pakaian di kolam, sungai atau genangan air yang tercemar parasit ini penting. Orang yang tinggal di atau bepergian ke daerah endemik harus memasak air sampai mendidih sebelum diminum. Pengolahan air dengan bahan kimia dan penggunaan ikan yang dapat mengkonsumsi Cyclops spesies sebagai makanannya dapat membantu mengendalikan penularan. Diagnosis yang tepat dan pengobatan penderita juga dapat mengurangi penularan.

C. Tugas

1. Tugas Essay (Studi Kasus)

Seorang anak laki-laki usia 10 tahun dibawa oleh ayahnya ke RS untuk mengobati penyakitnya. Dokter pun menanyakan keluhan anak itu. Ayahnya menjelaskan kalau anaknya mengalami nyeri perut, kram, mual dan diare ringan yang berlangsung selama kurang lebih 2 minggu. Sehari sebelumnya, anak itu melaporkan kepada orang tuanya bahwa dia mengeluarkan cacing besar ke WC dari anusnya saat buang air besar. Anak itu pun menyiram cacing itu sebelum orang tua melihatnya. Pemeriksaan fisik oleh dokter benar-benar biasa-biasa saja. Anak laki-laki itu tidak mengalami demam, batuk atau ruam dan tidak mengeluh gatal pada anus. Riwayat perjalanannya biasa-biasa saja. Dokter pun menyuruh anak itu dan ayahnya pergi ke laboratorium untuk diperiksa fesusnya sehingga akan mengungkapkan diagnosis penyakitnya.

- 1) Parasit usus manusia manakah yang merupakan nematoda?
- 2) Nematoda mana yang mungkin dalam kasus ini? Organisme apa yang dapat ditemukan dalam tinja?
- 3) Apa cara yang paling mungkin untuk mendapatkan parasit ini?
- 4) Apakah pasien ini berisiko mengalami autoinfeksi?
- 5) Jelaskan siklus hidup parasit ini.
- 6) Apakah parasit ini dapat menyebabkan gejala ekstraintestinal? Organ lain mana yang mungkin di terang dan apa yang mungkin merangsang invasi ekstraintestinal?

2. Tugas Obyektif (Soal Pilihan Ganda)

- 1) Seorang ATLM melakukan pemeriksaan cacing dewasa yang ditemukan di sekitar anus seorang anak yang sering mengalami gatal (pruritus) pada anus waktu malam hari. Cacing tersebut memiliki panjang ± 9 mm, bagian anterior mempunyai alae, ekor panjang runcing. Sampel apakah yang sebaiknya diambil untuk menemukan telur cacing tersebut :
 - A. Darah
 - B. Feses
 - C. *Perianal swab*
 - D. Urin
 - E. *Vaginal swab*

- 2) Seorang pasien laki-laki umur 45 tahun, baru pulang sebagai TKI dari Korea dan Jepang. Selama seminggu ini dia mengeluhkan demam menggigil, dengan serangan demam berulang, limfangitis dan limfadenitis. Setelah diperiksa oleh dokter ternyata mulai nampak pembesaran pada skrotum, testis, anggota gerak dan ada abses. Sewaktu tinggal di Korea dan Jepang, lingkungan tempat tinggalnya banyak ditemukan kucing peliharaan. Akhirnya dokter menyarankan untuk dilakukan pemeriksaan laboratorium, dengan pengambilan spesimen pada malam hari. Parasit apakah yang kira-kira menginfeksi pasien tersebut ?
- Onchorcherca volvulus*
 - Brugia malayi*
 - Brugia timori*
 - Wuchereria bancrofti*
 - Loa-loa*
- 3) Cacing Nematoda usus yang mendapat julukan cacing kremi adalah :
- Ascaris lumbricoides*
 - Enterobius vermicularis*
 - Trichuris trichiura*
 - Ancylostoma duodenale*
 - Necator americanus*
- 4) Cacing Nematoda penyebab infeksi kecacingan yang dapat ditemukan di seluruh dunia (kosmopolit) adalah, kecuali :
- A.lumbricoides*
 - Enterobius vermicularis*
 - Trichuris trichiura*
 - Cacing tambang
 - Wuchereria bancrofti* dan *Brugia malayi*
- 5) Cacing Nematoda yang menyebabkan sangat gatal-gatal di sekitar anus (pruritus ani) sehingga pasien menggaruk-garuk anusnyanya yang mengakibatkan iritasi, adalah cacing :
- A.lumbricoides*
 - Enterobius vermicularis*
 - Trichuris trichiura*
 - Cacing tambang
 - Wuchereria bancrofti* dan *Brugia malayi*

- 6) Sedangkan cacing Nematoda yang berukuran paling besar diantara Nematoda lainnya adalah cacing :
- A. *A. lumbricoides*
 - B. *Enterobius vermicularis*
 - C. *Trichuris trichiura*
 - D. Cacing tambang
 - E. *Wuchereria bancrofti* dan *Brugia malayi*
- 7) Auto-infeksi ("*retrofection*") pada Enterobiasis dapat terjadi karena :
- A. Telur tertelan dan larva cacing bebas berkembang di mukosa usus
 - B. Telur menetas di lipatan perianal dan larva cacing bermigrasi ke rektum dan usus besar.
 - C. Telur ditularkan dari tangan ke mulut dengan cara anak-anak menggaruk lipatan perianal.
 - D. Debu mengandung telur yang menempel di pintu, jendela dan tempat tidur di kamar yang dihuni oleh orang yang terinfeksi tertelup atau tertelur
 - E. Cacing menempel pada dinding usus sehingga dapat menyebabkan peradangan dan pembentukan granuloma.
- 8) Di bawah ini, adalah langkah-langkah yang tepat dalam penegakan diagnosis Enterobiasis, kecuali
- A. Diagnosis didasarkan dengan adanya gejala-gejala klinis
 - B. Diagnosis ditegakkan dengan menemukan adanya telur cacing yang khas pada mukosa anus.
 - C. Pengambilan spesimen tinja melalui usap anus (swab anal)
 - D. Spesimen harus diambil ketika anak mandi atau buang air besar dan segera dikirim ke laboratorium
 - E. Diperlukan sebanyak 3x *swab anal* selama 3 hari berturut-turut.
- 9) Cacing dewasa dapat membentuk seperti bola benang kusut di usus sehingga dapat menyebabkan obstruksi, perforasi dan oklusi appendiks adalah infeksi yang disebabkan oleh Nematoda usus dari cacing
- A. *Strongyloides stercoralis*
 - B. *A.lumbricoides*
 - C. *Enterobius vermicularis*

- D. *Trichuris trichiura*
E. Cacing tambang
- 10) Cacing Nematoda usus yang dapat bermigrasi ke saluran empedu, kantong empedu dan hati sehingga dapat menyebabkan kerusakan jaringan adalah
- A. *Strongyloides stercoralis*
B. *A.lumbricoides*
C. *Enterobius vermicularis*
D. *Trichuris trichiura*
E. Cacing tambang
- 11) Infeksi Nematoda usus dengan banyak larva dan migrasi cacing ke paru-paru yang dapat menyebabkan pneumonitis menyerupai asma adalah dari spesies
- A. *Strongyloides stercoralis*
B. *A.lumbricoides*
C. *Enterobius vermicularis*
D. *Trichuris trichiura*
E. Cacing tambang
- 12) *Visceral Larva Migrants* (VLM) dan *Occural Larva Migrans* (OLM) disebabkan oleh cacing
- A. *Baylisascaris procyonis*
B. *Toxocara canis* dan *Toxocara cati*
C. *Enterobius vermicularis*
D. *Trichuris trichiura*
E. Cacing Tambang
- 13) Penyebab dari *Neural Larva Migrans* (NLM) yang fatal adalah cacing
- A. *Baylisascaris procyonis*
B. *Toxocara canis* dan *Toxocara cati*
C. *Enterobius vermicularis*
D. *Trichuris trichiura*
E. Cacing Tambang
- 14) Cacing ini dapat menyebabkan apendisitis karena mengisi lumen dan terjadi prolaps rektum pada anak-anak karena iritasi dan mengejan saat buang air besar. Cacing yang dimaksud adalah
- A. *Baylisascaris procyonis*
B. *Toxocara canis* dan *Toxocara cati*

- C. *Enterobius vermicularis*
D. *Trichuris trichiura*
E. Cacing Tambang
- 15) Didapatnya karakteristik telur dalam feses yang berbentuk seperti tong atau gentong adalah diagnosa laboratorium dari cacing
- A. *Baylisascaris procyonis*
B. *Toxocara canis* dan *Toxocara cati*
C. *Enterobius vermicularis*
D. *Trichuris trichiura*
E. Cacing Tambang
- 16) Bentuk infektif dari cacing tambang adalah
- A. Larva rhabditiform
B. Larva filariform
C. Telur cacing
D. Cacing dewasa
E. Larva migran
- 17) Cacing dewasa dari Nematoda usus ini dapat menyebabkan gejala gastrointestinal, mual, muntah, diare dan anemia (terutama anemia mikrositik hipokrom). Cacing yang dimaksud adalah
- A. *Baylisascaris procyonis*
B. *Toxocara canis* dan *Toxocara cati*
C. *Enterobius vermicularis*
D. *Trichuris trichiura*
E. Cacing Tambang
- 18) Pada pemeriksaan mikroskopis feses akan nampak karakteristik telur tersegmentasi. Adalah diagnosis laboratorium dari cacing
- A. *Toxocara canis* dan *Toxocara cati*
B. *Enterobius vermicularis*
C. *Trichuris trichiura*
D. Cacing Tambang
E. *Baylisascaris procyonis*
- 19) Spesies cacing tambang yang menyebabkan *cutaneous larva migrans* atau disebut juga *ground itch* dan *creeping eruption* adalah
- A. *Ancylostoma braziliense*
B. *Ancylostoma duodenale*
C. *Necator americanus*

- D. *Ancylostoma braziliense* dan *Ancylostoma duodenale*
 E. *Ancylostoma duodenale* dan *Necator americanus*
- 20) Spesies cacing tambang ini secara alami adalah parasit di usus anjing dan kucing serta tidak sengaja menginfeksi manusia. Sehingga diagnosis nya berdasarkan gejala klinis dan riwayat kontak dengan kotoran anjing dan kucing. Spesies yang dimaksud adalah
- A. *Ancylostoma duodenale*
 B. *Necator americanus*
 C. *Ancylostoma braziliense*
 D. *Strongyloides stercoralis*
 E. *Enterobius vermicularis*
- 21) Cacing Nematoda usus yang dapat menyebabkan sindrom hiperinfeksi sehingga dapat menyebabkan kematian pasien adalah spesies
- A. *Ancylostoma duodenale*
 B. *Necator americanus*
 C. *Ancylostoma braziliense*
 D. *Strongyloides stercoralis*
 E. *Enterobius vermicularis*
- 22) Diagnosis laboratorium *Strongyloides stercoralis* dapat menjadi sulit karena
- A. Sedikitnya jumlah larva di stadium awal dalam feses dan telur umumnya tidak terdeteksi
 B. Infeksinya mirip dengan infeksi cacing tambang
 C. Tidak adanya larva migran
 D. Cacing tidak bertelur dalam tubuh manusia, hanya di hewan perantara
 E. Pengambilan sampel yang susah

D. Referensi

1. Murray, P.R., Rosenthal, K.S., Pfaller, M.A. (2013). *Medical Microbiology*, Seventh Edition. Elsevier Saunders, Philadelphia, PA.
2. Staf Pengajar Parasitologi FKUI (2015). *Buku Ajar Parasitologi Kedokteran*, Edisi IV, Cetakan ke-5, Badan Penerbit FKUI, Jakarta.

3. Ideham, B., Pusarawati, S. (2014). *Penuntun Praktis Parasitologi Kedokteran*, Cetakan ke-2, Airlangga University Press (AUP), Surabaya.
4. Soedarto. 2011. *Buku Ajar Parasitologi Kedokteran*. CV. Sagung Seto, Jakarta.
5. Prianto, J. 2012. *Atlas Parasitologi Kedokteran*, PT. Gramedia Jakarta Utama, Jakarta.

E. Glosarium

1. Animal reservoir : hewan perantara
2. Larva migran : migrasinya larva cacing ke berbagai organ/ jaringan tubuh sehingga dapat menyebabkan kerusakan jaringan/ organ tubuh
3. Sindrom hiperinfeksi : sindrom yang terjadi pada infeksi cacing Nematoda akibat keseimbangan antara *host* dan parasit terganggu oleh obat atau perakit apa pun yang mengganggu sistem kekebalan *host*.

F. Indeks

Auto-infeksi, 72



BAB IV CESTODA

Ade Irma, S.Si., M.Si.

A. Tujuan pembelajaran :

Tujuan dari pembelajaran ini yaitu untuk mengetahui parasit pada cacing pita (cestoda) yang meliputi parasit cacing pita daging, parasit cacing pita ikan dan cacing pita tikus. Adapun topik pembahasan parasit cestoda) diantaranya adalah nama umum dari parasit cacing pita, sejarah dan distribusi, habitat, morfologi, siklus hidup, patogenisitas dan gambaran klinis, diagnosis laboratorium, cara pencegahan dari penyakit yang ditimbulkan serta cara pengobatan.

B. Materi

Cacing pipih termasuk kedalam filum Platyhelminthes. Cacing ini terbagi menjadi beberapa kelas yaitu Tubellaria, Monogenea, Trematoda, dan Cestoda. Pada bab ini akan dibahas salah satu kelas dari filum Platyhelminthes yaitu cestoda atau biasa dikenal dengan cacing pita. Karakteristik dari cacing pita yaitu memiliki organ skoleks (scolex), leher, dan strobila. Skoleks (scolex) merupakan kepala yang berfungsi untuk melekat pada organ inang (hospes). Pada bagian skoleks juga terdapat sucker dan rostellum. Bagian leher berfungsi sebagai tempat pertumbuhan badan. Adapun strobila yang merupakan badan yang terdiri atas segmen-segmen yang disebut proglotid.

1. Cacing Pita Daging

a. Nama Umum

Taenia saginata merupakan jenis cacing pita yang terdapat pada daging sapi dan *Taenia solium* merupakan jenis cacing pita yang terdapat pada daging babi. Oleh karena itu, *T. Saginata* disebut sebagai cacing pita sapi (*beef tapeworm*) sedangkan *T. solium* disebut sebagai cacing pita babi (*pork tapeworm*).

b. Sejarah dan Distribusi

Taenia telah dikenal sebagai parasit pada usus manusia dari zaman kuno. Seorang ilmuwan yang bernama Johann August Ephraim Goeze tahun 1782 membedakan *Taenia* yang diantaranya adalah *Taenia saginata* dan *Taenia solium*. Siklus

hidup *Taenia* ini dijelaskan ilmuwan Leuckart, pada tahun 1861, ketika pertama kali secara eksperimental menunjukkan bahwa sapi berfungsi sebagai inang perantara untuk cacing. Nama *Taenia* berasal dari kata Yunani yang berarti pita, awalnya digunakan untuk merujuk pada sebagian besar cacing pita, tetapi sekarang terbatas pada anggota Genus *Taenia* saja. Saat ini *T. saginata* dan *T. solium* sudah tersebar di seluruh dunia, dimana konsumsi daging hewan sangat tinggi di suatu daerah dan pada daerah yang melarang konsumsi daging babi, angka penyebaran *T. solium* sangat kecil.

c. Habitat

Taenia merupakan suatu parasit yang dapat bertahan hidup sampai 25 tahun pada suhu dan kelembaban udara tertentu untuk hidup dan berkembang biak, serta memerlukan dua inang yang berbeda untuk kelangsungan hidupnya. *Taenia saginata* dan *Taenia solium* hidup di usus halus manusia, umumnya di jejunum pada usus halus. Cacing *T. saginata* dan *T. solium* dewasa biasanya hidup pada saluran pencernaan manusia (sebagai hospes definitif), sedangkan bentuk larvanya di temukan pada otak, hati, otak atau jaringan dibawah kulit inang perantara yaitu sapi dan babi (hospes intermediat). Pada tubuh manusia biasanya ditemukan hanya satu ekor cacing dewasa. Apabila kondisi sanitasi lingkungan yang buruk maka kedua telur cacing tersebut dapat menemani lingkungan.

d. Morfologi

1) Cacing dewasa *Taenia saginata*

Cacing dewasa *T. saginata* memiliki tubuh berwarna putih, menyerupai seperti pita, bentuk pipih dan beruas-ruas, memiliki ukuran panjang sekitar 5 - 10 meter. Cacing dewasa *T. saginata* terdiri dari bagian kepala (scolex), bagian leher dan bagian badan (strobila).

- Bagian kepala (scolex), berukuran sekitar 1-2 mm, memiliki empat batil penghisap yang menyerupai mangkuk berdiameter sekitar 0,7 mm dan terletak diempat sudut berbeda. Bagian scolex tidak memiliki rostellum atau kait oleh karena itu, *T. saginata* disebut cacing pita tidak bersenjata, hanya empat batil

penghisapnya yang berfungsi sebagai satu-satunya organ pelekat.

- Bagian leher memiliki bentuk yang sempit dan panjang, merupakan tempat tumbuhnya badan dan ruas-ruas.
- Bagian badan (strobila) memiliki proglotid atau segmen-segmen yang berjumlah 1000-2000 buah, yang tersebar dibagian belakang leher untuk proglotid yang belum matang, proglotid matang berada pada bagian tengah dan proglotid gravid disepertiga akhir bagian tubuh. Proglotid mengandung struktur reproduksi jantan dan betina. Testisnya berjumlah sekitar 300-400 buah (dua kali lebih banyak dari *T. solium*). Proglotid gravid memiliki 15-30 cabang lateral dan tidak memiliki lubang uterus. Proglotid ini dapat bergerak aktif dan setiap harinya sekitar 9 proglotid yang keluar melalui lubang anus.

2) Cacing dewasa *Tricria solium*

Cacing dewasa *T. solium* memiliki bagian tubuh yang hampir sama dengan cacing dewasa *T. saginata*. Ukuran cacing dewasa *T. solium* memiliki panjang sekitar 2-3 meter.

- Bagian kepala (scollex), berukuran kecil dan bulat, berdiameter sekitar 1 mm, dengan empat pengisap seperti mangkuk berdiameter 0.5 mm, memiliki rostellum bulat yang mencolok, dan hocklets (kait-kait) berjumlah 20-50.
- Bagian leher berukuran pendek dan setebal setengah dari kepalanya.
- Bagian badan (strobila), memiliki proglotid kurang dari 1.000. Proglotid gravid memiliki panjang sekitar 12 mm dan lebar 6 mm. Proglotid gravid (proglotid yang matang) tidak dikeluarkan satu per satu, tetapi keluar secara pasif membentuk rantai pendek.

3) Telur

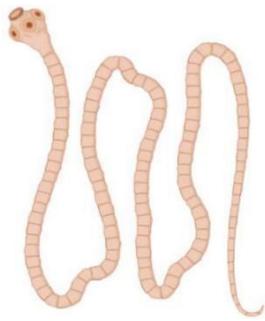
Telur dari kedua spesies cacing ini sangat sulit untuk dibedakan. Bentuknya bulat, berdiameter antara 30-40 μm ,

memiliki membran embrionik tipis di sekelilingnya, yang segera menghilang setelah meninggalkan proglotid. Pada bagian tengah telur terdapat embrio yang dapat berkembang penuh (onkosfer) dengan tiga pasang mata kail (embrio heksakan). Telur tidak dapat mengapung dalam larutan garam jenuh. Telur *T. saginata* hanya infeksi pada sapi dan tidak pada manusia, sedangkan telur *T. solium* bersifat infeksi terhadap babi dan juga manusia. Telur cacing dapat bertahan hidup di lingkungan luar selama berbulan-bulan.

4) Larva

Pada tahap ini, telur cacing yang sudah tertelan di dalam tubuh hewan atau manusia akan berkembang menjadi larva. Larva *Taenia* disebut juga dengan sistiserkus. Larva *Taenia saginata* dinamakan **Sistiserkus bovis** sedangkan larva *Taenia solium* dinamakan **Sistiserkus cellulosae**.

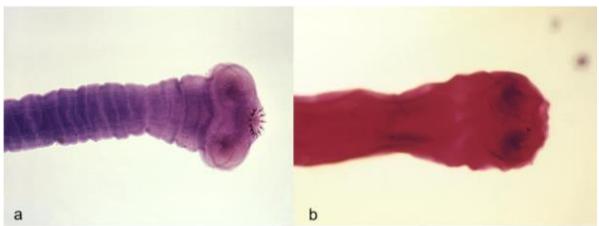
- **Sistiserkus bovis**, kata *Cysticercus* berasal dari bahasa Yunani yaitu *kystis* yang berarti kantung kemih dan *kerkos* yang berarti ekor. Larva ini berasal dari *T. saginata* dan merupakan stadium infeksi bagi manusia. Larva ini memiliki bentuk bulat atau oval atau berbentuk seperti vesikel kecil seperti kantung yang menyerupai kantung kemih. Larva ini dapat ditemukan pada jaringan otot pada sapi seperti jaringan otot jantung, diafragma, dan lidah sapi yang sudah terinfeksi dan tidak ditemukan pada manusia.
- **Sistiserkus selulosa**, merupakan nama larva dari *T. solium* dan juga bentuk infeksi dari parasit. Larva ini dapat berkembang di berbagai organ babi dan juga pada manusia. Larva ini memiliki bentuk yang hampir sama dengan sistiserkus bovis, perbedaan hanya pada ukuran yakni lebar 8-10 mm dan panjang 5 mm.



Gambar 1. Morfologi cacing pita *Taenia solium* Sumber : CDC. Cysticercosis. <https://www.cdc.gov/parasites/cysticercosis/biology>.



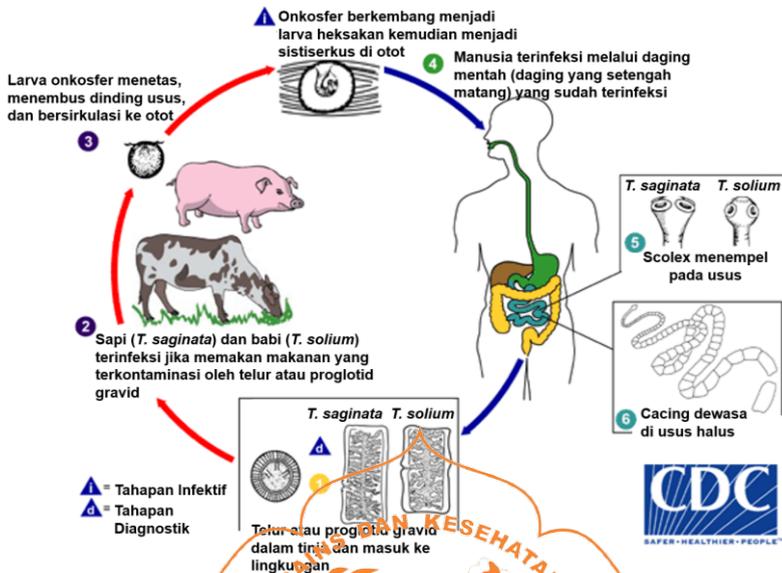
Gambar 2. Morfologi cacing pita *Taenia saginata* Sumber : <https://www.msdmanuals.com/home/infections/parasitic-infections-cestodes-tape-worms/tape-worm-infection>



Gambar 3. Scolex a. *Taenia solium*, b. *Taenia saginata* Sumber :

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537154/figure/article-29872.image.f4/>

e. Siklus Hidup *Taenia saginata* dan *Taenia solium*



Gambar 4. Sklus hidup *Taenia solium* dan *Taenia saginata*

Sumber : CDC. Taeniasis. <https://www.cdc.gov/parasites/taeniasis/>

Siklus hidup dari cacing pita *Taenia saginata* dan *Taenia solium* melibatkan dua inang (hosts) yaitu hospes definitif dan hospes intermediet. Hospes definitif *T. saginata* dan *T. solium* adalah manusia. Sedangkan hospes intermediet *T. saginata* adalah sapi dan *T. solium* adalah babi.

Siklus hidup dimulai ketika telur atau proglotid gravid (proglotid yang matang) keluar ke lingkungan bersama tinja (feses). Telur cacing ini masih bersifat infektif sampai beberapa hari atau bulan di lingkungan luar. Kemudian sapi (*T. saginata*) dan babi (*T. solium*) akan terinfeksi jika memakan makanan yang terkontaminasi oleh telur atau proglotid gravid. Tahap selanjutnya telur menjadi larva onkosfer dan onkosfer akan pecah dan menginvasi dinding usus kemudian bermigrasi ke otot. Setelah itu, onkosfer berkembang menjadi larva heksakan lalu berkembang menjadi sistiserkus di otot. Tahapan

berikutnya yaitu manusia akan terinfeksi jika mengkonsumsi daging mentah (daging yang setengah matang) yang mengandung sistiserkus. Pada usus halus manusia, sistiserkus berkembang menjadi dewasa perlu waktu lebih dari 2 bulan dan dapat tetap hidup selama beberapa tahun. Bagian kepala (scolex) dari cacing dewasa akan menempel dan menetap pada usus halus. Tahapan selanjutnya adalah proglotid gravid cacing dewasa akan terlepas dari tubuh dan bermigrasi ke anus atau keluar bersama tinja (kira-kira 6 proglotid per hari). Jumlah proglotid bagian tubuh cacing dewasa *T. saginata* dapat mencapai 1000-2000 proglotid, sedangkan pada *T. solium* rata-rata 1000 proglotid. Selain itu, telur cacing *T. saginata* dapat menghasilkan telur sebanyak 100.000 sedangkan *T. solium* berjumlah 50.000 butir telur per proglotid.

f. Patogenisitas dan Gambaran Klinis

Taenia dapat menimbulkan suatu penyakit bernama **Taeniasis** dan **Sistiserkosis**.

- a) Taeniasis adalah penyakit yang diakibatkan karena infeksi cacing pita (*Taenia saginata* atau *Taenia solium*). Berikut gejala klinis yang dapat timbulkan antara lain:
 - Adanya cacing pita dewasa yang ukurannya besar pada pasien terinfeksi dapat menyebabkan ketidaknyamanan kesehatan pada pasien.
 - Gangguan pencernaan seperti mual, diare
 - Berat badan menurun.
 - Gatal pada anus
 - Mengalami pusing
 - Penyakit usus akut, apendisitis akut dan pankreatitis jugabisa ditimbulkan.
- b) Sistiserkosis adalah penyakit yg disebabkan oleh larva (sistiserkus selulosa) dari *Taenia solium* baik itu cuma mengandung satu larva sistiserkus selulosa atau lebih dari

satu. Setiap organ atau jaringan tubuh bisa mengalami sistiserkosis, paling banyak ditemukan di otak, mata, otot, dan lapisan bawah kulit dan gejala yang bisa ditimbulkan beragam sesuai dengan lokasi yang terjangkit parasit sistiserkus. Beberapa gejala atau dampak yang bisa ditimbulkan adalah sebagai berikut :

- Sistiserkosis pada otak mengakibatkan neurosistiserkosis yang dapat menimbulkan resiko strok, epilepsi, gangguan kejiwaan, afasia, dan kelainan pada tengkorak.
- Sistiserkosis okular, dapat mengakibatkan kista pada vitreous humor, ruang subretina dan mata merah bahkan dapat mengakibatkan penglihatan.
- Sistiserkosis otot dapat menyebabkan miositis akut.

g. Diagnosis Laboratorium Taeniasis

Diagnosa laboratorium taeniasis dilakukan melalui beberapa cara yaitu pemeriksaan tinja, deteksi antigen Taenia dalam tinja, metode serodagnosis dan metode diagnosis molekuler. Yang menjadi fokus pemeriksaan adalah adanya telur dan proglotid pada feses.

a) Pemeriksaan tinja yang menjadi fokus pemeriksaan adalah adanya telur dan atau proglotid pada feses.

- Telur :
 - Pemeriksaan mikroskopis pada feses menunjukkan adanya karakteristik telur Taenias sebesar 20- 80% pada pasien.
 - Menggunakan metode konsentrasi formol-eter dengan prinsip fermentasi.
 - Telur juga dapat dideteksi dengan metode anal swab (NIH swab) dengan hasil sebesar 85-95%.
 - Untuk Identifikasi spesies cacing pita tidak dapat dilakukan dari telur, karena telur Taenia saginata dan Taenia solium serupa.
- Proglotid : mengidentifikasi spesies dapat

dilakukan dengan pemeriksaan menggunakan lensa tangan.

- Scolex: Diagnosis juga dapat ditegakkan dengan metode konsumsi obat cacing .
- b). Deteksi antigen Taenia dalam tinja, mendeteksi antigen *enzyme-linked immunosorbent assay* (ELISA) menggunakan antisera poliklonal terhadap Taenia digunakan untuk mendeteksi coproantigen dalam tinja sejak tahun 1990 dan lebih sensitif daripada menggunakan mikroskop (spesifitas 100% dan sensitivitas 98%). Kelemahan dari metode ini adalah tidak dapat membedakan antara *T. saginata* dan *T. Solium*.
 - c) Serodiagnosis, antibodi spesifik untuk antigen stadium dewasa dalam serum dapat dideteksi oleh metode ELISA dan tes imunofluoresensi dan tes *indirect hemagglutination* (IHA).
 - d) Diagnosis molekuler, menggunakan metode *polymerase chain reaction* (PCR)
- h. Diagnosis Laboratorium Sistiserkosis**
- Diagnosa laboratorium sistiserkosis dilakukan dengan tiga metode yakni biopsi, serodiagnosis, dan metode pencitraan.
- a. Biopsi: dilakukan dengan pengambilan sampel jaringan dan melakukan pemeriksaan menggunakan mikroskop untuk mendeteksi adanya scolex cacing dalam jaringan.
 - b. Pemindaian dengan Computerised tomography (CT) scan atau Magnetic Resonance Imaging (MRI) untuk mendeteksi keberadaan kista serta melihat ukuran kista
 - c. Pemeriksaan tinja, untuk mendeteksi adanya telur cacing pita di dalam tinja
 - d. Serologi, terdapat dua metode yakni deteksi antibodi: Antibodi antisistiserkus dalam serum atau cairan

serebrospinal dapat dideteksi melalui *enzyme-linked immunosorbent assay* (ELISA) dan *enzyme-linked immunoelectrotrasfer blot* (EITB).

i. Pencegahan

1. Menghilangkan sumber infeksi dengan mengobati penderita Taeniasis
2. Menghindari konsumsi daging sapi dan babi yang mentah atau setengah matang (memasak daging hingga matang sempurna). Daging yang terkontaminasi harus dimasak terlebih dahulu dengan suhu di atas suhu 56 °C.
3. Melakukan sanitasi lingkungan yang baik dan tidak buang air besar sembarangan
4. Mengolah dan memasak sayuran dengan baik atau menghindari konsumsi sayuran mentah yang ditanam di tanah yang tercemar.
5. Melakukan proses pembekuan daging terlebih dahulu untuk mengurangi risiko penularan penyakit. Daging dibekukan pada suhu -20 °C untuk membunuh sistiserkus.

j. Pengobatan

Pengobatan Taeniasis pada hewan dilakukan dengan pemberian obat cacing berupa praziquantel, epsiprantel, mebendazole, febantel dan fenbendazole. Adapun untuk pengobatan Taeniasis pada manusia dilakukan dengan pemberian obat cacing berupa praziquantel, niclosamide, buclosamide atau mebendazole dapat membunuh cacing dewasa dalam usus. Obat praziquantel dengan dosis tunggal (10-20 mg/ kg) adalah obat pilihan dan niclosamide (2 g) dengan dosis tunggal adalah obat lain yang efektif. Pengobatan sistiserkosis selain pemberian oral juga dapat dilakukan pembedahan untuk sistiserkus pada lokasi seperti mata, otak, dan tulang belakang.

Pengobatan neurosistiserkosis aktif memerlukan berbagai pengobatan. Obat yang digunakan adalah praziquantel (50-100 mg/kg dalam 3 dosis terbagi) selama 14 hari, albendazol (15 mg/kg bb dalam 2-3 dosis terbagi) selama 8 hari, kortikosteroid (10-30 mg dexametason perhari), dan obat antikonvulsan seperti fenitoin atau fenobarbital.

2. Cacing Pita Ikan

a. Nama Umum

Cacing pita ikan / Cacing pita lebar

b. Sejarah dan Distribusi

Diphyllobothrium latum adalah cacing pita pada ikan (fish tapeworm). Spesies cacing ini diperkenalkan oleh Plater di Switserland pada tahun 1602. Selanjutnya, cacing ini pertama kali diteliti oleh ilmuwan Amerika yang bernama Wemland pada tahun 1879 pada penderita yang mendapat infeksi di Eropa. Pada tahun 1906 di Amerika Utara terjadi endemik perakit cacing *D. latum* oleh imigran yang terinfeksi. Distribusi dari parasit ini sudah sampai ke beberapa negara seperti Amerika, Kanada, Eropa daerah danau di Swiss, Rumania, Turkestan, Israel, Mongolia, Jepang, Malagasi dan Siberia. Cacing *D. latum* menimbulkan penyakit difilobotriasis dan menginfeksi manusia.

c. Habitat

Cacing ini ditemukan pada usus halus terutama di bagian ileum (usus penyerapan). Cacing ini memiliki bagian scolex (kepala) yang melekat di mukosa usus.

d. Morfologi

Jenis cacing ini berwarna putih menyerupai daging ikan. *Diphyllobothrium latum* memiliki ukuran yang panjang dan bisa mencapai 10 meter. Cacing ini dikenal dengan cacing pita terbesar yang menghuni usus halus manusia. Bagian tubuh dari cacing ini hampir sama dengan semua cestoda lainnya yaitu memiliki 3 bagian utama seperti kepala (scolex), leher (neck) dan strobila.

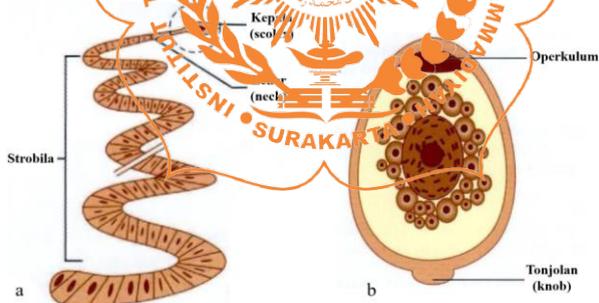
Pada bagian skoleks (kepala) berbentuk seperti spatula atau sendok dengan ukuran panjang skoleks 2-3 mm dengan lebar 1 mm. Bagian skoleks tidak memiliki mulut hisap/alat penghisap (sucker) dan mulut kait/alat kait (rostellum). Strobila terdiri dari 3.000 - 4.000 segmen proglotid dan setiap proglotid mempunyai alat kelamin jantan dan betina yang lengkap sehingga cacing ini bersifat hermafrodit. Telur cacing ini mempunyai operkulum berukuran 70 x 45 micron.



Gambar 5. Morfologi cacing *Diphyllobothrium latum* Sumber:

DC. Diphyllobothrium.

<https://www.cdc.gov/parasites/diphyllobothrium/>



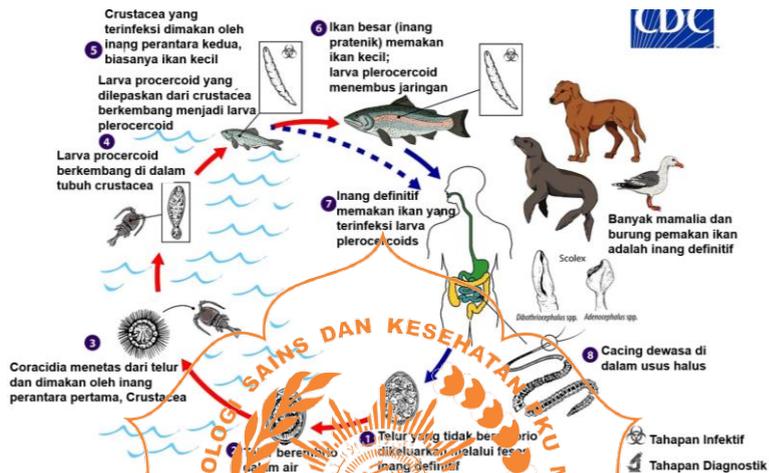
Gambar 6. a. Bagian utama tubuh *Diphyllobothrium latum*, b. Operkulum telur *D. latum*

Sumber: Paniker J. 2018. Paniker's textbook of Medical Parasitology. (Edisi ke-8). Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd.: New Delhi.

e. *Siklus Hidup*

Hospes definitif dari cacing *Diphyllobothrium latum* adalah manusia, anjing, kucing, beruang, dan anjing laut. Adapun hospes intermediet pertama yaitu golongan Copepoda (kelas Crustacea) seperti dari genus Cyclops dan Diaptomus sedangkan hospes intermediet kedua yaitu ikan. Siklus hidup dari cacing *D. latum* dimulai dengan telur cacing yang bentuknya belum berembrio keluar bersama dengan tinja (feses). Pada kondisi lingkungan yang sesuai, telur akan mengalami embrionisasi dalam waktu sekitar 18-20 hari. Kemudian, telur berembrio menjadi onkosfer dan akan berkembang menjadi coracidia (larva onkosfer yang bersilia). Setelah itu, larva coracidia akan dimakan oleh hospes intermediet pertama yaitu hewan Copepoda khususnya dari genus Cyclops atau Diaptomus. Selanjutnya Coracidia akan kehilangan siliary dan menembus dinding usus kemudian berkembang menjadi larva proceroid di dalam rongga tubuh hewan Copepoda tersebut. Larva proceroid selanjutnya akan dimakan oleh hospes intermediet kedua yaitu ikan kecil dan larva akan masuk ke dalam daging ikan dan berkembang menjadi larva plerocercoid (sparganum). Selanjutnya, ikan kecil tersebut akan dimakan oleh ikan yang lebih besar seperti ikan salmon dan lain sebagainya. Tahapan berikutnya yaitu larva sparganum selanjutnya akan bermigrasi ke otot-otot ikan besar. Kemudian apabila manusia (hospes defenitif) mengkonsumsi daging ikan yang terinfeksi oleh larva plerocercoid (sparganum) dalam keadaan tidak matang sempurna (setengah matang) maka sparganum akan tumbuh menjadi cacing dewasa pada usus halus. Cacing dewasa akan menggunakan bagian scolex (kepala) untuk menempel pada mukosa usus halus. Cacing ini akan mencapai kematangan dalam waktu sekitar 5-6 minggu dan mulai bertelur. Telur cacing *D. latum* akan dikeluarkan bersama dengan tinja (feses) kemudian dapat

bersiklus kembali. Cacing dewasa *Diphyllobothrium latum* dapat hidup sekitar 10 tahun atau lebih. Hospes utama pada cacing ini adalah manusia. Selain itu juga menginfeksi mamalia lain dan kelompok burung (aves) yang memakan daging ikan sehingga bisa menjadiahospes definitif.



Gambar 7. Siklus Hidup Jera *Diphyllobothrium latum*

Sumber : CDC, Diphyllobotriasis.

<https://www.cdc.gov/dpdx/diphyllobotriasis/>

f. *Patogenisitas dan Gambaran Klinis*

Patogenisitas dari penyakit difilobotriasis tergantung pada banyaknya jumlah cacing yang menginfeksi inang (hospes). Penyakit ini dapat menyebabkan terganggunya metabolisme sel inang.

- Pada beberapa orang, infeksi dari penyakit ini ada menunjukkan gejala dan ada yang tidak menunjukkan gejala sama sekali.
- Gejala yang ditimbulkan dapat berupa ketidaknyamanan perut, diare, mual, kelelahan, dan penurunan berat badan.
- Kekurangan vitamin B12 dapat menyebabkan terjadinya anemia pernisiiosa.

- Proglotid cacing yang menempel pada mukosa usus dapat menyebabkan kolesistitis/kolangitis (peradangan kantongempedu).
- Pada kasus yang parah, pasien mungkin menunjukkan kelainan neurologis karena terjadi defisiensi penyerapan vitamin B12.

g. **Diagnosis Laboratorium**

Diagnosis laboratorium dilakukan dengan melakukan pemeriksaan tinja (feses). Segmen proglotid cacing *Diphyllobothrium latum* yang dikeluarkan bersama dengan tinjadapat diidentifikasi morfologinya.

h. **Pencegahan**

Upaya pencegahan dari penyakit difilobotriasis :

- 1) Memasak ikan hingga matang sempurna atau tidak mengonsumsi ikan mentah / setengah matang.
- 2) Menjaga sanitasi dengan baik dan tidak buang air besar(BAB) sembarangan
- 3) Pemberian obat cacing pada hewan peliharaan seperti anjing dan kucing

i. **Pengobatan**

- 1) Obat prazikuantel diberikan secara oral dengan dosistunggal 10 mg/kg terbukti efektif.
- 2) Pemberian vitamin B12 jika terjadi defisiensi vitamin B12.

3. *Cacing Pita Tikus*

a. **Nama Umum**

Cacing pita kerdil (*dwarf worm*)

b. *Sejarah dan Distribusi*

Hymenolepis nana adalah cacing pita (kelas cestoda) pada tikus yang pertama kali ditemukan oleh Theodor Bilharz pada tahun 1851. Cacing ini menginfeksi seorang anak di Kairo. Theodor Bilharz meneliti dan memperkenalkan siklus hidup dari cacing ini. Hospes definitifnya adalah manusia, primata, tikus, dan mencit. *H. nana* menyebabkan penyakit yang disebut Hymenolepiasis. Cacing ini sering menginfeksi anak-anak (anak dibawah umur 15 tahun) terutama dengan kondisi sanitasi yang buruk atau pada tingkat higienis yang rendah. Cacing ini tersebar secara luas di seluruh wilayah (kosmopolit) baik di daerah beriklim tropis maupun beriklim sedang seperti Mesir, Sudan, Thailand, India, Jepang, Amerika Selatan, Eropa Selatan dan Indonesia.

c. *Habitat*

Cacing dewasa *Hymenolepis nana* hidup pada usus penyerapan (ileum) bagian dari usus halus manusia. Selain itu, cacing ini juga ditemukan hewan pengerat seperti tikus dan mencit.

d. *Morfologi*

Cacing dewasa *Hymenolepis nana* merupakan cacing pita yang menginfeksi usus halus manusia. Ukuran panjangnya sekitar 15-40 mm, lebarnya ± 1 mm dan memiliki proglotid sekitar ± 200 . Pada bagian kepala (scolex) terdapat 4 alat penghisap (sucker) dan memiliki pengait (rostellum) yang bersifat refraktil (dapat ditarik/ditonjolkan). Porus genitalis terletak unilateral dan pada tepi anterior dari tiap-tiap segmen. Proglotid yang matang memiliki bentuk trapesium dan proglotid gravid berjumlah 80- 100 tiap segmen.

Telur cacing *Hymenolepis nana* memiliki bentuk oval atau globuler dengan ukuran 30-50 μm . Memiliki membran luar dan bagian dalam yang tipis. Ruang antara dua membran mengandung kuning telur dan mempunyai 4-8 filamen. Pada

kedua ujung bagian membran mengalami penebalan. Di dalam telur terdapat embrio heksakan dan telur cacing dapat bertahan hidup lebih dari 10 hari di lingkungan luar.



Gambar 8. a. Morfologi *Hymenolepis nana*,
b. Bagian Kepala (Scolex), c. Telur cacing *H. nana*
Sumber : CDC. Hymenolepis.

<https://www.cdc.gov/parasites/hymenolepis/>

Telur cacing *Hymenolepis nana* memiliki bentuk oval atau globuler dengan ukuran 30-50 µm. Memiliki membran luar dan bagian dalam yang tipis. Ruang antara dua membran mengandung ruang telur dan mempunyai 4-8 filamen. Pada kedua ujung bagian membran mengalami penebalan. Di dalam telur terdapat embrio heksakan dan telur cacing dapat bertahan hidup lebih dari 10 hari di lingkungan luar.

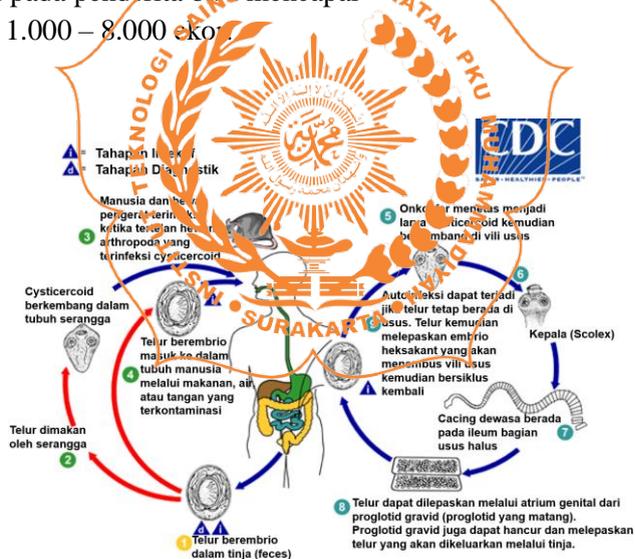
e. *Siklus Hidup*

Tikus merupakan hospes definitif primer sedangkan hospes infektinya adalah manusia. Adapun hospes intermedietnya adalah serangga (kecoak / kutu). Siklus hidup dari cacing *Hymenolepis nana* diawali dengan telur cacing yang berembrio akan keluar bersama dengan tinja (feses) ke lingkungan, Telur tersebut akan tertelan oleh serangga kemudian berkembang menjadi larva cysticercoid. Manusia dan hewan pengerat akan terinfeksi ketika telur berembrio atau cysticercoid tertelan bersama dengan makanan, air minum, atau tangan yang sudah terkontaminasi. Tahapan selanjutnya yaitu telur akan melepaskan onkosfer atau larva heksakan lalu menembus vili usus dan berkembang menjadi

cysticercoid. Bagian kepala (scolex) pada cacing akan melekat dan menembus vili usus dan berkembang menjadi cacing dewasa dalam waktu 10-12 hari. Cacing dewasa berada pada bagian ileum dari usus halus lalu telur akan keluar bersama tinja ketika keluar dari proglotid gravid (proglotid yang matang) atau ketika proglotid gravid hancur dalam usus halus. Cacing dewasa yang terdapat di dalam usus dapat berumur 4-6 minggu.

Autoinfeksi internal dapat terjadi ketika telur tidak dikeluarkan bersama dengan tinja atau feses, akan tetapi telur tersebut menetas di dalam usus, onkosfer yang keluar akan menembus vili usus dan siklus hidupnya akan berulang. Siklus autoinfeksi internal ini termasuk infeksi yang lebih berat karena cacing *H. nana* ini dapat bertahan selama bertahun-tahun di dalam usus penderita. Jumlah cacing jenis ini pada penderita bisa mencapai

1.000 – 8.000 ekor



Gambar 9. Siklus hidup *Hymenolepis nana*

Sumber : CDC. Hymenolepiasis.

<https://www.cdc.gov/dpdx/hymenolepiasis/>

f. **Gambaran Klinis**

Penyakit Hymenolepiasis sering terjadi pada anak-anak. Penyakit ini biasanya tidak menimbulkan gejala atau dapat juga menunjukkan infeksi ringan. Adapun gejala yang dirasakan bagipenderita adalah sakit kepala, pusing, anoreksia, nyeri perut yang disertai diare atau tidak, mual, muntah dan kehilangan berat badan.

g. **Diagnosis Laboratorium**

Diagnosis dilakukan melalui pemeriksaan tinja (feses). Pemeriksaan feses penderita bertujuan untuk menemukan telur cacing *Hymenolepis nana*. Telur cacing memiliki ukuran yang kecil. Sampel yang dibutuhkan ketika identifikasi sebaiknya tinja yang segar agar telur dapat terlihat dengan jelas sehingga mudah teridentifikasi. Cacing dewasa dan proglotid biasanya jarang ditemukan pada tinja penderita. *Enzyme linked Immune Sorbent Assay* (ELISA) merupakan metode pemeriksaan yang saat ini dikembangkan untuk mengidentifikasi telur cacing *H. nana* dan memiliki sensitivitas yang tinggi.

h. **Pencegahan**

Upaya pencegahan dari penyakit Hymenolepiasis :

1. Pola hidup yang *higienis*, mencuci tangan dengan bersihsebelum makan, dan gunakan air yang bersih
2. Sanitasi lingkungan yang baik dan tidak buang air besarsembarangan
3. Cuci, kupas atau masak sayuran dan buah-buahan sebelumdimakan
4. Kontrol hewan pengerat juga dapat dilakukan.

i. **Pengobatan**

Prazikuantel (dosis tunggal 25 mg/kg) adalah obat pilihan. Obat ini efektif terhadap cacing dewasa dan cysticeroid dalam vili usus. Niclosamide dan nitazoxanide dapat digunakan sebagai alternatif. Obat ini efektif dalam menghambat metabolisme khususnya pada

proses pembentukan energi sehingga ATP tidak diproduksi dalam metabolisme sehingga terjadi kematian pada cacing *Hymenolepis nana*. Apabila masih ditemukan cacing *H. nana* maka dapat diberikan peningkatan dosis atau pemberian obat antiparasit seperti atabrine dan bitional dalam waktu yang lebih lama.

C. Rangkuman

Cacing pita termasuk kedalam kelas Cestoda. Pada umumnya kelompok cacing yang termasuk kelas Cestoda bersifat parasit pada manusia. Spesies dari cacing pita tersebut diantaranya adalah *Taenia solium*, *Taenia saginata*, *Diphyllobothrium latum*, dan *Hymenolepis nana*. Jenis cacing pita daging yaitu *Taenia solium* dan *Taenia saginata*. Cacing tersebut terdapat pada daging yang tidak dimasak atau dimasak tapi kurang matang. Kedua jenis cacing tersebut hidup di usus halus dan menghisap nutrisi seperti karbohidrat dan protein pada mukosa usus. Hospes intermediet (hospes perantara) *T. solium* adalah sapi dan hospes intermediet *T. saginata* adalah sapi, sedangkan hospes definitifnya adalah manusia. Cara pencegahan dari penyakit yang ditimbulkan oleh cacing pita daging yaitu menghindari sumber infeksi dengan mengobati penderita Taeniasis, menghindari konsumsi daging sapi dan babi yang mentah atau setengah matang (memasak daging hingga matang sempurna). Daging yang terkontaminasi harus dimasak terlebih dahulu dengan suhu di atas suhu 56°C, melakukan sanitasi lingkungan yang baik dan tidak buang air besar sembarangan, mengolah dan memasak sayuran dengan baik atau menghindari konsumsi sayuran mentah yang ditanam di tanah yang tercemar serta melakukan proses pembekuan daging terlebih dahulu untuk mengurangi risiko penularan penyakit. Daging dibekukan pada suhu -20°C untuk membunuh sistiserkus. Adapun cacing pita ikan disebabkan oleh *Diphyllobothrium latum*. Cacing ini menimbulkan penyakit yang disebut difilobotriasis. Sumber penularan dari cacing *D. latum* adalah manusia dan beruang. Cacing pita ini banyak terdapat pada ikan yang mentah. Pencegahan dari penyakit cacing pita *D. latum* adalah memasak ikan hingga matang sempurna atau tidak mengkonsumsi ikan mentah, menjaga sanitasi dengan baik dan tidak buang air besar (BAB) sembarangan, serta pemberian obat cacing

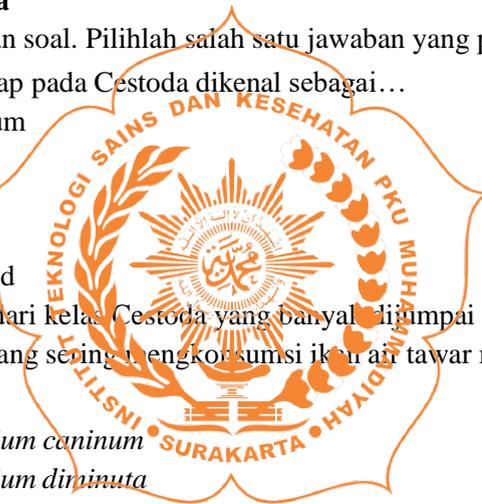
pada hewan peliharaan seperti anjing dan kucing. Selain itu, adapula cacing pita tikus disebabkan oleh *Hymenolepis nana*. Cacing tersebut menyebabkan penyakit yang disebut *Hymenolepiasis*. Sumber penularan dari cacing *H. nana* adalah manusia dan tikus. Cacing pita ini banyak terdapat pada air dan makanan yang telah terkontaminasi. Pencegahan dari penyakit ini adalah menerapkan pola hidup yang higienis, mencuci tangan dengan bersih sebelum makan, menggunakan air yang bersih, sanitasi lingkungan yang baik dan tidak buang air besar sembarangan, serta mencuci dan mengupas atau memasak sayuran dan buah-buahan sebelum dimakan.

D. Tugas

Soal pilihah ganda

Petunjuk pengerjaan soal. Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Alat penghisap pada Cestoda dikenal sebagai...
 - a. Rostellum
 - b. Bothria
 - c. Sucker
 - d. Scolex
 - e. Proglotid
2. Jenis parasit dari kelas Cestoda yang banyak dijumpai pada masyarakat yang sering mengonsumsi ikan air tawar mentah adalah...
 - a. *Dipylidium caninum*
 - b. *Dipylidium dimpinuta*
 - c. *Diphyllobothrium latum*
 - d. *Diphyllobothrium manson*
 - e. *Diphyllobothrium solium*
3. Salah satu spesies cacing yang tergolong ke dalam kelas Cestoda memiliki ciri-ciri yaitu termasuk jenis cacing terpanjang pada manusia dengan ukuran 3 sampai 10 m dan terdiri dari 3000-4000 proglotid yang tiap proglotid mempunyai alat kelamin jantan dan betina pada setiap segmen proglotid dan bersifat hermafrodit adalah
 - a. *Taenia saginata*
 - b. *Enchinochooccus multiocularis*



- c. *Spirometra mensoni*
 d. *Diphylobothrium latum*
 e. *Taenia solium*
4. Obat yang paling efektif digunakan untuk penyakit Hymenolepiasis adalah....
- Tetrasiklin
 - Prazikuantel
 - Albendazole
 - Amoxicillin*
 - Biaverm
5. Susterkus bovis atau cacing gelembung tumbuh di jaringan sela otot selama 12-15 minggu di bagian tubu yang sering dihinggapi larva tsb adalah oto maseter, paha belakang dan punggung adalah cacing.....
- Dypilobpthrium lotum*
 - Taenia saginata*
 - Hymenolepis nana*
 - Hymenoleis diminuta*
 - Enchinochoccus multioocularis*
6. Hospes perantara dari cacing *Taenia saginata* adalah ...
- Ikan air tawar
 - Sapi
 - Kodok
 - Ikan air laut
 - Babi
7. Cacing yang memiliki skoleks memanjang seperti sendok dengan panjang skoleks 2-3 mm, terdapat lekukan dorsal, celah (bbothria) dan yang lain dipermukaan ventral serta tidak mempunyai rostellum maupun kait dengan leher kecil tidak bersegem adalah cacing...
- Multiceps spp*
 - Hymenolepis nana*
 - Hymnenolepis diminuta*
 - Dyphylidium caninum*
 - Diphylidium latum*
8. Cacing yang yang memiliki siklus hidup di mulai dari embrio

kemudian korasidium bersilia dan di makan oleh binatang copepoda seperti cylops dan diaptomus kemudian larva proserkoidnya menyebarkan seluruh tubuh hospes (ikan air tawar) yang setelah menjadi pleroserkoid atau sparganum adalah...

- a. *Muticeps spp*
- b. *Diphyllobothrium latum*
- c. *Spirometra mensoni*
- d. *Taenia solium*
- e. *Taenia saginata*

9. Penyakit Penyakit Hymenolepiasis sering terjadi pada...

- a. Remaja
- b. Lansia
- c. Anak-anak
- d. Orang dewasa
- e. Ibu hamil

10. Penyakit difilobotriasis disebabkan oleh cacing...

- a. *Tarnia saginata*
- b. *Taenia solium*
- c. *Hymenolepis nana*
- d. *Hymenolepis nana*
- e. *Diphyllobothrium latum*

Soal Essay

Petunjuk pengerjaan soal. Jawablah pertanyaan berikut ini dengan jelas dan juga benar!

1. Apakah perbedaan antara cacing *Taenia solium* dan *Taenia saginata*?
2. Jelaskan pengertian dari penyakit difilobotriasis?
3. Apakah yang dimaksud dengan autoinfeksi internal pada cacing *Hymenolepis nana*?
4. Berikan pendapat kalian mengenai cara pencegahan penyakit Hymenolepiasis yang disebabkan oleh *Hymenolepis nana* pada masyarakat yang berada di kawasan permukiman kumuh?
5. Apakah semua spesies cacing pita bersifat hermafrodit ? Jelaskan!

E. Referensi

- Anorital. 2014. Kajian Penyakit Kecacingan *Hymenolepis nana*. Jurnal Biotek Medisiana Indonesia. 3(2):37-47.
- CDC. *Diphyllobothrium*. <https://www.cdc.gov/parasites/diphyllobothrium/>
- CDC. *Diphyllobothriasis*. <https://www.cdc.gov/dpdx/diphyllobothriasis/>
- CDC. *Cysticercosis*. <https://www.cdc.gov/parasites/cysticercosis/biology>.
- CDC. *Hymenolepis*. <https://www.cdc.gov/parasites/hymenolepis/>
- CDC. *Hymenolepiasis*. <https://www.cdc.gov/dpdx/hymenolepiasis/>
- CDC. *Taeniasis*. <https://www.cdc.gov/parasites/taeniasis/>
- Paniker J. 2018. Paniker's textbook of Medical Parasitology. (Edisi ke-8). Jaypee Brothers Medical Publishers (P) Ltd.: New Delhi.
- <https://www.msmanuals.com/home/infections/parasitic-infections-cestodes-tapeworms/tapeworm-infection>
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537154/figure/article-29872.image.f4/>

F. Glosarium

Coracidia larva onkosfer yang bersilia

Cysticercoid salah satu tahapan perkembangan larva cacing pita tertentu

Difilobotriasis penyakit infeksi usus halus yang disebabkan oleh cacing pita ikan *Diphyllobothrium latum*

Hermafrodit suatu individu (seperti cacing) yang memiliki 2 alat kelamin yaitu jantan dan betina

Hospes inang atau tempat hidup dan berkembang suatu parasit

Hospes Definitif hospes atau inang tempat parasit hidup berkembang dan melakukan reproduksi seksual

Hospes Infektif hospes atau inang yang mengandung parasit stadium infektif atau dapat menginfeksi suatu inang seperti manusia

Hospes Intermediet hospes perantara atau inang yang dihuni oleh parasit yang berada dalam stadium larva (aseksual)

Hymenolepiasis penyakit infeksi usus halus yang disebabkan oleh cacing pita tikus *Hymenolepis nana*

Ileum usus penyerapan bagian dari usus halus

Onkosfer larva heksakan yang masih dibungkus lapisan embrionik dan larva ini mampu menembus dinding usus inang

Plerocercoid larva yang berkembang dari larva proceroid dan dapat

bersifat infeksi

Proceroid tahap larva pertama dari beberapa cacing pita, yang biasanya berkembang di dalam rongga tubuh hewan copepoda

Proglotid segmen (ruas) tubuh cacing pita tempat berlangsungnya fertilisasi

Rostellum sebagai alat pengait pada cacing pita yang berfungsi untuk melekat pada organ inang

Scolex bagian kepala dari tubuh cacing pita

Strobila tubuh cacing pita secara keseluruhan

Sucker sebagai alat penghisap pada cacing pita yang berfungsi untuk menghisap nutrisi pada organ inang

G. Indeks

Atabrine 96

Bitional 96

Coracidia 90

Cysticeroid 94

Difilobotriasis 88, 99

Higienis 92, 96, 97

Hymenolepiasis 92, 99

Ileum 88, 93, 98

Niclosamide 88, 96

Onkosfer 81, 88, 90

Operkulum 89

Plerocercoid 90

Prazikuantel 92, 96

Proceroid, 90

Proglotid 80, 90

Refraktil, 93

Rostellum, 78, 89, 93

Scolex 78, 80

Sparganum 90, 99

Strobila, 80, 81

Sucker 82, 97



BAB V TREMATODA

dr. Robertus Surjo Seto, Sp.Rad. Onk.

A. Tujuan Pembelajaran

Mahasiswa mampu memahami konsep trematoda

B. Materi

1. Pendahuluan

Trematoda merupakan anggota hewan tak bertulang belakang yang termasuk dalam filum *Platyhelminthes*, Trematoda merupakan cacing isap yang lazim disebut dengan “*flukes*”. Tubuhnya pipih dan berbentuk seperti daun (*leaf like*), kecuali *Schistosoma* sp yang memanjang. Jenis cacing Trematoda hidup sebagai parasit pada hewan dan manusia. Tubuhnya dilapisi dengan kutikula untuk menjaga agar tubuhnya tidak tercerna oleh hospesnya dan mempunyai alat penghisap dan alat kait untuk melekatkan diri pada hospesnya.

2. Klasifikasi Trematoda

Berdasarkan ukuran tubuhnya, Trematoda dapat dibagi menjadi:

- a. Trematoda besar; yaitu trematoda yang ukuran tubuhnya lebih/ sama dengan 2 sentimeter. Trematoda yang termasuk dalam golongan ini adalah *Fasciola hepatica*, *Fasciola gigantica* dan *Fasciolopsis buski*
- b. Trematoda sedang; yaitu trematoda yang ukuran tubuhnya berkisar antara 1-2 cm. Trematoda dari golongan ini terdiri dari berbagai genus yakni genus *Clonorchis*, *Opistorhis*, *Paragonimus* dan *Schistosoma*
- c. Trematoda kecil; yaitu trematoda yang ukuran tubuhnya kurang dari 1 cm. Contoh: *Heterophyes heterophyes*, *Metagonimus yokogawai*

Menurut habitatnya, Trematoda dibagi ke dalam 4 kelompok yaitu

:

- a. Trematoda hati (*Hepatic Trematodes/liver flukes*), antara lain *Fasciola gigantica*, *Fasciola hepatica* *Clonorchis sinensis*, *Opisthorchis felineus*, *Dicrocoelium dendriticum*, *Opisthorchis viverrini*;

- b. Trematoda usus (*Intestinal Trematodes/intestinal flukes*), antara lain *Fasciolopsis buski*, *Heterophyes heterophyes*, *Echinostoma malayanum*, *Metagonimus yokowai*;
- c. Trematoda paru (*Lung Trematodes/lung flukes*), contohnya *Paragonimus westermani*, *Paragonimus heterotrimus*, *Paragonimus siamensi*
- d. Trematoda darah (*Blood Trematodes/blood flukes*), diantaranya *Schistosoma japonicu*, *Schistosoma haematobium*, *Schistosoma mansoni*

3. Morfologi Trematoda

Cacing Trematoda memiliki tubuh lonjong hingga panjang yang dilapisi kutikula. Cacing dewasa berukuran 0,2 mm sampai dengan 6 cm, dengan tubuh yang tidak mempunyai segmen. Susunan tubuh triploblastik yaitu lapisan ektoderm, lapisan endoderm dan lapisan mesoderm merupakan jaringan yang membentuk otot, alat ekskresi serta saluran reproduksi. Ukuran cacing ini bervariasi, yakni ukuran cacing betina lebih kecil daripada ukuran cacing jantan dan tetapi cacing betina mampu menghasilkan telur sampai ratusan butir telur perharinya. Cacing dewasa mempunyai alat isap mulut (*oral sucker*) di daerah kepala dan ventral sucker (*acetabulum*) di daerah perut. Trematoda umumnya hermafrodit (biseksual), kecuali *Schistosoma*, yang terpisah atas jantan dan betina (uniseksual).



Gambar 1. Cacing Trematoda

Alat pencernaan makanan sudah ada, namun ususnya tumbuh tidak sempurna dan tidak mempunyai lubang anus untuk mengeluarkan sisa-sisa pencernaan makanan. Rongga tubuh tidak dimiliki oleh golongan

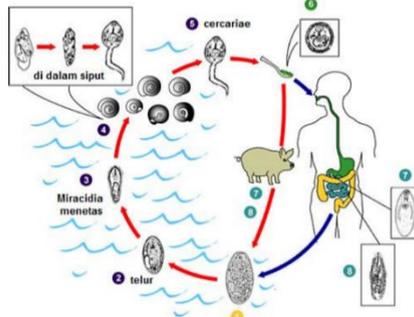
cacing ini. Untuk melengkapi siklus hidupnya trematoda selalu memerlukan siput selaku hospes perantara (*intermediate host*) yang menjadi tempat perkembangbiakan (multiplikasi) stadium aseksual. Pada beberapa jenis spesies trematoda kadang-kadang diperlukan hospes perantara kedua tempat terbentuknya stadium infeksi yang dapat menginfeksi manusia. Berbagai jenis hewan, termasuk manusia dapat berperan sebagai host definitif. Hewan-hewan tersebut antara lain: kucing, anjing, kambing, sapi, babi, tikus, burung, musang dan harimau. Infeksi cacing Trematoda terjadi dengan masuknya stadium infeksi yang dapat berupa *metaserkaria* (infeksi per oral) atau larva *serkaria* (menembus kulit).

4. Siklus Hidup Trematoda

Untuk melengkapi siklus hidupnya Trematoda membutuhkan 2 hospes yaitu hospes definitif; yaitu manusia atau mamalia dan hospes perantara yang dapat berupa moluska (siput), ikan, ketam atau tumbuhan. Berikut siklus hidup Trematoda:

- a. Telur ; Trematoda bereproduksi seksual lalu menghasilkan telur
- b. Larva mirasidium ; telur menetas menjadi larva bersilia yang disebut mirasidium yang akan menginfeksi inang perantara pertama
- c. Sporosista; dalam tubuh inang perantara, mirasidium berkembang menjadi kantong menjang yang disebut sporosista. Sporosista dapat berkembang menjadi lebih banyak sporosista atau menjadi larva tahap berikutnya
- d. Larva redia; sporosista berkembang menjadi larva dengan mulut penghisap yang disebut redia. Redia dapat berkembang menjadi lebih banyak redia atau menjadi larva tahap berikutnya
- e. Larva serkaria; redia berkembang menjadi larva seperti kecebong yang disebut serkaria. Serkaria mungkin motil dan memiliki ekor dan kemudian menginfeksi inang perantara kedua (Tergantung spesies)
- f. Metaserkaria atau Sista mesoserkaria; serkaria dapat berkembang menjadi Trematoda dewasa atau dorman terlebih dahulu dalam bentuk sista. Mesoserkaria merupakan bentuk serkaria yang sedikit dimodifikasi dan dorman. Metaserkaria merupakan bentuk serkaria yang berubah menjadi sista dan dorman

- g. Dewasa; merupakan fase cacing hisap yang mampu melakukan reproduksi seksual untuk menghasilkan telur



Gambar 2. Siklus Hidup Trematoda

5. *Fasciola hepatica*

a. Morfologi

1. Telur *Fasciola hepatica* berukuran $\pm 140 \times 80$ mikron, operkulum kecil berisi morula
2. Cacing dewasa *Fasciola hepatica* panjangnya $\pm 2,5$ cm, batil isap kepala dan batil isap perut berdekatan, bagian kepala seperti kerucut dua sel cm bercabang-cabang, ovarium bercabang-cabang, dua testis juga bercabang-cabang, kelenjar vitelina hampir mengisi seluruh bagian tubuhnya



Gambar 3. Cacing *Fasciola hepatica* dewasa

b. Siklus Hidup

Telur cacing dikeluarkan melalui saluran empedu ke dalam tinja dalam keadaan belum matang (*immature*). Telur menjadi matang dalam air setelah 9-15 hari dan telah mengandung miradisium. Telur menetas dan mirasidium keluar mencari

keong air (*Lymnaea sp*). Dalam keong air terjadi perkembangan parasit sebagai berikut: Sarkaria keluar dari keong air dan berenang mencari hospes perantara 2, yaitu tumbuh-tumbuhan dan air. Pada permukaan tumbuhan air, parasit membentuk kista berisi metaserkaria. Bila tertelan, metaserkaria akan menetas dalam usus halus hewan yang memakannya. Kemudian parasit menembus dinding usus dan bermigrasi dalam ruang peritonium hingga menembus hati. Larva masuk ke saluran empedu dan menjadi dewasa. Baik larva maupun cacing dewasa hidup dari jaringan parenkim hati dan lapisan epitel saluran empedu. Infeksi terjadi ketika tumbuhan air yang mengandung serkaria dimakan. Cacing dewasa dapat menghasilkan 500-700 telur per hari, dengan lebih banyak telur diproduksi di pagi hari, yang mungkin mengisyaratkan periodisitas. Hospes/Inang definitif yang paling umum adalah domba. Namun berbagai mamalia termasuk manusia juga dapat berfungsi sebagai inang definitif.



Gambar 4. Siklus Hidup *Fasciola hepatica*

Gejala penyakit yang diakibatkan oleh infeksi *Fasciola hepatica*, bisa dibedakan pada awal infeksi (fase akut) dan fase kronis. Pada fase akut gejala yang muncul antara lain sakit perut, mual, muntah, demam dan batuk. Pada fase ini terjadi proses migrasi cacing dari usus ke paru-paru, pankreas, saluran reproduksi, dan mata. Sedangkan pada fase kronis, cacing akan menetap di kandung empedu dan menyebabkan inflamasi pada

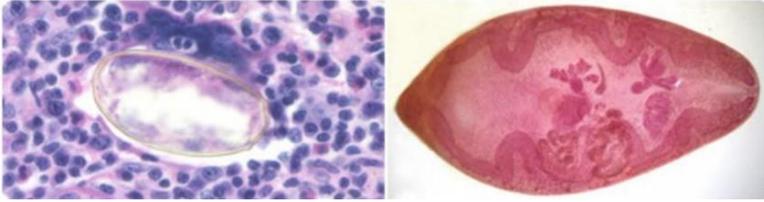
organ ini, bisa juga terjadi sumbatan pada saluran empedu. Proses infeksi pada fase ini bisa berlangsung berbulan-bulan hingga bertahun-tahun. Pada fase kronis ini sering disebut juga dengan fase dewasa cacing.

Diagnosis penyakit ini bisa dilakukan dengan pengamatan telur cacing pada feses penderita. Namun, hal ini hanya bisa dilakukan ketika penderita berada pada fase infeksi kronis. Pada fase infeksi akut sangat sulit untuk mendapatkan telur cacing pada feses sehingga perlu dilakukan diagnosis lain yaitu pemeriksaan darah untuk melihat titer antibodi terhadap cacing *Fasciola hepatica*. Pengobatan yang dilakukan bisa menggunakan obat Triclabendazole, tetapi obat ini diberikan setelah diagnosis yang benar telah ditegakkan

6. *Paragonimus westermani*

a. Morfologi

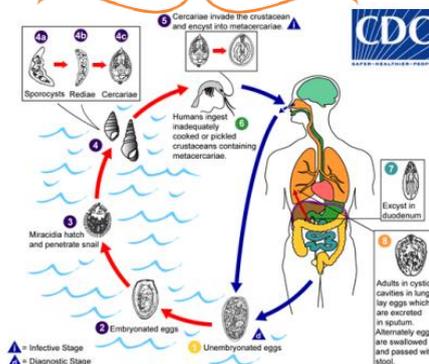
1. Telur berukuran $\pm 90 \times 40$ mikron, operkulum besar dan mendatar, bentuk morula
2. Cacing dewasa panjangnya $\pm 1,2$ cm, berwarna coklat kemerahan. Dalam keadaan hidup cacing berbentuk sendok dan dalam keadaan mati bentuk tubuh cacing bundar, mirip biji kopi. Memiliki batu isap kepala dan batil isap perut, kutikula tubuh cacing memiliki spina yang memberikan ciri khas cacing ini. Ciri lain cacing ini yaitu :
 - a. Sucker. Oral sucker sama besar dengan ventral sucker
 - b. Alat reproduksi. (1) Testis mempunyai lobus yang tidak beraturan, terletak secara berdampingan pada sepertiga bagian posterior tubuh; (2) Ovarium mempunyai lobus, terletak dibagian anterior testis, posterior dari ventral sucker; (3) Vitellaria bercabang intensif, tersebar di seluruh tepi tubuh cacing



Gambar 5. Telur dan cacing dewasa *Paragonimus westermani*

b. Siklus Hidup

Cacing dewasa hidup dalam bentuk kista di paru-paru. Telur yang mengandung sel telur keluar bersama tinja atau sputum. Telur menjadi matang dalam waktu ± 16 hari, lalu menetas. Mirasidium mencari keong air lalu keong air akan terjadi : Serkaria keluar dari keong air, berenang mencari hospes perantara 2 yaitu ketam atau udang batu, lalu membentuk metaserkaria di dalamnya. Infeksi terjadi saat ketam atau udang batu dimakan dalam kondisi kurang matang. Dalam host definitif, metaserkaria menjadi cacing dewasa muda di duodenum. Cacing dewasa muda bermigrasi menembus dinding usus, masuk rongga mulut, menembus diafragma dan menuju ke paru-paru. Jamakan hospes mengadakan reaksi jaringan sehingga cacing dewasa terbungkus dalam kista, biasanya ditemukan 2 paru-paru dalam satu kista. Cacing dewasa mulai bertelur setelah kira-kira enam minggu. Trematoda paru bisa hidup selama dua puluh tahun.



Gambar 6. Siklus Hidup *Paragonimus westermani*

Paragonimiasis bisa didapat dari konsumsi daging mentah dari *paratenic host* yang mengandung cacing muda (misal: *wild boar*). Infeksi juga dapat ditransmisi melalui peralatan dapur yang terkontaminasi (misal: talenan, pisau) atau dari pakaian yang dipakai untuk memeras dan menyaring sari dari kepiting untuk membuat sup. Komplikasi pada kasus infeksi berat yang tidak diobati dapat berupa pneumonia interstitial, bronkitis, dan bronkiektasis. Komplikasi sekunder dapat berupa bronkopneumonia, abses paru, efusi pleura atau empiema. Gambaran klinis paragonimiasis sulit dibedakan dari gejala klinis penyakit paru lainnya berupa demam ringan, nyeri dada, batuk-batuk kering dan batuk darah (hemoptisis), gejala ini seringkali salah didiagnosis sebagai tuberkulosis. Infeksi *Paragonimus* dapat menyebar ke organ selain paru-paru, antara lain organ abdomen, diafragma, dan rongga pleura.

Pemeriksaan laboratorium dilakukan untuk menemukan parasitnya. Telur cacing ditemukan melalui pemeriksaan dahak, pemeriksaan tinja atau melalui aspirasi cairan pleura. Pemeriksaan Rontgen menunjukkan adanya kista dalam jaringan paru, di dekat bronkus. Pemeriksaan serologis, misalnya uji fiksasi komplemen dan uji intradermal untuk membantu megeatkan diagnosis paragonimiasis. Pemeriksaan darah menunjukkan gambaran eosinofilia. Infeksi parasit ini dapat diobati dengan : (1) Praziquantel dengan dosis 40-60 mg/ kg berat badan/ hari; (2) Bitrionol dengan dosis 30-50 mg/ kg berat badan/ hari diberikan setiap 2 hari sekali, selama 20 sampai 30 hari; (3) Klorokuin diberikan dengan dosis 300-400 mg (base)/ hari selama maksimum 40 hari. Untuk mencegah terinfeksi dengan *Paragonimus westermani*, hendaknya sebelum dimakan ketam dan udang air tawar dimasak dengan baik.

7. *Fasciolopsis buski*

a. Morfologi

1. Telur; berbentuk bulat lonjong, berukuran 130-140 x 80-85 μm , berwarna coklat kekuningan, mempunyai operkulum kecil pada salah satu ujungnya dan dinding telur tipis
2. Cacing dewasa; berbentuk bulat panjang seperti daun, merupakan Trematoda terbesar, tubuh kelihatan tebal berdaging ukuran panjang 2-7,5 cm, lebar 0,8-2 cm, berwarna merah seperti daging, dan tidak mempunyai cephalic cone. Ventral sucker lebih besar dari oral sucker dan letaknya berdekatan, caecum tidak bercabang, testis dua buah bercabang-cabang dan tersusun tandem memenuhi 2/3 posterior tubuh, kelenjar vitellaria tersebar di sisi lateral sepanjang tubuh dan uterus berkelok-kelok. Organ kelamin jantan dan betina di dalam satu tubuh (hermafrodit), lubang kelamin (genital pore) di dekat anterior ventral sucker

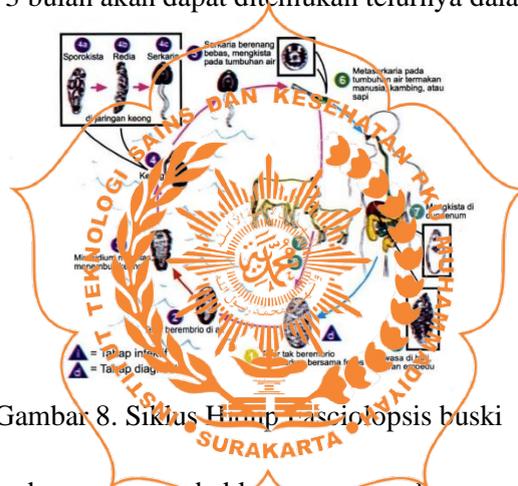


Gambar 7. Cacing *Fasciolopsis buski*

b. Siklus Hidup

Siklus hidup *Fasciolopsis buski* sama dengan *Fasciola hepatica*, hanya berbeda pada habitatnya. Telur parasit yang berada dalam air (suhu 27-32°C) menetas setelah 3-7 minggu. Mirasidium bersilia keluar dari telur yang menetas, berenang bebas dalam air masuk ke dalam tubuh hospes perantara I yang sesuai (biasanya keong air tawar, seperti genus *Segmentina*, *Hippeutis* dan *Gyraulus*). Dalam keong, mirasidium tumbuh menjadi sporokista yang kemudian berpindah ke daerah jantung dan hati keong. Bila sporokista matang, akan terkoyak dan melepaskan

banyak redia induk. Dalam redia induk, ditemukan banyak redia anak, yang pada gilirannya akan membentuk serkaria. Serkaria seperti mirasidium, dapat berenang bebas dalam air berbentuk kecebong. Mirasidium atau serkaria yang dalam batas waktu tertentu belum mendapatkan hospes akan punah dengan sendirinya. Serkaria dapat berenang dengan ekornya, atau merayap menggunakan batil hisap. Serkaria tidak memiliki kecenderungan memilih tumbuh-tumbuhan khusus untuk tumbuh menjadi serkaria yang berbentuk kista. Bila seseorang memakan tumbuhan yang mengandung metaserkaria tanpa dimasak hingga matang maka dalam waktu 25-30 hari metaserkaria akan tumbuh menjadi cacing dewasa, yang dalam waktu 3 bulan akan dapat ditemukan telurnya dalam tinja.



Gambar 8. Siklus Hidup Fasciolopsis buski

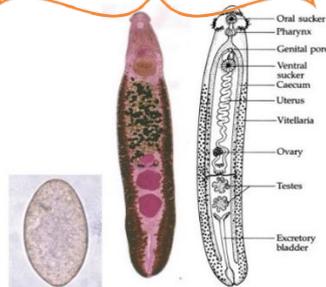
Cacing dewasa menyebabkan gangguan berupa efek trauma di mukosa dan penyumbatan usus. Infeksi yang berat memicu produksi mukus yang berlebihan dan dapat menyumbat lumen usus. Reaksi radang dapat menyebabkan luka/ulserasi yang dalam pada mukosa tempat cacing melekat, bahkan mungkin bisa terjadi perforasi usus. Bahan-bahan metabolit hasil produksi cacing dewasa juga dapat menyebabkan dampak keracunan sistemik. Sebagian besar kasus berupa infeksi ringan dan tidak menunjukkan gejala, serta tidak mengancam jiwa. Pada infeksi berat, dinding usus dapat mengalami peradangan

dan ulserasi. Juga bisa terjadi perdarahan dan abses di usus halus, keluhan nyeri perut, diare, edema wajah dan tungkai. Diagnosis dibuat dengan mengidentifikasi telur yang besar ($135 \times 80 \mu\text{m}$), dengan telur beroperkulum (*operculated eggs*) pada tinja atau muntahan merupakan diagnosis dasar yang spesifik. Telur spesies ini tidak bisa dibedakan dari telur *Fasciola hepatica*. Obat pilihan untuk anak-anak dan orang dewasa adalah praziquantel, diberikan 75mg/kg/hari dibagi menjadi 3 dosis. Tindakan pencegahan yang sederhana namun efektif adalah merendam makanan air dalam air mendidih.

8. Echinostomatidae

a. Morfologi

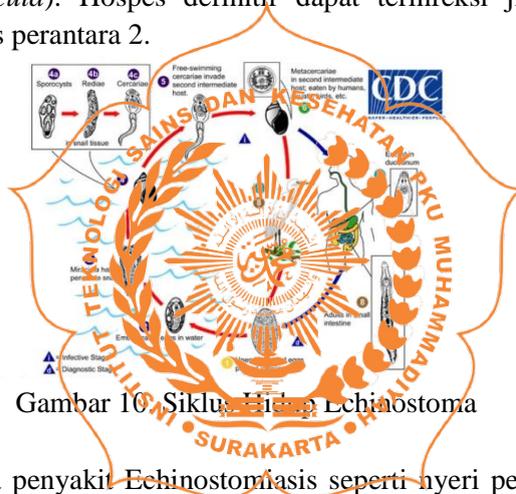
1. Telur; berbentuk ovoid dengan ukuran 80-135 μm dan memiliki operkulum kecil. Bentuk telur mirip dengan telur *Fasciolopsis*, tetapi lebih kecil. Telur yang keluar bersama feses belum berembrio. Telur ini merupakan stadium diagnostik untuk memastikan penyebab penyakit penderita.
2. Cacing Dewasa; berukuran panjang 0,2 – 1 cm, memiliki *circumoral fold* (dari) dibagian anterior yang melingkari *oral sucker*, memiliki dua buah sucker dimana *ventral sucker* lebih besar daripada *oral sucker*. Memiliki dua buah *caecum*, testis berlobus dalam posisi tandem, ovarium bulat berada di depan testis. Glandula vitellaria berada di sisi lateral $\frac{3}{4}$ tubuh bagian posterior.



Gambar 9. Telur dan Cacing Echinostoma

b. Siklus Hidup

Setelah 3 minggu berada dalam air, berisi tempayak yang disebut mirasidium. Bila telur menetas, mirasidium keluar dan berenang bebas untuk hinggap pada hospes perantara I yang berupa keong bentuk kecil (*Anisus*, *Gyraulus*, *Lymnaea*, dsb). Dalam hospes perantara I, mirasidium tumbuh menjadi sporokista kemudian menjadi redia induk dan redia anak yang kemudian membentuk serkaria. Serkaria yang suatu saat sudah sangat banyak dilepaskan ke dalam air oleh redia yang berada dalam keong. Serkaria ini kemudian hinggap pada hospes perantara II untuk menjadi metaserkaria yang efektif. Hospes perantara II adalah jenis keong yang besar (*Bellamya*, *Pila* atau *Corbicula*). Hospes definitif dapat terinfeksi jika memakan hospes perantara 2.

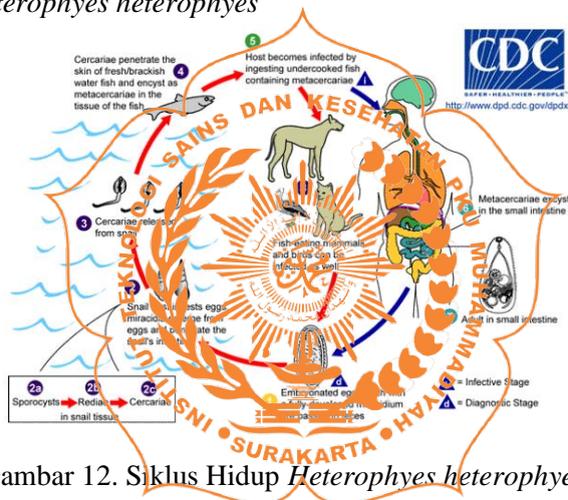


Gambar 10. Siklus Hidup Echinostoma

Gejala penyakit Echinostomiasis seperti nyeri perut, diare dan kelelahan. Infeksi *Echinostoma* menimbulkan kerusakan ringan pada mukosa usus, disertai iritasi jaringan dinding usus. Pada infeksi yang berat dapat terjadi pembentukan ulkus yang dapat menyebabkan penderita mengalami nyeri, diare, nyeri perut, anemia dan edema. Untuk mencegah infeksi parasit ini adalah memberantas siput, tidak memakan daging siput, kerang, ikan atau katak mentah atau kurang matang. Echinostomiasis dapat diobati dengan Praziquantel yang di berikan secara oral.

Mirasidium yang keluar dari telur, menghinggap keong air tawar/ payau sebagai hospes perantara I, seperti genus *Pirenella*, *cerithidia*, *Semisulcospira*, dan ikan dari genus *Mugil*, *Tilapia*,

Aphanius, Acanthogobius, Clarias, dan lain-lain sebagai hospes perantara II. Dalam keong, mirasidium tumbuh menjadi sporokista kemudian menjadi banyak redia induk, berlanjut menjadi banyak redia anak lalu membentuk banyak sarkaria. Sarkaria ini akan menghinggapi hospes-hospes perantara II dan masuk ke dalam otot, mematangkan diri menjadi metaserkaria. Hospes definitif akan terinfeksi karena makan ikan yang tidak dimasak dengan matang yang mengandung metaserkaria. Sesudah tertelan, metaserkaria keluar dari kista (ekskista), menyerang mukosa usus halus dan matang sampai dewasa. Selain manusia, ikan juga dapat dimakan oleh mamalia lain (misal: kucing dan anjing) atau burung sehingga dapat terinfeksi *Heterophyes heterophyes*



Gambar 12. Siklus Hidup *Heterophyes heterophyes*

Kecuali pada infeksi berat, tidak terdapat kerusakan mekanis atau toksis yang nyata pada usus dan biasanya tidak tampak gejala yang jelas. Pada infeksi berat, iritasi pada mukosa usus dapat menyebabkan terjadinya diare yang menahun dan intermiten dengan kolik dan rasa tidak enak dan nyeri di perut. Terdapat eosinofil tetapi tidak ada anemi. Jika cacing menembus dinding usus, telur dapat masuk ke dalam saluran limfe atau vena kecil dan menimbulkan lesi granuloma di tempat tempat yang jauh seperti jantung dan otak.

Diagnosis ditegakkan dengan menemukan telur dalam tinja. Mengingat telur Heterophyes memiliki bentuk dan ukuran yang sama dengan telur *Clonorchis sinensis*, telur *Opisthorchis felineus* dan telur *Metagonimus yokogawai* maka untuk membedakannya harus dilakukan dengan mengetahui riwayat dan gejala klinis penderita. Cacing dewasa kadang-kadang ke luar tubuh dari tubuh penderita bersama-sama dengan tinja. Obat yang dianjurkan adalah tetrakloretilen, niklosamid, prazikuantel atau heksilresorsinol

Pencegahan pada Heterofiasis terutama ditunjuk pada “kisa” metaserkaria pada jaringan hospes perantara kedua yakni ikan air tawar. Hospes definitif akan terinfeksi bila memakan ikan mentah, setengah matang atau ikan asin mengandung kista metaserkaria. Pencegahan penyakit antara lain dengan memasak daging dengan sempurna terutama ikan air tawar selain itu siput harus dimusnahkan karena bertindak sebagai hospes reservoir yang selalu akan menjadi sumber infeksi baru

9. Schistosoma

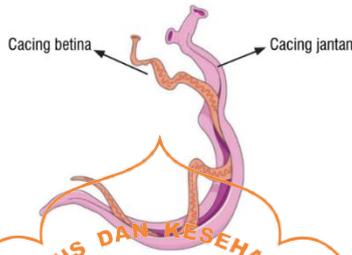
a. Morfologi

Stadium hidup Schistosoma cukup banyak dan kompleks, terdiri dari telur, mirasidium, sporoblasta dan serkaria. Cacing Schistosoma tidak memiliki stadium redia seperti trematoda lainnya

1. Telur; Cacing Schistosoma berbeda dengan cacing Trematoda lainnya, yaitu telurnya memiliki bentuk duri (spina) yang khas bentuknya untuk masing-masing spesies Schistosoma. Telur tidak memiliki operkulum. Telur cacing pada waktu dikeluarkan dari tubuh sudah mengandung larva stadium pertama (mirasidium) yang berambut getar (silia). Telur merupakan stadium diagnostik
2. Cacing dewasa; Bersifat uniseksual, yaitu ada cacing jantan dan cacing betina.
 - a. Cacing jantan, tubuhnya lebih besar daripada cacing betina dengan panjang 1-1,5 cm, berbentuk seperti daun melipat, memiliki oral sucker dan ventral sucker

bagian caudal dari ventral sucker membentuk celah atau canalis gynecophorus untuk menempatkan cacing betina. Tubuh ada yang berkutikula halus tanpa tonjolan, ada juga yang memiliki tonjolan. Jumlah testis setiap spesies juga berbeda. Cacing jantan mempunyai testis di bagian dorsal di belakang ventral sucker

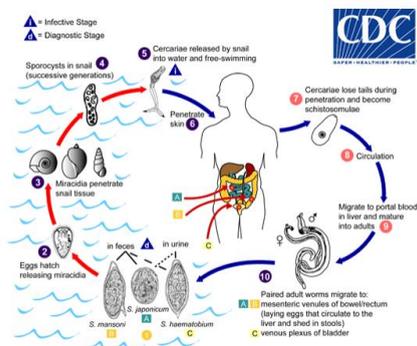
- b. Cacing betina lebih langsing dan panjang, berbentuk filiformis berukuran panjang 1,4 – 1,9 cm



Gambar 13. cacing dewasa jantan dan betina *Schistosoma*

b. Siklus Hidup

Cacing ini hanya memiliki satu hospes perantara yaitu keong air, tidak terdapat hospes perantara kedua. Mirasidium masuk ke dalam tubuh keong air dan berkembang menjadi sporokista I dan sporokista II, kemudian menghasilkan banyak serkaria (bentuk infeksi). Cara infeksi pada manusia adalah serkaria menembus kulit pada waktu manusia masuk ke dalam air yang mengandung serkaria. Waktu yang diperlukan untuk infeksi adalah 5-10 menit. Setelah serkaria menembus kulit, kemudian masuk ke dalam kapiler darah, lalu ikut sirkulasi memasuki jantung sebelah kanan, paru-paru, dan kembali ke jantung sebelah kiri, kemudian masuk ke dalam sistem peredaran darah besar, ke cabang-cabang vena porta dan menjadi dewasa dalam hepar. Setelah dewasa cacing ini kembali ke vena porta dan vena mesenterika atau vena kandung kemih kemudian terjadilah kopulasi yang diikuti dengan bertelurnya cacing betina.



Gambar 14. Siklus Hidup Schistosoma

Schistosomiasis biasanya dimulai dengan reaksi alergi terhadap parasit dan produk sampingnya. Schistosome juga menyebabkan usus, hepatosplenic, paru, urogenital, otak, dan bentuk lain dari schistosomiasis. Gejala mungkin termasuk peradangan, batuk, demam sore hari, erupsi kulit (urtikaria raksasa), dan pembengkakan dan kelembutan hati. Schistosomiasis dapat diobati dengan praziquantel, diminum 1-2 hari untuk mengobati infeksi yang disebabkan oleh semua spesies schistosome.

C. Referensi

- Andrianto, Hebert. 2020. Buku Ajar Parasitologi. Yogyakarta: Andi Offset
- Muslim, H.M. 2009. Parasitologi untuk Keperawatan. Jakarta: EGC
- Sardjono, Teguh Wahyu. 2020. Helminologi: Kedokteran dan Veteriner. Malang: UB Press
- Soedarto. 2007. Sinopsis Kedokteran Tropis. Surabaya: Airlangga University Press
- Soedarto. 2008. Parasitologi Klinik. Surabaya: Airlangga University Press
- Soedarto. 2011. Buku Ajar Helminologi Kedokteran. Surabaya: Pusat Penerbitan dan Percetakan Unair
- Soegijanto, Soegeng. 2016. Kumpulan Makalah Penyakit Tropis dan Infeksi di Indonesia. Surabaya: Airlangga University Press

BAB VI VIROLOGI

Misnarliah, S.Si., M.Kes.

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti perkuliahan mahasiswa diharapkan dapat:

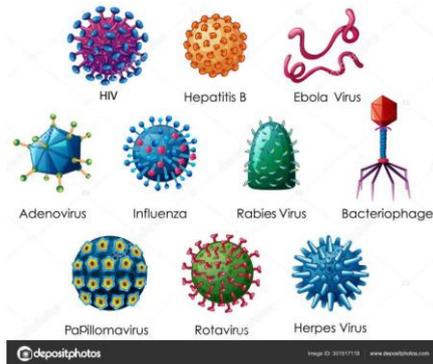
1. Memahami ciri-ciri dan patogenesis virus
2. Memahami siklus hidup virus
3. Memahami cara virus berkembang biak
4. Memahami cara penularan virus

B. Pembahasan

1. Ciri dan Patogenesis Virus

Virus adalah parasit mempunyai ukuran mikroskopik yang menginfeksi sel organisme biologis. Virus bersifat parasit obligat, hal tersebut dikarenakan sebab virus hanya dapat bereproduksi di dalam materiil hidup dengan menginfeksi dan memanfaatkan sel makhluk hidup sebab virus tidak memiliki perlengkapan seluler untuk bereproduksi sendiri. Biasanya virus berisi sejumlah kecil asam nukleat (DNA atau RNA, tetapi tidak kombinasi keduanya) yang disertai dengan semacam bahan pelindung yang terdiri atas protein, lipid, glikoprotein, atau kombinasi ketiganya. Genom virus akan diekspresikan, baik protein yang dipergunakan untuk berinfeksi bahan genetik maupun protein yang dibutuhkan dalam daur hidupnya.

Istilah *virus* biasanya merujuk pada partikel-partikel yang menginfeksi sel-sel eukariota (organisme multisel dan jumlah jenis organisme sel tunggal), sementara istilah *bakteriofage* atau *fage* dipergunakan untuk jenis yang menyerang jenis-jenis sel prokariota (bakteri dan organisme lain yang tidak berinti sel). Virus sering diperdebatkan statusnya sbg makhluk hidup sebab ia tidak dapat menjalankan fungsi biologisnya secara bebas sama sekali jika tidak berada dalam sel inang. Sebab karakteristik khasnya ini virus selalu terasosiasi dengan penyakit tertentu, baik pada manusia (misalnya virus influenza dan HIV), hewan (misalnya virus flu burung), atau tanaman (misalnya virus mosaik tembakau/TMV).



Kata virus bersumber dari bahasa latin virion yang berarti racun, yang pertama kali dipergunakan di Bahasa Inggris tahun 1392. Rumusan "agen yang menyebabkan infeksi penyakit" pertama kali dipergunakan tahun 1728, sebelum ditemukannya virus sendiri oleh Dmitry Iwanovsky tahun 1892.

Sejarah penemuan virus

Virus mosaik Jermanjaka adalah virus yang pertama kali divisualisasikan dengan mikroskop elektron. Virus telah menginfeksi semenjak jaman sebelum masehi, hal tersebut terbukti dengan benarnya beberapa penemuan-penemuan adalah laporan mengenai infeksi virus dalam *hieroglyph* di Memphis, ibu kota Mesir kuno (1400 SM) yang menunjukkan adana penyakit poliomyelitis, selain itu, Raja Firaun Ramses V meninggal pada tahun 1196 SM dan dipercaya meninggal sebab terserang virus Smallpox.

Pada jaman sebelum masehi, virus endemik yang cukup terkenal adalah virus Smallpox yang menyerang warga cina pada tahun 1000. Akan tetapi pada pada tahun 1798 , Edward Jenner menemukan bahwa beberapa pemerah susu memiliki kekebalan terhadap virus pox. Hal tersebut diduga sebab Virus Pox yang terdapat pada sapi, melindungi manusia dari Pox. Penemuan tersebut yang dimengerti kesudahan adalah pelopor penggunaan vaksin.

Pada tahun 1880, Louis Pasteur dan Robert Koch mengemukakan suatu "germ theory" adalah bahwa mikroorganisme adalah penyebab

penyakit. Pada saat itu juga terkenal Postulat Koch yang sangat terkenal hingga saat ini yaitu :

1. Kaki tangan penyakit harus benar di dalam setiap kasus penyakit
2. Kaki tangan harus bisa diisolasi dari inang dan bisa ditumbuhkan secara *in vitro*
3. Saat kultur kaki tangan murni diinokulasikan ke dalam sel inang sehat yang rentan karenanya ia bisa menimbulkan penyakit
4. Kaki tangan yang sama bisa di ambil dan diisolasi kembali dari inang yang terinfeksi tersebut

Penelitian mengenai virus dimulai dengan penelitian mengenai penyakit mosaik yang menghambat pertumbuhan tanaman tembakau dan menciptakan daun tanaman tersebut memiliki bercak-bercak. Pada tahun 1883, Adolf Mayer, seorang ilmuwan Jerman, menemukan bahwa penyakit tersebut dapat menular saat tanaman yang ia teliti menjadi sakit setelah disemprot dengan getah tanaman yang sakit. Sebab tidak sukses menemukan mikroba di getah tanaman tersebut, Mayer menyimpulkan bahwa penyakit tersebut dikarenakan oleh bakteri yang semakin kecil dari biasanya dan tidak dapat dilact dengan mikroskop.

Pada tahun 1892, Dmitri Ivanowsky dari Rusia menemukan bahwa getah daun tembakau yang sudah disaring dengan penyaring bakteri masih dapat menimbulkan penyakit mosaik. Ivanowsky lalu menyimpulkan dua probabilitas, adalah bahwa bakteri penyebab penyakit tersebut mempunyai bentuk sangat kecil sehingga masih dapat melalui saringan, atau bakteri tersebut mengeluarkan toksin yang dapat menembus saringan. Probabilitas kedua ini dibuang pada tahun 1897 setelah Martinus Beijerinck dari Belanda menemukan bahwa kaki tangan infeksi di dalam getah yang sudah disaring tersebut dapat bereproduksi sebab kemampuannya menimbulkan penyakit tidak susut setelah beberapa kali ditransfer antartanaman. Patogen mosaik tembakau disimpulkan sbg bukan bakteri, melainkan adalah *contagium vivum fluidum*, adalah sejenis cairan hidup pembawa penyakit (Akin, H.M., 2005).

Setelah itu, pada tahun 1898, Loeffler dan Frosch melaporkan bahwa penyebab penyakit mulut dan kaki sapi dapat melalui filter yang tidak dapat dilewati bakteri. Namun demikian, mereka menyimpulkan bahwa patogennya adalah bakteri yang sangat kecil (Akin, H.M., 2005).

Argumen Beijerinck baru terbukti pada tahun 1935, setelah Wendell Meredith Stanley dari Amerika Serikat sukses mengkristalkan partikel penyebab penyakit mosaik yang sekarang dikenal sbg virus mosaik tembakau (Campbell *et al.*, 2002). Virus ini juga adalah virus yang pertama kali divisualisasikan dengan mikroskop elektron pada tahun 1939 oleh ilmuwan Jerman G.A. Kausche, E. Pfankuch, dan H. Ruska (Creager, A.N.H., 2002).

Pada tahun 1911, Peyton Rous menemukan jika ayam yang sehat diinduksi dengan sel tumor dari ayam yang sakit, karenanya pada ayam yang sehat tersebut juga akan terkena kanker. Selain itu, Rous juga mencoba melisis sel tumor dari ayam yang sakit lalu menyaring sarisarisinya dengan pori-pori yang tidak dapat dilalui oleh bakteri, lalu sarisari tersebut di suntikkan dalam sel ayam yang sehat dan ternyata hal tersebut juga dapat menyebabkan kanker. Rous menyimpulkan kanker dikarenakan sebab sel virus pada sel tumor ayam yang sakit yang menginfeksi sel ayam yang sehat. Penemuan tersebut adalah penemuan pertama virus onkogenik, adalah virus yang dapat menyebabkan tumor. Virus yang ditemukan oleh Rous dinamakan Rous Sarcoma Virus (RSV) (Rous P, 1911).

Pada tahun 1932, Shope papilloma virus atau cottontail rabbit papilloma virus (CRPV) yang ditemukan oleh Dr. Richard E Shope adalah model kanker pertama pada manusia yang dikarenakan oleh virus. Dr Shope melaksanakan percobaan dengan mengambil filtrat dari tumor pada hewan lalu disuntikkan pada kelinci domestik yang sehat, dan ternyata timbul tumor pada kelinci tersebut (Shope RE, 1933).

Wendell Stanley adalah orang pertama yang sukses mengkristalkan virus pada tahun 1935. Virus yang dikristalkan adalah Tobacco Mozaic Virus (TMV). Stanley mengemukakan bahwa virus akan dapat tetap aktif walaupun setelah kristalisasi (Stanley WM, 1933).

Martha Chase dan Alfred Hershey pada tahun 1952 sukses menemukan bakteriofage. Bakteriofage adalah virus yang memiliki inang bakteri sehingga hanya dapat bereplikasi di dalam sel bakteri (Hershey AD, Chase M., 1952).

Virus adalah organisme sub selular yang sebab ukurannya sangat kecil, hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop elektron. Ukurannya semakin kecil daripada bakteri sehingga virus tidak dapat

disaring dengan penyaring bakteri. Virus terkecil berdiameter hanya 20 nm (lebih kecil daripada ribosom), sedangkan virus terbesar sekalipun sukar dilihat dengan mikroskop cahaya (Campbell *et al.*, 2002).

Genom virus dapat berupa DNA ataupun RNA. Genom virus dapat terdiri dari DNA untai ganda, DNA untai tunggal, RNA untai ganda, atau RNA untai tunggal. Selain itu, asam nukleat genom virus dapat mempunyai bentuk linear tunggal atau sirkuler. Jumlah gen virus bervariasi dari empat untuk yang terkecil mencapai dengan beberapa ratus untuk yang terbesar. Bahan genetik biasanya virus hewan dan manusia berupa DNA, dan pada virus tumbuhan biasanya adalah RNA yang berantai tunggal (Wagner, 2008).

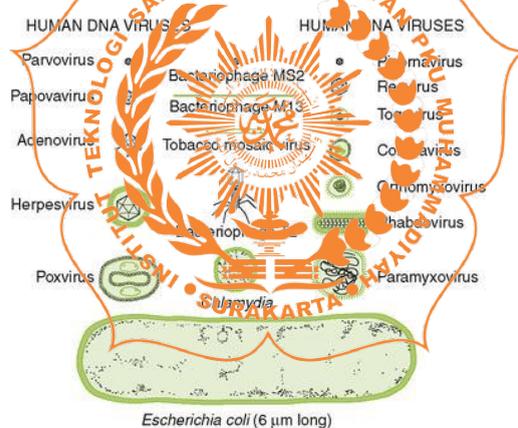
Bahan genetik virus diselubungi oleh suatu lapisan pelindung. Protein yang menjadi lapisan pelindung tersebut dikata *kapsid* (Hershey AD, Chase M., 1952). Bergantung pada tipe virusnya, kapsid bisa mempunyai bentuk bulat (sferik), heliks, polihedral, atau bentuk yang semakin kompleks dan terdiri atas protein yang disandikan oleh genom virus. Kapsid terbentuk dari jumlah subunit protein yang dikata *kapsomer* (Wagner., 2008).

Untuk virus mempunyai bentuk heliks, protein kapsid (biasanya dikata protein nukleokapsid) terikat langsung dengan genom virus. Misalnya, pada virus campak, setiap protein nukleokapsid terhubung dengan enam basa RNA membentuk heliks sepanjang sekitar 1,3 mikrometer. Komposisi kompleks protein dan asam nukleat ini dikata nukleokapsid. Pada virus campak, nukleokapsid ini diselubungi oleh lapisan lipid yang didapatkan dari sel inang, dan glikoprotein yang disandikan oleh virus melekat pada selubung lipid tersebut. Bagian-bagian ini berfungsi dalam pengikatan pada dan pemasukan ke sel inang pada awal infeksi.

Kapsid virus sferik menyelubungi genom virus secara semuanya dan tidak terlalu berikatan dengan asam nukleat seperti virus heliks. Yang dibangun ini bisa bervariasi dari ukuran 20 nanometer hingga 400 nanometer dan terdiri atas protein virus yang tersusun dalam bentuk simetri ikosahedral. Jumlah protein yang dibutuhkan untuk membentuk kapsid virus sferik ditentukan dengan koefisien T, adalah sekitar 60t protein. Sbg contoh, virus hepatitis B memiliki angka T=4, butuh 240 protein untuk membentuk kapsid. Seperti virus bentuk heliks, kapsid

sebagian jenis virus sferik dapat diselubungi lapisan lipid, namun biasanya protein kapsid sendiri langsung terlibat dalam penginfeksi sel (Mahy, BWJ.; van Regenmortel, MHW, (2010).

Beberapa jenis virus memiliki unsur tambahan yang menolongnya menginfeksi inang. Virus pada hewan memiliki selubung virus, adalah membran menyelubungi kapsid. Selubung ini berisi fosfolipid dan protein dari sel inang, tetapi juga berisi protein dan glikoprotein yang bersumber dari virus. Selain protein selubung dan protein kapsid, virus juga membawa beberapa molekul enzim di dalam kapsidnya. Benar pula beberapa jenis bakteriofag yang memiliki ekor protein yang melekat pada "kepala" kapsid (Mahy, BWJ.; van Regenmortel, MHW, 2010). Serabut-serabut ekor tersebut dipergunakan oleh fag untuk menempel pada suatu bakteri. Partikel lengkap virus dikata **virion**. Virion berfungsi sbg peralatan transportasi gen, sedangkan komponen selubung dan kapsid bertanggung jawab dalam mekanisme penginfeksi sel inang (Strauss, JH.; Strauss, EG., 2008).



Patogenesis Virus (Evans, AS.; Kaslow, RA., 1997) :

Virus dapat menginfeksi inangnya dan menyebabkan beragam dampak untuk inangnya. benar yang berbahaya, namun juga benar yang dapat ditangani oleh sel imun dalam tubuh sehingga dampak yang dihasilkan tidak terlalu akbar.

1. Infeksi Akut

infeksi akut adalah infeksi yang berlanjut dalam jangka saat cepat namun dapat juga berakibat fatal. Dampak dari infeksi akut adalah :

- Sembuh tanpa kerusakan (Sembuh total)
- Sembuh dengan kerusakan/cacat, misalnya : polio
- Berlanjut kepada infeksi kronis Kematian

2. Infeksi Kronis

Infeksi kronis adalah infeksi virus yang berkepanjangan sehingga benar resiko gejala penyakit muncul kembali.

Contoh dari infeksi kronis adalah :

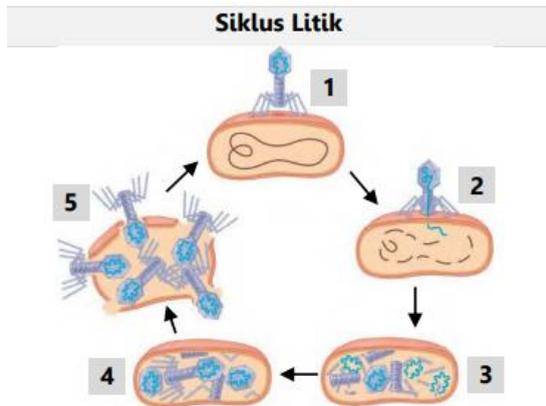
- *Silent subclinical infection* seumur hidup, contoh : cytomegalovirus(CMV)
- Periode diam yang cukup lama sebelum munculnya penyakit, contoh : HIV
- Reaktivasi yang menyebabkan infeksi akut, contoh : shingles
- Penyakit kronis yang berulang (aribuh), contoh : HBV, HCV
- Kanker contoh : HTLV-1, HPV, EBV, HCV, HHV.

2. Siklus Hidup Virus

Virus adalah organisme yang sangat sederhana, karena hanya tersusun dari RNA / DNA yang diselubungi oleh protein (kapsid). Organisme dikatakan sebagai makhluk hidup karena berisi atas satu DNA atau RNA saja sehingga dapat berkembangbiak (memperbanyak diri) parasit obligat terhadap sel hidup. Virus dikatakan sebagai benda mati karena virus dapat dikristalkan

Cara hidup virus adalah replikasi, yaitu memperbanyak diri pada sel inang yang hidup (hospes), jika tidak, virus akan mengkristalkan diri. reproduksi virus terdiri dari dua siklus, yaitu siklus litik dan siklus lisogenik.

1). Siklus Litik



1. Adsorpsi

Tahap pelekatan virus pada reseptor sel inang

2. Penetrasi/ injeksi

Tahap pemindahan materi genetik virus ke dalam membran sel inang, dan sel di bawah kendali virus

3. Sintesis

Tahap pembentukan bagian tubuh virus yang baru

4. Perakitan/ eklifase

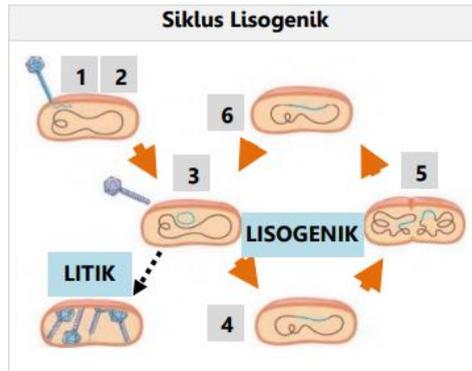
Penyusunan virus- virus baru setelah seluruh bagian tubuhnya tersintesis (terbentuk)

5. Lisis/pelepasan

Lisis artinya pecah, virus- virus baru yang sudah matang siap dilepas dan keluar meninggalkan sel dalam keadaan mati.

Sifat virus yang melakukan siklus lisis yaitu pada hospes non virulen artinya tidak mempunyai ketahanan, biasanya merupakan virus patogen yang menyebabkan penyakit. Keadaan hospes lumpuh lalu mati, materi genetik hospes digunakan oleh virus, waktu melakukan siklus litik relatif cepat sekitar 20 menit. Hampir semua jenis virus melaakukan siklus lisis ini.

2). Siklus Lisogenik



1. Adsorpsi
Tahap pelekatan virus pada reseptor sel inang
2. Penetrasi/ injeksi
Tahap pemindahan materi genetik virus ke dalam membran sel inang, dan sel dibawah kendali virus. Jika pertahanan sel inang lemah, maka akan berlanjut ke siklus lisis. Apabila tidak maka akan berlanjut ke tahap berikutnya.
3. Penggabungan
Tahap dimana DNA virus dengan DNA sel yg terintegrasi membentuk profage
4. Pembelahan sel
Seiring dengan pembelahan sel, materi genetik akan menetap dan terbawa. Setelah selesai membelah, sel hidup yang baru akan memiliki susunan materi genetik yang sama dengan profage. Sewaktu-waktu apabila pertahanan sel inang lemah dan kekurangan air, maka akan berlanjut ke siklus lisis.

Sifat virus yang melakukan siklus lisogenik adalah virulen artinya mempunyai ketahanan dan bersifat apatogen artinya tidak menyebabkan penyakit. Keadaan akhir hospes akan tetap hidup. Materi genetik hospes terintegrasi dengan materi genetik virus membentuk profage. Waktu yang diperlukan untuk melakukan siklus lisogenik relatif lama, tergantung keadaan pertahanan sel. Contoh yang melakukan siklus lisogenik adalah bakteriofage, HIV dan herpes. Bakteriofage adalah virus yang menyerang bakteri.

3. Cara Perkembangbiakan Virus

Virus berkembangbiak melalui proses replikasi. Replikasi virus terdiri atas beberapa tahapan-tahapan adalah pelekatan virus, penetrasi, pelepasan mantel, replikasi genom dan ekspresi gen, perakitan, pematangan, dan pelepasan.

a). Pelekatan Virus

Pelekatan virus adalah ronde interaksi awal selang partikel virus dengan molekul reseptor pada permukaan sel inang. Pada tahap ini, terjadi ikatan spesifik selang molekul reseptor seluler dengan antireseptor pada virus. Beberapa jenis virus membutuhkan molekul lainnya untuk ronde pelekatan adalah koreseptor.

Molekul reseptor yang target pada permukaan sel dapat mempunyai bentuk protein (biasanya glikoprotein) atau residu karbohidrat yang terdapat pada glikoprotein atau glikolipid (Schneider-Schaulies J, 2000).

Beberapa virus kompleks seperti poxvirus dan herpesvirus memiliki semakin dari satu reseptor sehingga mempunyai beberapa rute untuk berikatan dengan sel. Reseptor virus mempunyai beberapa kelas yang berbeda :

- molekul *immunoglobulin-like superfamily*
- reseptor terkait membran
- aliran dan transporter transmembran

Beberapa contoh virus beserta reseptor yang dimiliki :

- Human Rhinovirus (HRV)

Human Rhinovirus memiliki reseptor ICAM-1 (*Intracellular adhesion molecule-1*). Molekul tersebut adalah molekul adhesi yang fungsi normalnya adalah untuk mengikatkan sel kepada substratnya. yang dibangun ICAM-1 mirip dengan molekul imunoglobulin dengan domain C dan V sehingga digolongkan sbg protein *supefamily immunoglobulin*. Yang dibangun ICAM-1 memiliki lima Ig-like domain untuk berikatan dengan Lfa-1 (*Leukocyte function antigen-1*), Mac-1 (*Macrofage antigen-1*), Rhinovirus (HRV), fibrinogen, dan PFIE (*malaria infected erythrocytes*). 10 serotipe dari HRV menggunakan ICAM-1 sbg reseptor, sepuluh serotipe lainnya menggunakan protein yang berhubungan dengan LDL reseptor (Olson NH, 1992).

- Poliovirus
mempunyai reseptor virus berupa protein membran integral yang juga anggota dari molekul *superfamily immunoglobulin*. Reseptor ini memiliki tiga domain adalah satu berupa variabel dan dua konstan (Yongning H, 2000).
- Virus influenza
Virus ini mempunyai dua tipe spike glikoprotein pada permukaan partikel virus adalah hemagglutinin (HA) dan neuraminidase. HA akan berikatan dengan reseptor virus influenza yang berupa asam sialat (N-asetil neuraminic acid) (Hidari KIPJ, 2010).
virus ini berikatan dengan muatan negatif dari moieties asam sialat yang benar pada rantai oligosakarida yang secara kovalen berikatan dengan glikoprotein pada permukaan sel.

b). Penetrasi

Penetrasi terjadi pada saat yang sangat singkat setelah pelekatan virus pada reseptor di membran sel. Ronde ini membutuhkan energi Tiga mekanisme yang terlibat:

- Translokasi partikel virus
Ronde translokasi relatif jarang terjadi di selang virus dan mekanisme belum sepenuhnya dimengerti. Berlaku, probabilitas diperantarai oleh protein di dalam virus kapsid dan reseptor membran spesifik (Mahy, B. VJ., van P. genmortel, MHW., 2010).
- Endositosis virus ke dalam vakuola intrasetuler
ronde endositosis adalah mekanisme yang sangat umum sbg jalan masuk virus ke dalam sel. Tidak diperlukan protein virus spesifik selain yang telah dipergunakan untuk pengikatan reseptor (Cossart, P., 2005).
- fusi dari envelope dengan membran sel (untuk virus yang berenvelope)
Ronde fusi virus berenvelop dengan membran sel baik secara langsung maupun dengan permukaan sel maupun mengikuti endositosis dalam sitoplasma. Diperlukan benarnya protein fusi spesifik dalam envelop virus, misalnya: HA influenza dan glikoprotein transmembran (TM) Rhinovirus (Cheng, H.; Hammar, L., 2004).

c). Pelepasan Mantel

Tahap ini terjadi setelah ronde penetrasi dimana kapsid virus baik seluruhnya maupun sebagian dipindahkan ke dalam sitoplasma sel inang. Pada tahap ini genom virus terekspos dalam bentuk kompleks nukleoprotein. Dalam beberapa kasus, tahap ini berlanjut cukup sederhana dan terjadi selama fusi pada membran virus dengan membran plasma. Untuk virus lainnya, tahap ini adalah ronde multistep yang melibatkan jalur endositosis dan membran nukleus (Carter, JB.; Saunders, VA., 2007).

d). Replikasi Genom dan Ekspresi Gen

Strategi replikasi dari beberapa virus tergantung pada materiil genetik alami dari virus tersebut. Ronde ekspresi gen akan memilahkan seluruh ronde infeksi virus (akut, kronis, persisten, atau laten).

- Kelas I : DNA Utas Ganda
Kelompok ini dibagi menjadi dua kelompok :
 1. Replikasi terjadi di pokok dan relatif tergantung kepada faktor-faktor seluler (*Adenoviridae*, *Polyomaviridae*, *Herpesviridae*)
 2. Replikasi terjadi di sitoplasma (*Poxviridae*). Virus ini melibatkan seluruh faktor-faktor yang penting untuk transkripsi dan replikasi dari genomnya, dan biasanya tidak tergantung pada perantara replikasi dari inangnya.
- Kelas II : DNA Utas Tunggal. Replikasi terjadi di dalam nukleus, melibatkan bentuk utas ganda intermediate sbg cetakan untuk sintesis utas tunggal DNA turunannya (*Parvoviridae*)
- Kelas III : RNA Utas Ganda. Virusnya memiliki genom yang tersegmentasi. masing-masing segmennya ditranskripsi secara terpisah untuk memproduksi monosistronik mRNA individual. contoh : *Reoviridae*
- Kelas IV : RNA Utas Tunggal (+)
Virus dengan polisistronik mRNA dimana kelas ini genom RNA membentuk mRNA yang ditranslasikan untuk membentuk suatu polyprotein yang dipecah membentuk protein matang. Contoh : *Picornaviridae*
- Kelas V : RNA Utas Tunggal (-)

Genom pada kelas ini dibagi menjadi dua tipe :

1. Genom tidak mempunyai segmen (*Rhabdoviridae*), Tahap pertama dalam replikasi adalah transkripsi dari genom RNA utas (-) oleh virion RNA-*dependent* RNA polimerase untuk memproduksi monosistronik mRNA yang juga sbg cetakan untuk replikasi genom.
 2. Genom mempunyai segmen (*Orthomixoviridae*), replikasi terjadi di dalam nukleus dimana monosistronik mRNA untuk masing-masing gen virus dihasilkan oleh transkriptase virus.
- Kelas VI : RNA Utas Tunggal (+) dengan DNA Intermediate
Genom Retrovirus RNA utas tunggal (+) bersifat diploid dan tidak dipakai secara langsung sbg mRNA tetapi sebagai template untuk reverse transkriptase menjadi DNA.
 - Kelas VII : DNA Utas Ganda dengan RNA Intermediate
Virus kelompok ini bergantung kepada reverse transkriptase, tetapi berbeda dengan retrovirus, kondensasi terjadi di dalam partikel virus selama maturasi (*Hepadnaviridae*).

e). Perakitan

Perakitan adalah ronde pengumpulan komponen-komponen virion pada anggota kausa di dalam sel. Selama ronde ini, terjadi pembentukan yang dibangun partikel virus. Ronde ini tergantung kepada ronde replikasi di dalam sel dan tempat di mana virus melepaskan diri dari sel. mekanisme perakitan bervariasi untuk virus yang berbeda-beda. Contoh : ronde perakitan Picornavirus, Poxvirus, dan Reovirus terjadi di sitoplasma, sementara itu ronde perakitan Adenovirus , Poliovirus, dan Parvovirus terjadi di nukleus.

f). Pematangan

Pematangan adalah tahap dari siklus hidup virus dimana virus bersifat infeksius. pada tahap ini terjadi perubahan yang dibangun dalam partikel virus yang probabilitas dihasilkan oleh pemecahan spesifik protein kapsid untuk memproduksi produk yang matang. protease virus dan enzim seluler lainnya biasanya terlibat dalam ronde ini.

g). Pelepasan

Seluruh virus kecuali virus tanaman melepaskan diri dari sel inang melalui dua mekanisme :

- untuk virus litik (semua virus non-selubung), pelepasan adalah ronde yang sederhana, dimana sel yang terinfeksi membuka dan virus keluar.
- untuk virus berselubung, diperlukan membran lipid saat virus keluar dari sel melalui membran , ronde ini dikenal sbg budding.

Ronde pelepasan partikel virus probabilitas bisa merusak sel (Paramyxovirus, Rhabdovirus, dan Togavirus) , dan probabilitas sebagian lagi tidak merusak sel (Retrovirus). Mahy, BWJ.; van Regenmortel, MHW., 2010).

4. Cara Penularan Virus

Virus membawa materi genetik yang dapat menyebabkan berbagai penyakit. Berbagai penyakit yang disebabkan virus di antaranya penyakit biasa seperti flu, HIV/AIDS, sars, dan virus corona penyebab Covid-19. Saat virus masuk ke tubuh makhluk hidup seperti manusia, materi genetik virus dapat merusak atau mengubah sel untuk berkembang biak dengan cepat. Ketika sistem kekebalan tubuh Anda tidak mampu melawan, penyakit akibat virus bisa fatal atau mengakibatkan kematian.

a). Penularan virus secara langsung

Transmisi atau penularan virus bisa terjadi lewat berbagai cara, tergantung jenis virusnya. Profesor Kedokteran dan Kesehatan Masyarakat dari UCLA David Geffen School of Medicine AS, Jeffrey D. Klausner, MD, MPH, menjelaskan ada beragam jenis virus. Menurut Klausner, ada jenis virus yang bisa menular langsung lewat cipratan cairan bersin atau batuk, kontak seksual, serta penggunaan jarum suntik bergantian.

Virus corona penyebab Covid-19, dapat menular lewat cipratan langsung dari cairan saluran pernapasan (droplet) seperti dahak dan bersin dari jarak kurang dari dua meter. Untuk penularan virus influenza (flu), sebagian besar juga lewat droplet dari saluran pernapasan seperti virus corona.

Virus flu, paling menular dalam rentang waktu empat hari sejak tubuh terinfeksi biang penyakit. Sedangkan virus seperti campak,

lebih mudah menyebar karena bisa menular lewat udara. Dengan kata lain, partikel virus dapat melayang di udara dan menginfeksi orang lain.

Sementara virus Hepatitis B atau HIV, bisa menular lewat pertukaran cairan tubuh atau darah. Ada juga jenis virus yang bisa menular lewat sentuhan kulit ke kulit seperti human papillomavirus (HPV) atau virus herpes simpleks (HSV). HSV juga dapat ditularkan dari ibu ke bayi selama persalinan.

b). Penularan tidak langsung

Menurut Mayo Clinic, virus juga dapat menular secara tidak langsung lewat benda sekitar kita seperti HP, gagang pintu, meja, plastik, dan sebagainya. Virus corona atau flu misalkan, secara tidak langsung dapat menular lewat droplet yang menempel di benda sekitar, lalu tak sengaja dipegang orang lain. Virus bisa masuk saat tangan orang tersebut memegang hidung, mulut, atau mata. Virus umumnya bisa hidup lebih lama di permukaan benda bertekstur keras seperti logam atau plastik, daripada benda dengan tekstur lembut seperti kain atau pakaian.

Hewan juga dapat menjadi pintu masuk penularan virus ke tubuh manusia. Untuk itu, kita perlu berhati-hati saat mengolah atau mengonsumsi bahan mentah seperti daging, ikan, ayam, dll.

C. Rangkuman

1. Virus adalah organisme yang sangat sederhana, karena hanya tersusun dari RNA / DNA yang diselubungi oleh protein (kapsid). Organisme dikatakan sebagai makhluk hidup karena berisi atas satu DNA atau RNA saja sehingga dapat berkembangbiak (memperbanyak diri) parasit obligat terhadap sel hidup. Virus dikatakan sebagai benda mati karena virus dapat dikristalkan.
2. Cara hidup virus adalah replikasi, yaitu memperbanyak diri pada sel inang yang hidup (hospes), jika tidak, virus akan mengkristalkan diri. reproduksi virus terdiri dari dua siklus, yaitu siklus litik dan siklus lisogenik.
3. Virus berkembangbiak melalui proses replikasi. Replikasi virus terdiri atas beberapa tahapan-tahapan adalah pelekatan virus,

penetrasi, pelepasan mantel, replikasi genom dan ekspresi gen, perakitan, pematangan, dan pelepasan

4. Virus membawa materi genetik yang dapat menyebabkan berbagai penyakit. Berbagai penyakit yang disebabkan virus di antaranya penyakit biasa seperti flu, HIV/AIDS, sampai virus corona penyebab Covid-19. Saat virus masuk ke tubuh makhluk hidup seperti manusia, materi genetik virus dapat merusak atau mengubah sel untuk berkembang biak dengan cepat. Proses penularan virus dapat terjadi secara langsung dan tidak langsung.

D. Tugas Mandiri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan benar :

1. Menjelaskan mengenai ciri ciri virus dan paroses patogenesis virus !
2. Menjelaskan proses siklus hidup dan perkembangbiakan virus !
3. Menjelaskan cara penularan virus secara umum !

E. Referensi

- Akin, H.M. (2005). *Virologi Tumbuhan* (Didigitalisasi oleh Google Penelusuran Buku). Yogyakarta: Kanisius. pp. hlm. 17. ISBN 9792111808, 9792111804. Retrieved 2009-03-13.
- Campbell *et al.* (2002), hlm. 341. Diakses pada 25 Maret 2009.
- Creager, A.N.H. (2002). *The life of a virus: tobacco mosaic virus as an experimental model, 1930-1965* (Didigitalisasi oleh Google Penelusuran Buku) (Edisi ke-2 ed.). Chicago: University of Chicago Press. pp. hlm. 119. ISBN 0226120260, 9780226120263. Retrieved 2009-03-26.
- Evans, AS.; Kaslow, RA. (1997), *Viral Infections of Humans: epidemiology and Control*, New York: Plenum Publishing Corporation, ISBN 0-306-44856-4 (lihat di Penelusuran Buku Google).
- Hershey AD, Chase M (1952). "Independent Function of Viral Protein and Nucleic Acid in Growth of Bacteriophage" (pdf). *Journal of General Physiology* **36**: 39–56.
- Hidari KIPJ (2010). "Glycan Receptor for Influenza Virus" (pdf). *The Open Antimicrobial Agents Journal* **2**: 26–33.

- Mahy, BWJ.; van Regenmortel, MHW. (2010), *Desk Encyclopedia of General Virology*, San Diego: Elsevier, ISBN 978-0-12-375145-1 (lihat di Penelusuran Buku Google).
- Olson NH (1992). "Structure of a human rhinovirus complexed with its receptormolecule" (pdf). *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* **90**: 507–511.
- Rous P (1911). "A sarcoma of the fowl transmissible by an agent separable from the tumor cells" (pdf). *J Exp Med* **13**: 397–399.
- Schneider-Schaulies J (2000). "Cellular receptors for viruses: links to tropism and pathogenesis" (pdf). *Journal of General Virology* **81**: 1413–1429.
- Stanley WM (1933). "Isolation of a crystalline protein possessing the properties of tobacco mosaic virus" (pdf). *Science* **81**: 644–645.
- Strauss, JH.; Strauss, EG. (2008), *Viruses and Human Disease*, London: Elsevier, ISBN 978-0-12-375145-1 (lihat di Penelusuran Buku Google)
- Shope RE (1933). "Infectious papillomatosis of rabbits; with a note on the histopathology" (pdf). *J Exp Med* **8**: 607.
- Virology*, San Diego: Elsevier, ISBN 978-0-12-375145-1 (lihat di Penelusuran Buku Google).
- Wagner (2008), *Basic Virology*, Australia: Blackwell Publishing, ISBN 2007019839 (lihat di Penelusuran Buku Google).
- Yongning H. (2000). "Interaction of the poliovirus receptor with poliovirus" (pdf). *PNAS* **97**: 79–84.

BAB VII MIKOLOGI

Seftiwan Pratami Djasfar, S.Si., M.Si.

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah pembelajaran mata kuliah mikologi, mahasiswa diharapkan mampu memahami siklus hidup jamur, memahami cara jamur berkembang biak dan memahami cara penularan jamur.

B. Penjelasan Materi

1. Definisi Mikologi

Mikologi berasal dari Bahasa Yunani yang terdiri dari kata *mykes* yang berarti jamur dan *logos* yang berarti ilmu. Jadi, mikologi adalah ilmu yang mempelajari tentang jamur. Perintis ilmu jamur adalah Pier Antonio Micheli, seorang ahli tumbuhan berbangsa Italia yang mempelajari jamur dan mempublikasikan bukunya berjudul *Nova Plantarum Genera* pada tahun 1729. Mikologi merupakan cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang fungi (jamur) atau sering disebut juga cendawan. Terdapat beberapa istilah yang digunakan dalam mempelajari fungi yang harus dipahami.

- a. Fungi adalah semua jenis jamur, baik yang makroskopis maupun yang mikroskopis
- b. Mushroom adalah jamur/ fungi yang bersifat makroskopik
- c. Kapang atau molds adalah jamur/ fungi yang bersifat mikroskopik berfilamen multiseluler
- d. Yeast atau khamir adalah jamur/ fungi mikroskopik uniseluler
- e. Cendawan adalah istilah jamur/ fungi (bisa makroskopik/ mikroskopik)

Jamur memiliki sifat umum sebagai berikut: sel bersifat eukaryotik uniseluler dan multiseluler, bersifat heterotrofik (tidak melakukan fotosintesis) dan absorptif, dinding sel jelas dimana umumnya terdiri dari kitin dan selulosa, habitat terdapat dimana-mana sebagai saprofit, simbiosis, dan parasit. Jamur memiliki anggota berukuran mikroskopis dan makroskopis, tubuh jamur tersusun atas hifa yaitu struktur seperti benang dan kumpulan hifa membentuk miselium, reproduksi secara seksual dan aseksual.

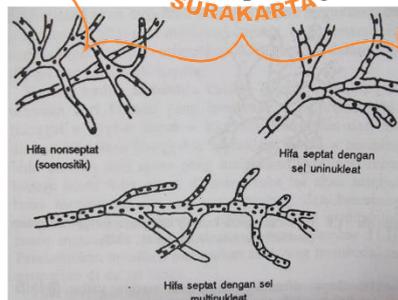
2. Morfologi dan Anatomi jamur

a. Hifa dan miselium

Jamur terdiri dari struktur somatik atau vegetatif yaitu *thallus* yang merupakan *filament* atau benang hifa, miselium adalah jalinan hifa. Jamur terdiri dari dua golongan yaitu yang bersifat uniseluler dikenal sebagai khamir/ ragi dan yang bersifat multiseluler dikenal sebagai kapang. Sel khamir lebih besar dari pada kebanyakan bakteri dengan ukuran beragam, biasanya berbentuk telur, memanjang atau bola. Setiap spesies memiliki bentuk yang khas.

Tubuh kapang pada dasarnya terdiri dari dua bagian yaitu miselium dan spora. Miselium merupakan kumpulan hifa (filament). Ada tiga macam morfologi hifa:

1. Aseptat atau senosit
Hifa seperti ini tidak mempunyai dinding sekat atau septum
2. Septat dengan sel-sel uninukleat
Sekat membagi hifa menjadi ruang-ruang atau sel-sel berisi nukleus tunggal. Pada setiap septum terdapat pori di tengah-tengah yang memungkinkan perpindahan nukleus dan sitoplasma dari satu ruang ke ruang lain.
3. Septat dengan sel-sel multinukleat
Septum membagi hifa menjadi sel-sel dengan lebih dari satu nukleus dalam setiap ruang.



Gambar 8.1. Tiga tipe hifa: hifa tidak bersekat, hifa bersekat dengan sel bernukleus satu, dan hifa bersekat dengan sel berinti banyak (Pelczar *et. al.*, 1988)

Diameter Hifa berkisar 3 – 30 μm . Hifa tua mempunyai ketebalan antara 100 – 150 μm dan pada dinding selnya terdapat senyawa melanin dan lipid yang berfungsi untuk melindungi sitoplasma dari ultraviolet.

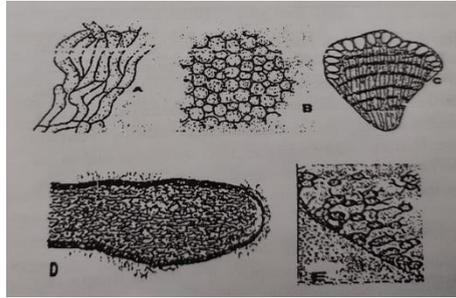
Secara fungsional Hifa terdiri dari:

1. Hifa vegetatif: tumbuh mengarah ke dalam substrat dan berfungsi untuk menyerap nutrisi
2. Hifa generatif: tumbuh mengarah keluar dan berfungsi untuk reproduksi. Hifa ini berupa sporangiofor atau konidiofor

b. Anyaman hifa

Struktur jamur yang berukuran besar terbentuk dari anyaman/agregat hifa. Pada tahap-tahap tertentu dari siklus jamur, miselium akan terorganisir membentuk anyaman-anyaman yang longgar ataupun padat yang dapat dibedakan dari hifa biasa sebagai berikut

1. Prosenkim: anyaman hifa yang agak kendor, tersusun secara paralel, tiap-tiap hifa masih jelas dan mudah dilepaskan, dan berbentuk memanjang
2. Pseudoparenkim: anyaman hifa yang lebih padat dan berbentuk oval
3. Rhizomorf: anyaman hifa yang sangat padat, merupakan suatu unit yang terorganisir, dan titik tumbuhnya mirip dengan titik tumbuh ujung akar
4. Sklerotium: anyaman hifa yang keras, padat, dan merupakan bentuk istirahat yang tahan terhadap kondisi yang tidak menguntungkan.
5. Stroma: suatu struktur padat yang merupakan massa dari hifa yang berbentuk seperti bantalan.



Gambar 8.2 jenis-jenis anyaman hifa: (a) Prosenkim (b)Pseudoparenkim (c) Stroma (d) Rhizomorfe (e) Sklerotium (Pelczar *et. al.* 1988)

c. Dinding hifa

Dinding Hifa atau dinding sel umumnya terdiri dari selulose (suatu karbohidrat yang berantai panjang), zat serupa lignin dan beberapa zat organik lainnya.

Tabel 8.1 Komposisi dinding sel jamur
(Alexopoulos dan Mims, 1979)

No	Katagori dinding sel	Kelompok jamur	Genus
1	Sellulose-Glycogen	Zerasiomycetes	<i>Polisphondyum</i> , <i>Dictyostellium</i> <i>Phytophthora</i> , <i>Phythium</i> ,
2	Sellulose- B-Glucan	Oomycetes	<i>Saprolegnia</i>
3	Sellulose-Chitin	Hyphochytridomycetes	<i>Rhizidiomyces</i>
4	Chitin-Chitosan	Zygomycetes	<i>Mucor</i> , <i>Phycomyces</i>
5	Chitin-B-Glucan	Chytridiomycetes	<i>Allomyces</i> ,
		Ascomycetes	<i>Blastocladiella</i>
		Deuteromycetes	<i>Neurospora</i> <i>Aspergillus</i> <i>Schizophyllum</i> ,
6	Mannan-B- Glucan	Basidiomycetes	<i>Fomes</i> , <i>Polyporus</i> <i>Saccharomyces</i> ,

7	Chitin-Mannan Galactosamine-	Basidiomycetes	<i>Candida</i> <i>Sporobolomyces</i> , <i>Rhodotorula</i>
8	Galactosa polymers	Trichomycetes	<i>Amoebidium</i>

d. Kompartemen lain pada hifa

Terdapat beberapa kompartemen lain yaitu struktur seperti mitokondria, retikulum endoplasma, ribosom, apparatus Golgi, peroksisom, glioksisom, hidrogenosom, dan lisosom. Mitokondria terdapat dalam sitoplasma sel fungi berbentuk oval atau memanjang.

Retikulum endoplasma adalah membran yang mengelilingi organel-organel yang hanya terdapat pada golongan eukariot.

Ribosom terdapat pada sitoplasma berfungsi untuk sintesis polipeptida, Ribosom terdapat dalam matriks mitokondria.

Aparatus Golgi berfungsi dalam sintesis bahan dinding sel yaitu glikoprotein. menyekresikan bahan-bahan ekstraseluler seperti cell coat pada pembetahan spora dari suatu sitoplasma yang multiseluler dan menghasilkan vesikel yang berperan dalam pembentukan dinding sel.

Vesikel merupakan struktur berbentuk kantong terdapat pada lokasi-lokasi pertumbuhan dinding sel, terutama pada hifa apical. Vesikel juga berperan dalam mengikat zat warna dan racun serta mengekskresikan enzim-enzim ekstraseluler (Moore-Landecker, 1996).

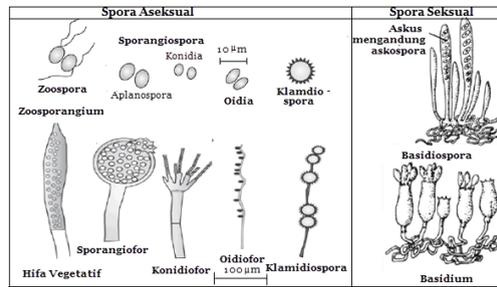
Peroksisom adalah organel yang terbungkus oleh membran tunggal dari lipid dwilapis yang mengandung protein reseptor. Peroksisom mengandung katalase. Glioksisom mengandung enzim-enzim yang terlibat dalam oksidasi asam lemak dan dalam siklus glio-oksalat, hidro-genosom mengandung hidrogenase untuk reaksi-reaksi anaerob dalam sel, lisosom mengatur pemecahan komponen-komponen sel, misalnya pemecahan septum agar inti sel dapat bergerak dari sel satu ke sel yang lain dan pada sel yang bersifat parasit untuk memecahkan dinding sel inang.

e. Spora

Spora adalah ujung hifa jamur yang menggelembung membentuk serupa wadah, sedangkan protoplasmanya menjadi spora, berfungsi sebagai alat perkembangbiakan jamur.

Spora terbagi dalam dua golongan yaitu: spora aseksual dan spora seksual.

1. Spora aseksual terdiri dari:
 - a. Konidiospora atau konidium. Konidium yang kecil dan bersel satu disebut mikrokonidium. Konidium yang besar lagi bersel banyak dinamakan makrokonidium. Konidium terbentuk di ujung di sisi suatu hifa
 - b. Sporangiospora, terbentuk dalam suatu kantung yang disebut sporangium
 - c. Oidium atau Oidiospora, terbentuk karena terputusnya sel-sel hifa
 - d. Klamidospora, terbentuk dari sel hifa somatik. Spora bersel satu yang berdingin tebal ini sangat resisten terhadap keadaan yang buruk
 - e. Blastospora, terbentuk pada bagian tengah hifa
2. Spora seksual terdiri dari:
 - a. Askospora, terbentuk dalam kantung askus terdapat pada kelas *Ascomycetes*
 - b. Basidiospora, terbentuk dalam struktur yang berbentuk gada disebut basidium, terdapat pada kelas *Basidiomycetes*.
 - c. Zigospora disebut juga gametosit, terbentuk bila dua hifa secara seksual serasi.
 - d. Oospora, terbentuk dalam struktur betina khusus yang disebut oogonium.



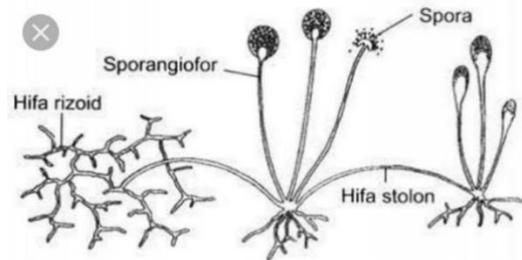
Gambar 8.3 Jenis-jenis spora aseksual dan seksual

3. Siklus hidup Jamur

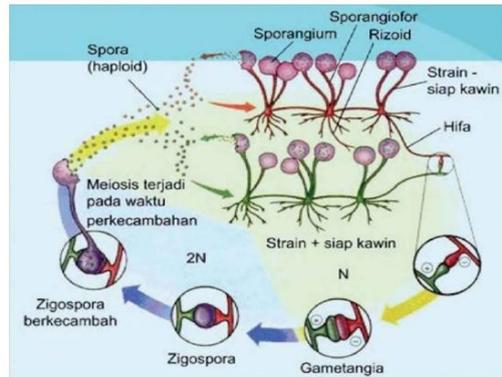
Siklus hidup jamur melewati beberapa tahap atau fase. Siklus hidup berawal dari spora yang kemudian akan berkecambah membentuk hifa yang berupa benang-benang halus. Hifa ini akan tumbuh ke seluruh bagian media tumbuh. Siklus hidup jamur berbeda tiap kelas jamur. Klasifikasi didasarkan pada mekanisme dan spora yang berasal dari reproduksi seksual, yang pada sebagian besar keadaan melibatkan strain yang dapat berpasangan, menjalani fusi dan meiosis, dan pertukaran informasi genetik.

a. Zygomycetes

Fungi zygomycetes memiliki hifa senositik tidak bersekat dengan inti haploid, struktur tubuh bersifat muluseluler, pada umumnya berupa kapang atau struktur mirip benang, struktur dari hifa yang berfungsi sebagai penyerap substrat disebut rhizoid sedangkan batang penghubung disebut stolon, dinding sel didominasi oleh kitin dan kitosan. Perkembangbiakan secara seksual menghasilkan zigospora; perkembangbiakan aseksual terjadi melalui sporangia. Contoh: *Rhizopus*, *Absidia*, *Mucor*, *Pilobolus*.



Gambar 4.1 Struktur tubuh *Rhizopus* sp.

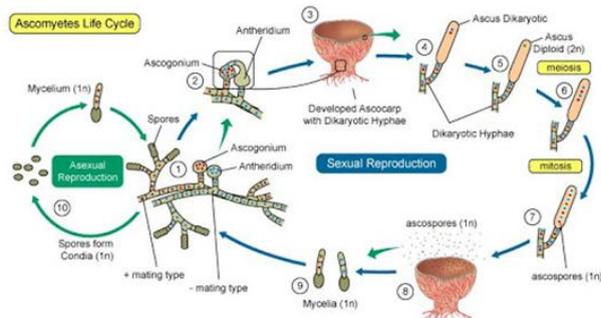


Gambar 4.2 Siklus hidup Zygomycota

Secara umum proses diawali dengan bertemunya dua hifa yaitu hifa (+) dan hifa (-). Ketika ujung hifa yang berlawanan mendekat satu sama lain maka akan muncul senyawa kimia yang memungkinkan keduanya untuk tumbuh semakin mendekat dan menyatu membentuk struktur gametangia yang mampu menghasilkan gamet. Setelah kedua hifa yang berlawanan tersebut bertemu, maka terjadi proses plasmogami yaitu bersatunya cairan sel hifa dan dilanjutkan dengan karyogami yaitu bergabungnya nucleus hifa (+) dan (-) sehingga terbentuk zigospora dengan nucleus diploid. Zigospora berkembang menjadi zigospora. Zigospora jatuh pada lingkungan yang sesuai maka hifa aerial akan tumbuh dan berkembang menjadi sporangium pada ujung hifa.

b. Ascomycetes

Fungi dari golongan ini memiliki hifa monokariotik (berinti tunggal) dan sel-sel yang dipisahkan oleh septa sederhana, perkembangbiakan secara seksual melibatkan kantong atau askus tempat terjadinya kariogami dan meiosis, menghasilkan askospora, perkembangbiakan secara aseksual terjadi melalui konidia dan kapang mempunyai hifa berseptata. Contoh: *Allomyces*, *Microsporium*, *Saccharomyces*.

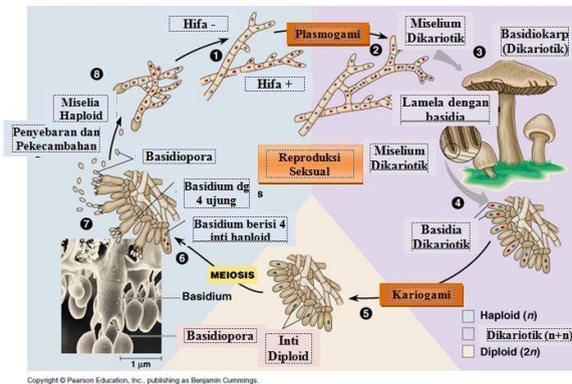


Gambar 4.3 Siklus hidup Ascomycetes

Pada siklus seksual, hifa satu akan membentuk anteridium sedangkan satunya akan membentuk askogonium. Inti haploid anteridium akan berjalan ke askogonium melalui suatu saluran yang disebut trikogin. Di dalam askogonium ini yang berasal dari kedua gametangium akan berpasangan yang dinamakan hifa dikariotik membentuk hifa askokarpus. Di dalam hifa ini akan terjadi suatu peleburan inti haploid, membentuk zigot yang diploid. Hifa dikariotik akan berkecambah menjadi askus. Zigot membelah melalui proses meiosis menghasilkan 4 inti haploid, kemudian selanjutnya terjadi pembelahan mitosis dan membentuk 8 askus spora di dalam askus. Askus spora ini akan keluar dari askus dan menjadi hifa baru. Pada siklus aseksual, ascomycetes, uniseluler membentuk konidiospora yang berasal dari ujung hifa. Konidiospora ini sangat kecil dan mudah terbawa oleh angin menuju ke tempat yang sesuai untuk tumbuh menjadi individu baru.

c. Basidiomycetes

Basidiomycetes umumnya berukuran makroskopis. Memiliki daging buah (basidiocarp), memiliki hifa bersekat. reproduksi seksual menghasilkan empat basidiospora progeni yang ditunjang oleh basidium berbentuk gada. Contoh: *Agaricales*, *Volvariella volvacea*, dan *Ustilago maydis*.

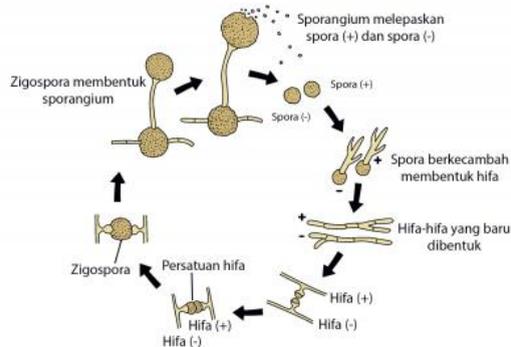


Gambar 4.4 Siklus hidup Basidiomycetes

Siklus hidup Basidiomycetes dimulai dari spora basidium atau konidium yang tumbuh menjadi hifa yang bersekat dengan satu inti (monokariotik). Hifa (+) dan hifa (-) yang berinti haploid (n) berkecambah dari basidiospora. Kedua hifa ini saling bersinggungan. Plasmogami terjadi antar hifa (+) dan hifa (-) sehingga inti salah satu hifa pindah ke hifa lainnya membentuk hifa dengan dua inti haploid (n) yang berpasangan (dikariotik). Hifa haploid dikariotik akan tumbuh menjadi miselium dikariotik yang dikariotik. Miselium dikariotik tumbuh dan membentuk badan buah yang disebut basidiocarp. Pada ujung-ujung hifa basidiocarp terjadi kariogami sehingga membentuk basidium yang berinti diploid ($2n$). Inti diploid dalam basidium akan membelah secara meiosis menjadi empat inti yang haploid (n). Basidium membentuk empat tonjolan yang disebut sterigma pada ujungnya. Satu inti haploid pada basidium kemudian masuk ke dalam salah satu sterigma dan berkembang menjadi basidiospore. Jika basidiospora terlepas dari basidium dan jatuh pada tempat yang sesuai, akan tumbuh menjadi hifa yang haploid.

d. Deuteromycetes

Kelompok ini merupakan fungi tidak sempurna, hifa bersekat dan bersifat mikroskopis, hidup sebagai parasit dan saprofit, reproduksi secara aseksual, dan reproduksi seksual belum diketahui. Contoh: *Coccidioides immitis*, *Paracoccidioides brasiliensis*, *Candida albicans*.



Gambar 4.5 Siklus hidup Deuteromycetes

Awalnya, terjadi pembentukan konidia. Selanjutnya konidia tersebut akan menghasilkan konidiofor, yakni sejenis hifa khusus atau terdapat pembentukan tunas yang kemudian dilanjutkan dengan munculnya spora dengan benang hifa. Selain reproduksi secara aseksual, deuteromycetes juga dapat bereproduksi secara parasexual atau dapat disebut juga dengan rekombinasi genetik. Proses dari siklus parasexual terjadi dengan adanya pengiriman materi genetik tanpa melalui pembelahan meiosis dan perkembangan dari struktur seksual.

4. Perkembangbiakan jamur

Perkembangbiakan jamur adalah pembentukan individu-individu baru yang memiliki semua karakteristik yang khas bagi suatu spesies. Secara umum perkembangbiakan jamur dibagi atas dua tipe yaitu secara aseksual dan seksual. Perkembangbiakan secara aseksual tidak melibatkan persatuan inti, sedangkan reproduksi seksual dicirikan dengan persatuan dua inti jamur yang kompatibel.

a. Perkembangbiakan Secara Aseksual

Perkembangbiakan secara aseksual yaitu pembiakan untuk memperoleh individu baru yang dapat terjadi berulang kali dalam suatu musim. Perkembangbiakan secara aseksual ini dapat berlangsung secara:

- a. Fragmentasi, setiap fragmen membentuk individu baru,
- b. Pembelahan sel (*fission*), sel somatik membelah menjadi sel anak
- c. Pertunasan sel somatic atau spora (*Budding*), setiap tunas

menghasilkan individu baru

d. Pembentukan spora, setiap spora berkecambah membentuk tabung kecambah yang akan berkembang menjadi miselium. Beberapa jamur memperbaiki diri dengan fragmentasi hifa. Hifa bisa terputus menjadi beberapa sel yang mempunyai sifat sebagai spora yang disebut dengan arthrospora. Jika sel-sel tersebut dibungkus oleh suatu dinding tebal sebelum terputus satu sama lainnya atau dari sel hifa yang menghubungkannya maka sel tersebut dinamakan klamidospora. Pembelahan merupakan pembagian sederhana dari satu sel induk menjadi dua sel anak dengan penggentingan dan pembentukan dinding sel. Pembelahan ini merupakan ciri dari organisme sederhana termasuk khamir.



Gambar 4.1 Perkembangbiakan secara asexual (a) pembelahan (b) budding (c) arthrospora (d) klamidospora (Pelczar, 1988)

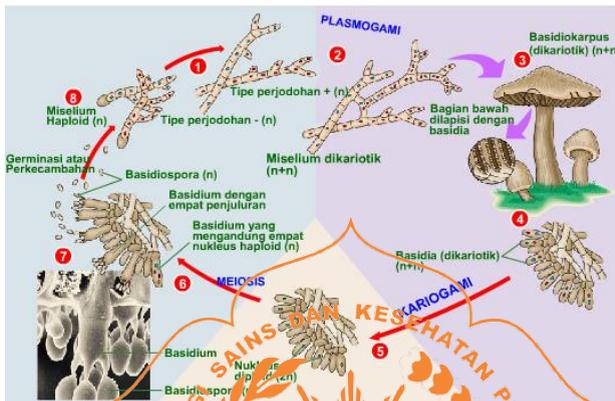
b. Perkembangbiakan secara seksual

Perkembangbiakan secara seksual memerlukan dua jenis jamur yang cocok atau kompatibel, yang ditandai dengan (+) dan (-) atau dengan A dan a. Proses reproduksi seksual ini pada dasarnya melalui tiga fase yaitu:

- plasmogami: persatuan dua protoplasma yang membawa inti untuk berdekatan satu sama lainnya dalam sel yang sama
- karyogami: persatuan dua inti. Pada kebanyakan jamur sederhana, karyogami umumnya terjadi setelah proses plasmogami, akan tetapi pada jamur yang lebih kompleks

proses ini dipisahkan oleh waktu dan tempat. Plasmogamy mengakibatkan sel berinti dua (binukleat) yang mengandung satu inti dari tiap induk. Jika kedua inti tersebut Bersatu maka hifa baru yang berinti satu disebut monokaryotik.

- meiosis: penurunan jumlah kromosom menjadi haploid



Gambar 4.2 Perembangbiakan secara seksual

5. Cara penularan jamur

Ada berbagai jenis jamur yang dapat menyebabkan infeksi pada manusia dan beberapa jenis jamur dapat menyerang lebih dari satu bagian tubuh yang berbeda. Sebagian besar kasus mikosis terjadi akibat adanya paparan terhadap sumber jamur, seperti jamur yang ada di udara hingga tanah atau jamur yang terkandung dalam kotoran hewan. Beberapa jenis mikosis atau infeksi jamur juga dapat ditularkan dari satu orang ke orang lainnya. Mikosis adalah infeksi jamur yang dapat menyerang permukaan dan lapisan kulit hingga organ dalam tubuh manusia. Mikosis umumnya menyerang orang dengan system imun yang lemah.

Infeksi yang disebabkan oleh jamur (mikosis) pada manusia dapat diklasifikasikan ke dalam 5 kelompok besar yaitu: mikosis superfisial, mikosis kutan, mikosis subkutan dan mikosis endemik, dan mikosis oportunistik.

Jenis Mikosis	Agen Fungi Penyebab	Mikosis
Superfisial	<i>Malassezia</i> sp <i>Hortaea werneckii</i> <i>Trichosporon</i> sp <i>Piedraia hortae</i>	Pityriasis versicolor Tinea nigra Piedra putih Piedra hitam
Kutan	<i>Microsporum</i> sp, <i>Trichophyton</i> sp, dan <i>Epidermophyton floccosum</i> <i>Candida albicans</i> dan <i>Candida</i> sp lain	Dermatofitosis Kandidiasis kulit, mukosa, atau kuku
Subkutan	<i>Sporothrix schenckii</i> <i>Phialophora verrucosa</i> , <i>Fonsecaea pedrosoi</i> , dan lain-lain <i>Pseudallescheria boydii</i> , <i>Madurella mycetomatis</i> , dan lain-lain Exophiala, bipolaris, exserohilum, dan lain-lain	Sporotrikosis Kromoblastomikosis Misetoma Faehifomikosis
Endemik (primer, sistemik)	<i>Coccidioides immitis</i> , <i>C posadasii</i> <i>Histoplasma capsulatum</i> <i>Blastomyces dermatitidis</i> <i>Paracoccidioides brasiliensis</i>	Koksidiodomikosis Histoplasmosis Blastomikosis Parakoksidiodomikosis
Oportunistik	<i>Candida albicans</i> dan <i>Candida</i> sp lain <i>Cryptococcus neoformans</i> <i>Aspergillus fumigatus</i> dan <i>Aspergillus</i> sp lain <i>Rhizopus</i> sp, <i>Absidia</i> sp, <i>Mucor</i> sp, dan <i>Zygomycetes</i> sp lain <i>Penicillium marneffei</i>	Kandidiasis sistemik Kriptokosis Aspergilosis Mukormikosis (zigomikosis) Penisilosis

Gambar 5.1 Mikosis utama dan penyebabnya (Jawetz *et. al.*, 1986)

a. Mikosis superfisial

Mikosis superfisial adalah infeksi jamur yang hanya mengenai stratum korneum dari kulit. Ada beberapa penyakit yang penting diketahui yang diakibatkan oleh infeksi jamur superfisial, antara lain Tinea versicolor yang disebabkan karena pertumbuhan *Malassezia furfur* yang berlebihan, Tinea nigra yang disebabkan oleh pertumbuhan jamur *Hortaea werneckii*, Piedra hitam yang disebabkan oleh pertumbuhan jamur *Hortaea* *piedra* dan Piedra putih yang disebabkan pertumbuhan jamur jenis *Trichosporon beigelii*.

Tinea versicolor adalah infeksi jamur yang sering terjadi sebagai akibat tumbuhnya *Malassezia furfur* secara berlebihan pada stratum korneum. *Malassezia furfur* adalah spesies yang menyerupai ragi yang bersifat lipofilik dan merupakan flora normal di kulit. Jamur ini menyerang stratum korneum dari epidermis kulit, biasanya diderita oleh seseorang yang banyak beraktifitas dan mengeluarkan keringat. Jamur *Malassezia* sangat mudah menginfeksi kulit orang yang selalu terkontaminasi dengan air dalam waktu yang lama dan disertai dengan kurangnya kesadaran akan kebersihan diri dan lingkungan disekitar Tinea versicolor mempunyai gambaran khas lesi yang berwarna putih sampai coklat bisa tersendiri atau meluas pada kulit dengan ukuran yang tipis. Cara penularan jamur ini bisa menular lewat

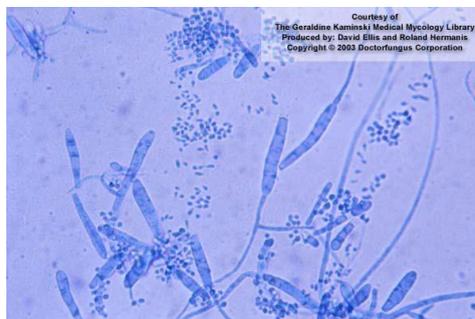
persentuhan kulit yang terinfeksi jamur atau juga dari pakaian yang terkontaminasi spora jamur.



Gambar 5.2 *Malassezia furfur*

b. Mikosis kutan

Mikosis kutan adalah infeksi yang disebabkan oleh jamur yang menyerang pada daerah superficial yang terkeratinisasi, yaitu kulit, rambut, kuku. Tidak ke jaringan yang lebih dalam. Salah satu spesies penyebab mikosis ini adalah *Trichophyton* sp. merupakan jamur yang termasuk dalam golongan Deuteromycetes atau jamur tidak sempurna (fungi imperfecti), karena selama hidupnya hanya memiliki fase vegetatif (fase aseksual) saja, yaitu melalui pembentukan konidia. Fase generatifnya (fase seksual) tidak ditemukan. Secara mikroskopis *Trichophyton* sp. memiliki hifa dengan beberapa percabangan, umumnya cabang-cabang yang dimiliki pendek dan merupakan hasil dari pertunasan hifa.



Gambar 5.3 *Trichophyton* sp.

Hifa atau miselium tersebut umumnya tidak bersekat, kecuali pada hifa yang akan membentuk atau menghasilkan konidia. Konidia yang dimiliki *Trichophyton* sp. dapat berbentuk makrokonidia maupun mikrokonidia. Makrokonidia yang dimiliki berbentuk pensil dan terdiri dari beberapa sel, sedangkan mikrokonidia berbentuk lonjong dan berdinding tipis. Jamur *Trichophyton* sp. pada media pertumbuhan memperlihatkan hifa atau miselium yang halus berwarna putih dan tampak seperti kapas, meskipun kadang dapat juga berwarna lain tergantung dari pigmen yang dimilikinya.

Trichophyton sp. ditularkan melalui kontak langsung dengan kulit/kuku manusia atau hewan yang terinfeksi. *Trichophyton* sp. bisa ditularkan melalui sentuhan, usapan, dan rabaan dari kulit yang mungkin terinfeksi. Bisa juga akibat kontak kulit atau rambut kita dengan benda yang dihinggapinya jamur ini seperti pakaian, sisir, sikat rambut, kursi bioskop, topi, furniture, seprai, selimut, handuk, dan lain sebagainya. Tergantung pada jenis organisme jamur yang ada di sekitar kita. Kerentanan terkena infeksi terjadi apabila ada cedera pada kulit seperti luka tergores, luka bakar, maupun suhu dan kelembapan yang berlebihan.

c. Mikosis subkutan

Jamur yang menyebabkan mikosis subkutan tumbuh dalam tanah atau pada tanaman yang membusuk. Untuk dapat menimbulkan penyakit, jamur ini harus masuk ke dalam jaringan subkutan atau dermis oleh karena itu disebut dengan mikosis subkutan. Mikosis subkutan biasanya disebabkan karena luka pada daerah superfisial kulit atau trauma akibat tusukan duri. Mikosis subkutan terdiri dari *Sporotrichosis*, *Chromoblastomycosis*, *Rhinosporidiosis*, *Mycetoma* dan *Lobomycosis*.

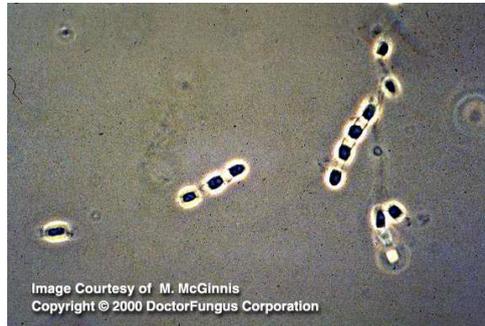


Gambar 5.4 *Sporothrix schenckii*

Sporotrichosis adalah infeksi jamur kronis yang hanya menginfeksi jaringan kutis dan subkutis, walaupun mungkin saja terjadi penyebaran ke organ tubuh yang lain. Lesi pada kutis berkembang akibat masuknya *Sporothrix schenckii* melalui kulit yang mengalami kerusakan. *Sporothrix schenckii* ini terdapat di lingkungan, terutama di tanah dan dalam bahan organik (jerami, rumput, mawar, pohon dan permukaan beberapa tanaman). Spora jamur *Sporothrix schenckii* dapat masuk ke dalam tubuh dan menginfeksi kulit lewat tusukan duri rangkai, paku atau ranting. Infeksi juga dapat terjadi lewat sentuhan dengan jerami atau rumput sphagnum moss tanpa adanya luka terbuka pada kulit.

d. Mikosis endemic (primer, sistemik)

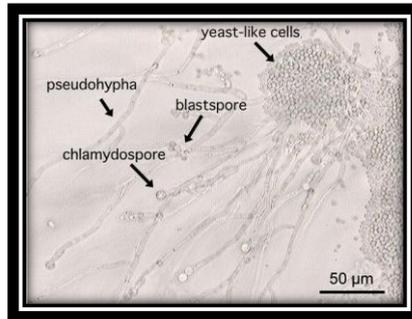
Mikosis sistemik merupakan infeksi jamur dimana jalur awal masuk ke dalam tubuh biasanya pada suatu lokasi profunda seperti paru-paru, saluran pencernaan atau sinus paranasal. Infeksi jamur ini memiliki kapasitas untuk menyebar melalui aliran darah. Salah satu contoh mikosis endemic adalah penyakit koksidiomikosis. Koksidiomikosis merupakan infeksi jamur yang disebabkan oleh *Coccidioides immitis* yang merupakan kapang tanah yang tidak dapat dibedakan fenotipnya. Infeksi ini ditemukan pada daerah yang sangat kering dengan batas jelas di bagian barat daya Amerika Serikat.



Gambar 5.5 *Coccidioides immitis*

Coccidioides immitis bentuknya seperti bola yang berdiameter 15 – 60 μm , dengan dinding tebal berbias ganda. Hifa dari jamur ini juga mudah pecah dan mengeluarkan spora. Spora yang dihasilkan inilah yang nantinya berpengaruh pada proses infeksi. Jamur ini masuk ke dalam tubuh penderita melalui spora (biji jamur dalam bentuk serbuk) yang terhirup. Penyakit yang juga dikenal dengan nama *Valley fever* ini umumnya tidak menimbulkan gejala khusus.

- e. Mikosis oportunistik adalah mikosis organ dalam yang menyerang orang dengan sistem kekebalan tubuh yang rendah. Pada seseorang yang mengalami penurunan sistem kekebalan tubuh, infeksi jamur biasanya menyerang organ paru-paru. Salah satu contoh penyakit yang masuk kedalam kelompok ini adalah kandidiasis sistemik yang disebabkan oleh *Candida albicans*. Kandidiasis terjadi karena adanya pertumbuhan jamur secara berlebihan yang dalam kondisi normal muncul dalam jumlah yang kecil. Kandidiasis terdapat di seluruh dunia dengan sedikit perbedaan variasi penyakit pada setiap area. *Candida albicans* adalah organisme endogen. Hal ini dapat ditemukan dalam 40-80% dari manusia normal. *Candida* terdapat dalam mulut, usus, dan vagina, dan bertindak sebagai komensal atau organisme patogen.



Gambar 5.6 *Candida albicans*

Mekanisme transmisi utama adalah melalui kandidaemia endogen, di mana spesies *Candida* yang merupakan mikrobiota dari berbagai situs anatomis dalam kondisi host yang lemah sebagai patogen oportunistik. Mekanisme lain untuk transmisi bersifat eksogen, dan ini terjadi terutama melalui tangan seorang profesional kesehatan yang merawat pasien. Penyebaran infeksi juga dapat terjadi melalui bahan layanan kesehatan seperti kateter dan larutan intravena yang terkontaminasi. Jamur *Candida* dianggap patogen penting karena fleksibilitas dan kemampuannya bertahan di berbagai tempat anatomis.

C. Rangkuman

Mikologi adalah ilmu yang mempelajari tentang fungi. Jamur memiliki sifat umum sebagai berikut: sel bersifat eukaryotik uniseluler dan multiseluler, bersifat heterotrofik (tidak melakukan fotosintesis) dan absorptif, dinding sel jelas dimana umumnya terdiri dari kitin dan selulosa, habitat terdapat dimana-mana sebagai saprofit, simbion, dan parasit. Jamur memiliki anggota berukuran mikroskopis dan makroskopis, tubuh jamur tersusun atas hifa yaitu struktur seperti benang dan kumpulan hifa membentuk miselium, reproduksi secara seksual dan aseksual.

Siklus hidup jamur melewati beberapa tahap atau fase. Siklus hidup berawal dari spora yang kemudian akan berkecambah membentuk hifa yang berupa benang-benang halus. Hifa ini akan tumbuh ke seluruh bagian media tumbuh. Siklus hidup jamur berbeda tiap kelas jamur. Klasifikasi didasarkan pada mekanisme dan spora yang berasal dari

reproduksi seksual, yang pada sebagian besar keadaan melibatkan strain yang dapat berpasangan, menjalani fusi dan meiosis, dan pertukaran informasi genetik.

Perkembangbiakan secara aseksual yaitu pembiakan untuk memperoleh individu baru yang dapat terjadi berulang kali dalam suatu musim. Perkembangbiakan secara aseksual ini dapat berlangsung secara fragmentasi, pembelahan sel (*fission*), pertunasan sel somatik atau spora (*Budding*), dan pembentukan spora. Perkembangbiakan secara seksual memerlukan dua jenis jamur yang cocok atau kompatibel, yang ditandai dengan (+) dan (-) atau dengan A dan a. Proses reproduksi seksual ini pada dasarnya melalui tiga fase yaitu plasmogamy, karyogami, dan meiosis.

Ada berbagai jenis jamur yang dapat menyebabkan infeksi pada manusia, dan beberapa jenis jamur dapat menyerang lebih dari satu bagian tubuh yang berbeda. Sebagian besar kasus mikosis terjadi akibat adanya paparan terhadap sumber jamur, seperti jamur yang ada di udara hingga tanah atau jamur yang terkandung dalam kotoran hewan. Infeksi yang disebabkan oleh jamur (mikosis) pada manusia dapat diklasifikasikan ke dalam 3 kelompok besar yaitu: mikosis superfisial, mikosis kutan, mikosis sistemik dan mikosis endemik, dan mikosis oportunistik.

D. Tugas

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan baik dan benar!

1. Jelaskanlah sifat umum dari fungi?
2. Jelaskanlah perbedaan mendasar antara kapang dan khamir?
3. Jelaskan perbedaan antara spora seksual dan spora aseksual khususnya mengenai pembentukannya!
4. Apakah yang unik mengenai Deuteromycetes yang membuatnya berbeda dari kelas jamur yang lain?
5. Jelaskanlah siklus hidup dari Ascomycetes, dan berikan contoh spesies jamur yang masuk ke dalam kelas tersebut!
6. Terdapat lima jenis mikosis yang disebabkan oleh jamur. Jelaskanlah masing-masing bagaimana cara penularan jamur penyebab penyakit tersebut!

E. Referensi

- Abdelghany, T.M. and El-Sheikh, H.H. 2016. *Mycology*. USA: OMICS Group eBooks.
- Alexopoulos, C.J and C.W Mims. 1979. *Introductory Mycology*. New York: John Wiley and Sons.
- Darnety. 2006. *Pengantar Mikologi*. Padang: Andalas University Press.
- Jawetz, JI Melcick, EA Adeberg. 1986. *Mikrobiologi untuk Profesi Kesehatan (Review of Microbiology)*. Ed. 16, Jakarta: EGC, Lange.
- Lianah. 2019. *Dasar-dasar Mikologi*. Semarang: Alinea Media Dipantara.
- Pelczar, M. J. and Chan, E. C. S., 1988. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Suryani, Y., O. Taupiqurrahman, and Y. Kulsum. 2020. *Mikologi*. Padang: PT. Freeline Cipta Granesia.

F. Glosarium

- Absorptif : bersifat menyerap
- Anteridium : struktur organ reproduksi jantan yang bersifat haploid.
- Aseptat : Hifa seperti ini tidak mempunyai dinding sekat
- Askogonium : organ seksual betina dari askomycetes yang menghasilkan atau mengandung askus.
- Cendawan : jamur/ fungi (bisa makroskopik, mikroskopik).
- Dikariotik : dua inti
- Eksogen : berasal dari luar
- Fungi : semua jenis jamur, baik yang makroskopis maupun yang mikroskopis.
- Generatif : perkembangbiakan yang ditandai adanya peleburan sel kelamin jantan dan betina.
- Heterotrofik : organisme yang membutuhkan senyawa organik di mana karbon diekstrak untuk pertumbuhannya. Organisme ini tidak dapat membuat makanan sendiri dalam rantai makanan dan hanya memperoleh makanan bergantung pada yang lain.
- Hifa : struktur fungi berbentuk seperti tabung yang terbentuk dari pertumbuhan spora atau konidia.
- Kapang atau molds : jamur/fungi yang bersifar mikroskopik

	berfilamen multiseluler.
Makroskopis	: ukuran yang bisa dilihat dengan mata telanjang
Mikroskopis	: sifat suatu ukuran yang hanya dapat dilihat dengan alat pembesar yakni mikroskop. Ukuran yang sangat kecil membuat objek mikroskopik ini luput dari pandangan mata telanjang.
Mikologi	: ilmu yang mempelajari tentang jamur.
Miselium	: kumpulan hifa.
Monokariotik	: satu inti
Multiseluler	: organisme yang mempunyai banyak sel
Mushroom	: jamur/ fungi yang bersifat makroskopik.
Parasit	: organisme yang hidup pada atau di dalam makhluk hidup lain dengan menyerap nutrisi, tanpa memberi bantuan atau manfaat lain padanya.
Progeny	: keturunan dari sumber yang sama
Saprofit	: organisme yang hidup dan makan serta mendapatkan nutrisi dari bahan organik yang sudah mati atau membusuk.
Sel somatic	: semua jenis sel yang membentuk suatu organisme, kecuali sel gamet organisme tersebut.
Septat	: Sekat membagi hifa menjadi ruang-ruang
Spora	: ujung hifa jamur yang menggelembung
Simbion	: bentuk interaksi makhluk hidup yang erat hubungannya antara dua individu yang berbeda jenis.
Thallus	: merupakan filament atau benang hifa.
Uniseluler	: makhluk hidup yang terdiri dari satu sel tunggal
Vegetatif	: cara reproduksi makhluk hidup secara aseksual.
Yeast atau khamir	: jamur/ fungi mikroskopik uniseluler
Zigot	: sel yang terbentuk dari sperma dan sel telur

G. Indeks

Agaricales 144

Ascomycetes 139

Allomyces 139

Basidiomycetes 139

Basidiospora 139

Deuteromycetes 139

Fragmentasi 147

Fungi 136

Hifa 136

Jamur 136, 137, 147

Microsporium 147

Mikologi 136

Mikosis endemic 152

Mikosis kutan 148, 150

Mikosis oportunistik 148

Mikosis subkutan 148

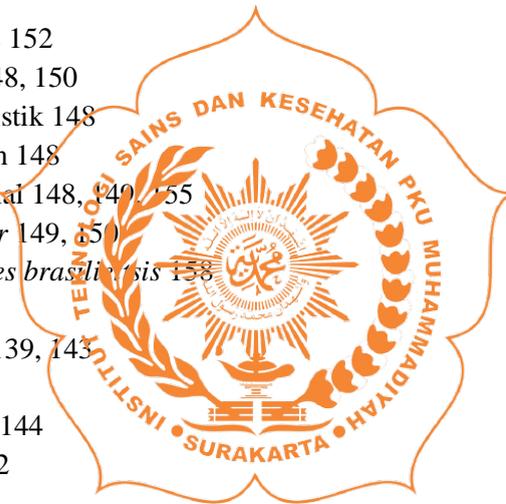
Mikosis superfisial 148, 149, 155

Malassezia furfur 149, 150*Parracoccidioides brasiliensis* 155*Rhizopus* 142*Saccharomyces* 139, 143

Spora 141

Ustilago maydis 144

Zygomycetes 142



BAB VIII BAKTERIOLOGI

Dodik Luthfianto, S.Pd., M.Si.

A. Tujuan pembelajaran :

1. Mahasiswa mampu memahami siklus hidup bakteri
2. Mahasiswa mampu memahami cara bakteri berkembangbiak
3. Mahasiswa mampu cara penularan bakteri

B. Materi

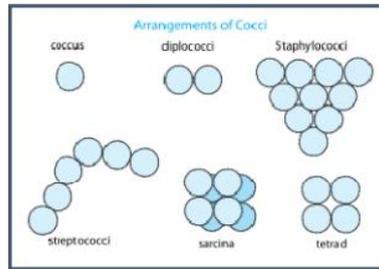
1. Siklus Hidup Bakteri

Bakteri merupakan makhluk hidup uniseluler yang memiliki susunan sel terdiri dari stuktur utama/ dasar dan struktur tambahan. Struktur dasar merupakan struktur tubuh yang dimiliki oleh semua bakteri, yaitu : dinding sel, membrane plasma, sitoplasma, ribosom, granula. Struktur tambahan adalah struktur tubuh bakteri yang hanya dimiliki oleh bakteri-bakteri tertentu, struktur tambahan bakteri adalah kapsul, flagellum/ flagella, pilius dan fimbria, klorosom dan endospore.

Bakteri memiliki habitat kosmopolit yang artinya mampu hidup diberbagai habitat. Cara hidup bakteri ada yang dapat hidup bebas, parasitik, saprofitik, patogen pada manusia, hewan dan tumbuhan. Habitatnya tersebar luas di alam, dalam tanah, punosfer (sampai + 10 km diatas bumi), di dalam lumpur, dan di laut.

Bentuk bakteri bermacam-macam, bakteri mempunyai bentuk dasar bulat, batang, dan lengkung. Bentuk bakteri juga dapat dipengaruhi oleh umur dan syarat pertumbuhan tertentu. Bakteri dapat mengalami involusi, yaitu perubahan bentuk yang disebabkan faktor makanan, suhu, dan lingkungan yang kurang menguntungkan bagi bakteri. Selain itu dapat mengalami pleomorfi, yaitu bentuk yang bermacam-macam dan teratur walaupun ditumbuhkan pada syarat pertumbuhan yang sesuai. Bentuk utama bakteri ada 3 tipe yaitu bentuk bulat (cocus), bentuk batang (basil), dan spiral (spirillum). Dari ketiga bentuk tersebut memiliki bentuk turunan yaitu :

- a. Cocus, bentuk cocus memiliki berbagai macam alternative bentuk yaitu: micrococus, diplococus, staphylococcus, strptococus, sarcina, tetrad



Gambar 1. Morfologi Berbagai macam bentuk bakteri cocus

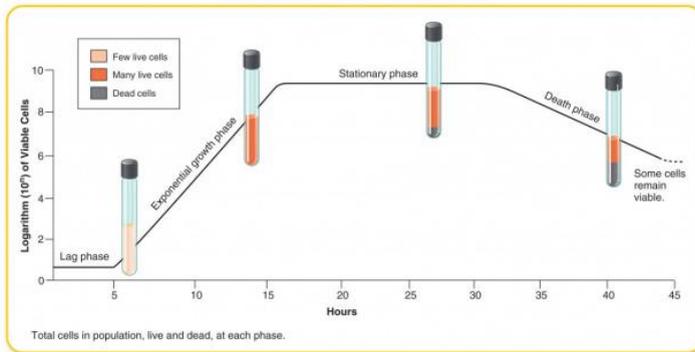
- b. Basil, Bakteri bentuk batang dapat dibedakan ke dalam bentuk batang panjang dan batang pendek, dengan ujung datar atau lengkung, berbagai bentuk alternatif bakteri basitil adalah : monobasil, diplobasil, streptobasil,



Gambar 2. Morfologi bakteri basil

- c. Spirillum, Bentuk lengkung /spiral dibagi menjadi : bentuk koma (vibrio), bentuk spiral dan spirochaeta.

Bakteri, seperti halnya semua makhluk hidup, membutuhkan makanan untuk dapat bermetabolisme dan untuk dapat melakukan pembelahan sel, dan tumbuh secara optimal dilingkungan yang menyediakan kebutuhan-kebutuhannya. Secara kimiawi, bakteri terbentuk oleh unsur-unsur polisakarida, protein, lipid, asam nukleat dan peptidoglikan, yang keseluruhannya harus dibentuk untuk mencapai pertumbuhan yang baik. Bakteri apabila dibiakan dalam suatu media tertentu (media padat/ media cair) akan mempunyai pola perkembangbiakan. Pola perkembangbiakan digambarkan dalam suatu kurva sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik pola pertumbuhan bakteri

a) Fase Lag

Pada fase ini laju pertumbuhan belum memperlihatkan pertumbuhan / pertambahan sel bakteri, pada tahapan ini bakteri dalam masa persiapan. Selama fase ini perubahan bentuk dan pertumbuhan jumlah individu tidak secara nyata terlihat. Karena fase ini dapat juga dinamakan sebagai fase adaptasi (penyesuaian) ataupun fase-pengaturan jasad untuk suatu aktivitas di dalam lingkungan yang mungkin baru. Saat pada fase lag bakteri akan menyesuaikan dengan lingkungan baru mereka, nutrisi tidak sepenuhnya bisa digunakan dalam aktifitas metabolisme.

Fase lag bergantung juga dari jenis bakteri yang ditanam, apabila mikroorganisme yang ditanam pada substrat atau medium yang sesuai, maka pertumbuhan akan terjadi. Namun sebaliknya apabila diinokulasikan mikroorganisme yang sudah tua meskipun makanannya cocok, maka pertumbuhannya mikroorganisme ini membutuhkan masa persiapan.

b) Fase eksponensial

Fase eksponensial disebut juga fase pertumbuhan, karena pada fase ini terjadi penambahan jumlah sel bakteri dengan pesat dalam waktu yang singkat. Setelah setiap individu menyesuaikan diri dengan lingkungan baru selama fase lag, maka mulailah mengadakan perubahan bentuk dan meningkatkan jumlah individu sel sehingga kurva meningkat dengan tajam (menanjak). Penambahan jumlah sel pada fase eksponensial disebabkan oleh beberapa factor antara lain:

- Faktor biologis, bentuk dan interaksi antar jasad hidup/ bakteri dengan bakteri lain dalam suatu lingkungan interaksi dapat berupa interaksi positif maupun interaksi negative
- Factor non biologis, antara lain kandungan sumber nutrisi di dalam media, temperatur, kadar oksigen, cahaya

c) Fase stasioner

Pada fase ini terjadi pengurangan sumber nutrisi serta faktor –faktor yang terkandung di dalam jasadnya sendiri, maka sampailah puncak aktivitas pertumbuhan kepada titik yang tidak bisa dilampaui lagi, sehingga selama fase ini, gambaran grafik seakan mendatar. Populasi jasad hidup di dalam keadaan yang maksimal stasioner yang konstan. Terjadinya pertumbuhan dan kematian bakteri yang seimbang mengakibatkan jumlah sel tetap (statis).

Pada tahap ini nutrisi yang ada di lingkungan telah habis sehingga bakteri bergantung pada cadangan makanan yang ada di dalam sel, ukuran sel menjadi lebih kecil dibandingkan dengan fase sebelumnya hal ini disebabkan karena penggunaan cadangan makanan di dalam sel dengan cepat.

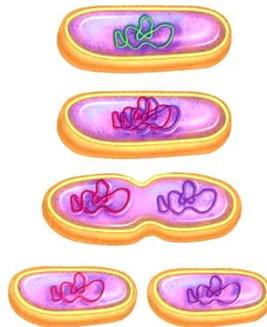
d) Fase kematian

Pada fase terakhir fase kematian digambarkan dengan kurva yang menurun tajam hal ini menandakan sel mengalami kematian yang cepat dalam waktu yang singkat. Fase ini diawali setelah jumlah mikroorganisme yang di hasilkan mencapai jumlah yang konstan, sehingga jumlah akhir mikroorganisme tetap maksimum pada masa tertentu. Setelah masa dilampaui, maka secara perlahan-lahan jumlah sel yang mati melebihi jumlah sel yang hidup. Dalam fase ini tidak ada lagi cadangan makanan/ nutrisi yang dipakai untuk pertumbuhan dan perkembangan bakteri sehingga terjadi kematian sel yang signifikan.

2. Perkembangbiakan Bakteri

Perkembangbiakan bakteri dapat terjadi secara aseksual dan seksual. Pembentukan aseksual terjadi dengan pembelahan biner, yakni satu sel induk membelah menjadi dua sel anak. Kemudian masing-masing sel anak membentuk dua sel anak lagi dan seterusnya. Tipe lain cara perkembangbiakan aseksual disamping pembelahan biner adalah

pembelahan ganda dan perkuncupan. Reproduksi bakteri terjadi secara pembelahan biner.



Gambar 4. Pembelahan biner

Pembelahan biner yang terjadi pada bakteri adalah pembelahan biner melintang yaitu suatu proses reproduksi aseksual, setelah pembentukan dinding sel melintang, maka satu sel tunggal membelah menjadi dua sel yang disebut dengan sel anak. Pembelahan diri dapat dibagi atas 4 fase, yaitu:

- Replikasi materi genetik
- Sel mengembang menjadi sel yang ukurannya jauh lebih besar dari sebelumnya. Selama sel membesar, kedua set DNA pindah ke ujung-ujung sel yang berlawanan.
- Sitoplasma terbelah oleh serat yang tumbuh tegak lurus pada arah memanjang
- Fase terakhir ialah terpisahnya kedua sel. Ada bakteri yang segera berpisah, yaitu yang satu terlepas sama sekali daripada yang lain, setelah dinding melintang menyekat secara sempurna

Pembelahan bakteri dengan cara biner terjadi secara melintang, satu sel membelah diri menjadi 2 sel anakan yang identik dan terpisah. Selang waktu yang dibutuhkan bagi sel untuk membelah diri menjadi dua kali lipat disebut sebagai waktu generasi. Waktu generasi pada setiap bakteri tidak sama, ada yang hanya memerlukan 20 menit bahkan ada yang memerlukan sampai berjam-jam atau berhari-hari. Bila bakteri diinokulasikan ke dalam medium baru, pembiakan tidak segera terjadi tetapi ada periode penyesuaian pada lingkungan yang dikenal dengan

pertumbuhan. Kemudian akan memperbanyak diri (replikasi) dengan laju yang konstan, sehingga akan diperoleh kurva pertumbuhan.

Perkembangbiakan seksual dilakukan dengan cara transformasi, transduksi, dan konjugasi. Namun, proses pembiakan cara seksual berbeda dengan eukariota lainnya. Sebab, dalam proses pembiakan tersebut tidak ada penyatuan inti sel sebagaimana biasanya pada eukarion, yang terjadi hanya berupa pertukaran materi genetika (rekombinasi genetik).

a. Transformasi

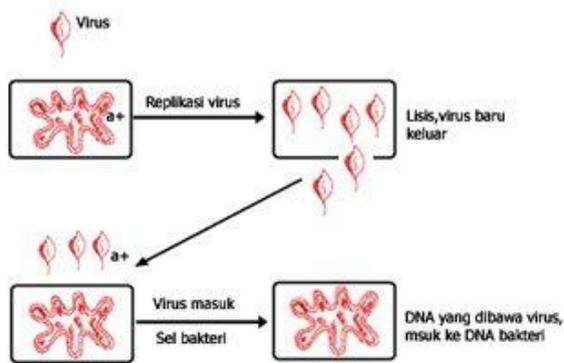
Transformasi adalah perpindahan materi genetik berupa DNA dari sel bakteri yang satu ke sel bakteri yang lain tidak terjadi melalui kontak langsung. transformasi ini merupakan cara bakteri menularkan sifatnya ke bakteri lain. Misalnya pada bakteri Pneumococci yang menyebabkan Pneumonia dan pada bakteri patogen yang semula tidak kebal antibiotik dapat berubah menjadi kebal antibiotik karena transformasi



Gambar 5. Proses perkembangbiakan bakteri dengan cara transformasi

b. Transduksi

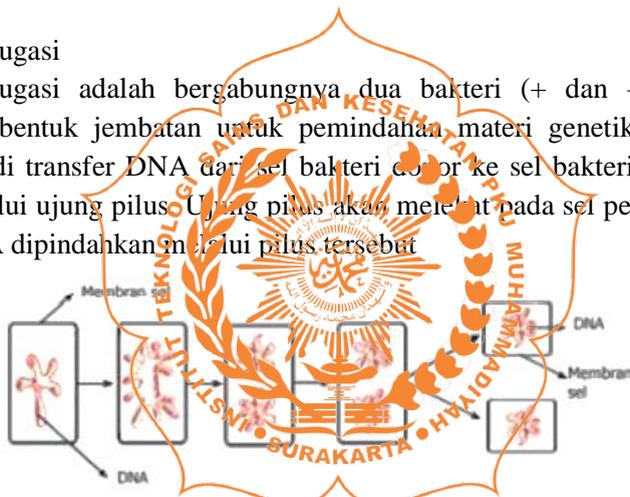
Transduksi adalah pemindahan materi genetik bakteri ke bakteri lain dengan perantara virus. Virus dapat menyambungkan materi genetiknya ke DNA bakteri dan membentuk profag. Ketika terbentuk virus baru, di dalam DNA virus sering terbawa sepinggal DNA bakteri yang diinfeksi. Virus yang terbentuk memiliki dua macam DNA yang dikenal dengan partikel transduksi (transducing particle). Proses inilah yang dinamakan Transduksi



Gambar 6. Proses perkembangbiakan bakteri dengan cara transduksi

c. Konjugasi

Konjugasi adalah bergabungnya dua bakteri (+ dan -) dengan membentuk jembatan untuk pemindahan materi genetik. Artinya, terjadi transfer DNA dari sel bakteri donor ke sel bakteri penerima melalui ujung pilus. Ujung pilus akan melekat pada sel penerima dan DNA dipindahkan melalui pilus tersebut.



Gambar 7. Proses perkembangbiakan bakteri dengan cara konjugasi

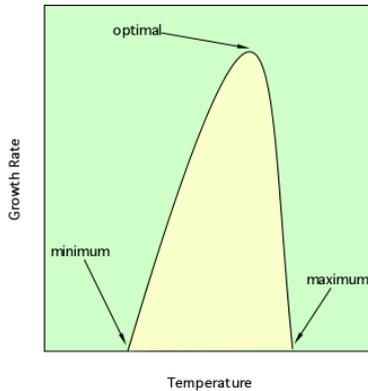
Dalam proses perkembangbiakan bakteri tidak terlepas dari aktifitas tumbuh dan berkembang dari bakteri itu sendiri. Pertumbuhan secara umum dapat didefinisikan sebagai pertambahan secara teratur secara komponen didalam sel hidup. Pada organisme multi seluler yang disebut pertumbuhan adalah peningkatan jumlah sel perorganisme, dimana ukuran sel menjadi lebih besar. Pada organisme uniseluler pertumbuhan adalah pertambahan jumlah sel yang juga berarti

pertambahan jumlah organisme yang membentuk koloni dalam suatu biakan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba antara lain:

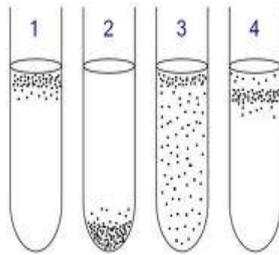
- a. **Nutrient**, Dalam pertumbuhannya setiap makhluk hidup membutuhkan nutrisi yang mencukupi serta kondisi lingkungan yang mendukung demi proses pertumbuhan tersebut, termasuk juga bakteri. Meskipun media pertumbuhan yang digunakan amat beragam, namun sebagai makhluk hidup bakteri mempunyai kebutuhan dasar yang sama, yaitu meliputi air, karbon, dan mineral. Mikroba sama dengan makhluk hidup lainnya, memerlukan suplai nutrisi sebagai sumber energi dan pertumbuhan selnya. Unsur-unsur dasar tersebut adalah : karbon, nitrogen, hidrogen, oksigen, sulfur, fosfor, zat besi dan sejumlah kecil logam lainnya.
- b. **Air**, Pertumbuhan bakteri tergantung dari tersedianya air. Bahan-bahan yang terlarut dalam air, yang digunakan oleh bakteri untuk membentuk bahan sel dan memperoleh energi. Selain sebagai bahan nutrisi, air juga digunakan untuk mengatalisis proses metabolisme yang berlangsung didalam sel bakteri.
- c. **Suhu**, Suhu merupakan salah satu factor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroba. Setiap mikroba mempunyai kisaran suhu dan suhu optimum tertentu untuk pertumbuhannya. Berdasarkan kisaran suhu pertumbuhan, mikroba dibedakan atas tiga kelompok sebagai berikut:
 1. Psikrofil, yaitu mikroba yang mempunyai kisaran suhu pertumbuhan pada suhu 0-20° C
 2. Mesofil, yaitu mikroba yang mempunyai kisaran suhu pertumbuhan 20- 45° C.
 3. Termofil, yaitu mikroba yang suhu pertumbuhannya diatas 45° C.

Berdasarkan suhu pertumbuhan bakteri terdapat suhu minimal, suhu maksimal dan suhu optimal. Suhu optimal merupakan suhu pertumbuhan yang menghasilkan laju maksimal pertumbuhan mikroba. Suhu optimum pertumbuhan mikroba selalu lebih rendah beberapa derajat dari suhu maksimal pertumbuhan.



Gambar 8. Grafik suhu minimal, suhu maksimal dan suhu optimal dari bakteri.

- d. **pH**, bakteri mempunyai pH lingkungan yang optimal (Neutrofil 6.0-8.0), minimal (Asidofil 2.0-5.0), dan maksimal (Alkalofil, 8.4-9.5) dalam kegiatan fisiologisnya. Bakteri tumbuh pada pH mendekati netral (pH 6,5 – 7,5). Pada pH dibawah 5,0 dan diatas 8,0 bakteri tidak dapat tumbuh dengan baik, kecuali bakteri asam asetat
- e. **Oksigen**, Mikroba mempunyai kebutuhan oksigen yang berbeda-beda untuk pertumbuhannya. Berdasarkan kebutuhannya akan oksigen, mikroba dibedakan atas 5 kelompok sebagai berikut:
1. Anaerob obligat, tumbuh hanya dalam keadaan tekanan oksigen yang sangat rendah dan oksigen bersifat toksik
 2. Anaerob aerotoleran yang tidak terburuk dengan paparan oksigen
 3. Anaerob fakultatif, dapat tumbuh dalam keadaan aerob dan anaerob
 4. Aerob obligat, membutuhkan oksigen untuk pertumbuhannya
 5. Mikroaerofil, yaitu mikroba yang membutuhkan oksigen pada konsentrasi yang lebih rendah daripada konsentrasi oksigen yang normal di udara.



Gambar 9. Tipe bakteri berdasarkan kebutuhan oksigen 1). Bakteri aerob, 2). Bakteri anaerob, 3). Bakteri anaerob fakultatif, 4). Bakteri mikroaerofilik.

- f. **Zat anti bakteri**, adalah zat yang dapat membunuh atau menghambat pertumbuhan bakteri. Tumbuhan secara empiris dapat digunakan sebagai bahan yang dapat mengobati penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri patogen. zat-zat antibakteri dapat dikelompokkan menjadi dua macam, yaitu bakterisid dan bakteriostatik. Mekanisme kerja dari senyawa antibakteri diantaranya yaitu menghambat sintesis dinding sel bakteri, menghambat ketebalan permeabilitas dinding sel bakteri, menghambat kerja enzim dan menghambat sintesis asam nukleat dan protein

3. Penularan Bakteri

Salah satu bentuk kerugian akibat mikroorganisme adalah timbulnya infeksi atau penyakit pada manusia. Mikroorganisme ini harus dideteksi, dikendalikan, atau bahkan dihancurkan. Ada beberapa cara bakteri dapat menyebabkan penyakit atau seseorang penderita sakit. Ada beberapa cara bakteri dapat menyebabkan penyakit atau seseorang penderita sakit. Cara itu antara lain melalui transmisi (penularan atau pemindahan bakteri), perlekatan pada permukaan sel inang, menyerang (invasive) dan toksigenitas (melepaskan toksin atau racun).

a. Transmisi

Media perantara penularan adalah barang/bahan yang terkontaminasi seperti peralatan makan, minum, alat-alat bedah/kebidanan, peralatan laboratorium, peralatan infus/transfusi..

Mikroorganisme dapat masuk ke tubuh melalui kulit, saluran pernafasan, saluran pencernaan dan saluran genit. mekanisme transmisi mikroba patogen ke pejamu yang rentan melalui dua cara, yaitu Transmisi Langsung dan transmisi tidak langsung. Transmisi langsung adalah Penularan langsung oleh mikroba patogen ke pintu masuk yang sesuai dari pejamu. Sebagai contoh adalah adanya sentuhan, gigitan, ciuman, atau adanya droplet nuclei saat bersin, batuk, berbicara atau saat transfusi darah dengan darah yang terkontaminasi mikroba pathogen. Transmisi tidak langsung merupakan Penularan mikroba patogen yang memerlukan media perantara baik berupa barang/bahan, air, udara, makanan/minuman, maupun vektor

b. Perlekatan pada permukaan sel inang

Mekanisme perlekatan adalah hal yang esensial bagi mikroorganisme untuk melekat pada membran mukosa misalnya rambut yang menyerupai pili pada. Mekanisme yang digunakan untuk perlekatan sering melibatkan pengikatan pada permukaan bakteri dengan organ tubuh seperti pili (fimbria) terhadap reseptor permukaan sel inang. Jenis perlekatan lainnya adalah perlekatan terhadap reseptor permukaan mukosa, beberapa adhesin bakteri memerantarkan kontak bakteri dengan bakteri lain, terbentuk dalam susunan mikrokoloni yang berikat atau secara bersentuhan

c. Invasive

Daya invasif bakteri berfungsi dalam patogenesis. Daya serang ini berhubungan dengan enzim yang disekresikan oleh bakteri diantaranya : Kolagenase yang berperan untuk merusak substansi interseluler jaringan inang, sehingga bakteri mudah masuk dan menyebar di jaringan, enzim eukosidin berfungsi menghancurkan sel-sel darah putih manusia jenis netrofil dan makrofaga

d. Toksigenitas

Toksigenitas ialah faktor penentu patogenesis bakteri. Toksin yang dihasilkan bakteri dapat digolongkan menjadi dua kelompok utama yaitu : eksotoksin dan endotoksin

Eksotoksin merupakan komponen lipopolisakarida/ penyusun dinding sel bakteri khususnya bakteri gram negative. Endotoksin dapat menyebabkan demam, syok dan gejala umum lainnya.

Endotoksin akan dilepaskan dari tubuh bakteri jika bakteri mengalami lisis. Eksotoksin adalah toksin yang dihasilkan dan dikeluarkan dari badan bakteri Gram positif dan Gram negative, racun eksotoksin lebih berbahaya dibandingkan dengan racun endotoksin karena Polipeptida eksotoksin merupakan antigen kuat yang dapat merangsang antibody tubuh membentuk antitoksin berguna untuk mencegah atau mengobati penyakit. Eksotoksin dapat menyebabkan penyakit dibagian tubuh tertentu setelah menyebar atau terbawa melalui jalur sistemik

C. Rangkuman

Bakteri merupakan makhluk hidup uniseluler yang memiliki susunan sel terdiri dari stuktur utama/ dasar dan struktur tambahan yang memiliki sifat kosmopolit. Bentuk bakteri bermacam-macam yaitu bentuk bulat (coccus), bentuk batang (basil), dan spiral (spirillum). Bakteri, seperti halnya semua makhluk hidup, membutuhkan makanan untuk dapat bermetabolisme dan untuk dapat melakukan pembelahan sel, dan tumbuh secara optimal dilingkungan yang menyediakan kebutuhan-kebutuhannya. Bakteri apabila dibiakan dalam suatu media tertentu (media padat/ media cair) akan mempunyai pola perkembangbiakan yang terbagi kedalam 4 fase yaitu fase adaptasi, fase logaritmik, fase stasioner dan fase kematian.

Perkembangbiakan bakteri dapat terjadi secara aseksual dan seksual. Pembiasaan aseksual terjadi dengan pembelahan biner, yakni satu sel induk membelah menjadi dua sel anak. Kemudian masing-masing sel anak membentuk dua sel anak lagi dan seterusnya. Pembelahan biner yang terjadi pada bakteri diri dapat dibagi atas 4 fase, yaitu: replikasi genetik, perkembangan sel, pembelahan sitoplasma dan terpisahnya sel menjadi sel baru. Perkembangbiakan seksual dilakukan dengan cara transformasi, transduksi, dan konjugasi. Dalam proses pembiasaan tersebut tidak ada penyatuan inti sel sebagaimana biasanya pada eukarion, yang terjadi hanya berupa pertukaran materi genetika. Dalam proses perkembangbiakan bakteri tidak terlepas dari aktifitas tumbuh dan berkembang dari bakteri itu sendiri. Pada organisme uniseluler pertumbuhan adalah penambahan jumlah sel yang juga berarti penambahan jumlah organisme yang membentuk koloni dalam suatu

biakan yang dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain : nutrisi, air, suhu, pH, oksigen dan zat anti bakteri.

Salah satu bentuk kerugian akibat mikroorganisme adalah timbulnya infeksi atau penyakit pada manusia. Ada beberapa cara bakteri dapat menyebabkan penyakit atau seseorang penderita sakit. Cara itu antara lain melalui transmisi (penularan atau pemindahan bakteri), perlekatan pada permukaan sel inang, menyerang (invasive) dan toksigenitas (melepaskan toksin atau racun). Toksin yang dihasilkan bakteri dapat digolongkan menjadi dua kelompok utama yaitu : eksotoksin dan endotoksin

D. Tugas

Pilihlah jawaban yang paling tepat !

1. Terdapat bermacam-macam bentuk morfologi dari bakteri. Bentuk sel bakteri bergerombol menyerupai buah anggur dengan bentuk tidak beraturan disebut....
 - A. Sarcina
 - B. Staphylococcus
 - C. Streptococcus
 - D. Diplococcus
 - E. Basilus
2. Berikut ini merupakan nutrisi yang sangat penting untuk pertumbuhan bakteri, kecuali....
 - A. Karbon
 - B. Nitrogen
 - C. Air
 - D. Protein
 - E. Lemak
3. Cara perkembangbiakan bakteri salah satunya dengan cara konjugasi, bagian tubuh bakteri yang berperan dalam perkembangbiakan konjugasi adalah....
 - A. Pilus/ fimbria
 - B. Flagella
 - C. Kromosom

- D. Ribosom
E. Plasmid
4. Urutan fase perkembangan mikroba pada media terbatas yang benar adalah...
- A. Fase logaritmik - fase pertumbuhan lambat - fase kematian – fase statis – fase adaptasi
B. Fase adaptasi– fase logaritmik – fase statis – fase kematian
C. Fase adaptasi - fase logaritmik – fase kematian – fase statis
D. Fase statis – fase adaptasi – fase kematian – fase menuju kematian – fase logaritmik
E. fase adaptasi - fase logaritmik –fase pertumbuhan lambat – fase statis - fase kematian – fase menuju kematian
5. Ciri-ciri pertumbuhan :
- a. Ukuran sel pada fase ini menjadi lebih kecil-kecil
b. populasi sel tetap karena jumlah sel yang tumbuh sama dengan jumlah sel yang mati.
c. sel-sel lebih tahan terhadap keadaan ekstrim seperti panas, dingin, radiasi dan bahan-bahan kimia
- ciri-ciri tersebut diatas merupakan ciri fase pertumbuhan mikroroganisme pada fase
- A. Fase logaritmik
B. Fase pertumbuhan awal
C. Fase adaptasi
D. Fase statis
E. Fase pertumbuhan lambat
6. Bentuk sel bakteri bergerombol menyerupai buah anggur dengan betuk tidak beraturan disebut....



- A. Sarcina
 - B. Staphylococcus
 - C. Streptococcus
 - D. Diplococcus
 - E. Basilus
7. Bakteri memiliki bentuk morfologi yang bermacam dan beranekaragam. Berikut merupakan bentuk-bentuk bakteri yang teridentifikasi, kecuali...
- A. Sarcina
 - B. Basil
 - C. Pseudo
 - D. Spiral
 - E. Kokoid
8. Tipe perkembangbiakan bakteri dari satu sel menjadi 2 disebut dengan...
- A. Konjugasi
 - B. Transduksi
 - C. Transformasi
 - D. Pembelahan mitosis
 - E. Pembelahan biner
9. Berikut ini merupakan mekanisme yang diperlukan bakteri pada pembelahan genetik, kecuali
- A. transduksi
 - B. Pembelahan biner
 - C. Transformasi
 - D. Konjugasi
 - E. Pembelahan inti
10. Bakteri penyebab penyakit disebut
- A. Nonpatogen
 - B. protozoa
 - C. patogenik
 - D. saprofit



E. Epifit

E. Referensi

- Chan, V.L.; Sherman, P.M.; Bourke, B. 2006. Bacterial Genome and Infectious Diseases. Totowa, New Jersey: Humana Press.
- Dale, J.; Park, S. 2003. Molecular Genetics of Bacteria. England: Wiley.
- Davis, B.D., et al. 1990. Microbiology. Singapore: Harper & Row Publisher.
- Dworkin, M.; Falkow, S.; Rosenberg, E.; Schleifer, K.; Stackebrandt, E. 2006. The Prokaryotes. Volume 7. Singapore: Springer.
- Entjang, I. 2003. Mikrobiologi dan Parasitologi. Bandung: PT. Citra Aditya Bakti.
- Fardiaz, S. 1989. Analisis Mikrobiologi Pangan. Bogor: PAU Pangan dan Gizi, IPB.
- Fardiaz, S., 1992. Mikrobiologi Pangan. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Gupte, S. 1990. Mikrobiologi Dasar. Alih Bahasa: Julius E.S. Jakarta: Bina Rupa Aksara.
- Hastuti, U.S. 2012. Penuntun Praktikum Mikrobiologi. Malang: UMM Press.
- Jawetz, E., Melnick, J.L.; Al-Jelberg, A. 1986. Mikrobiologi untuk Profesi Kesehatan. Alih Bahasa: H. Loning. Jakarta: EGC.
- Joklik, W.K.; Willett, H.P.; Ames, B.B.; Welfer, C.M. 1988. Zinsser Mikrobiologi. Singapore: Prentice Hall International Inc.
- Tortora, G.J.; Funke, B.R.; Case, C.L. 2010. Microbiology. Sanfrancisco: Benjamin Cummings.

F. Glosarium

Aerob. Organisme yang pertumbuhannya membutuhkan oksigen.

Anaerob. Organisme yang tumbuh tanpa adanya oksigen.

Anaerob fakultatif. Bakteri yang dapat tumbuh pada kondisi aerobik maupun anaerobik.

Anaerob obligat. Keadaan yang harus (mutlak) bebas dari adanya oksigen. Jika ada oksigen, kan bersifat toksik bagi sel makhluk hidup yang bersangkutan.

Antibiotik. Suatu komponen yang diproduksi oleh mikroba, dan dalam jumlah kecil mempunyai aktivitas antimikroba.

Antimikroba. Sifat suatu senyawa kimia atau biologi yang dapat membunuh atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme.

Antiseptik. Bebas dari mikroorganisme yang dapat menyebabkan infeksi atau kontaminasi.

Autotrofik. Organisme yang dapat memanfaatkan energi sinar atau kimia, dan menggunakan karbondioksida untuk menyusun senyawa organik.

Bakteri mesofilik. Bakteri yang tumbuh paling baik pada suhu sedang, dengan kisaran optimum 25 - 48°C.

Bakteri psikrofilik. Bakteri yang mempunyai suhu optimum, pertumbuhan pada suhu lemari es, masih dapat tumbuh pada suhu 0°C.

Bakteri termofilik. Mikroorganisme yang tumbuh baik pada suhu 50°C atau lebih.

Bakteri Gram negatif. Bakteri yang menunjukkan warna merah (menyerap zat warna safrani), ketika teramat di bawah mikroskop, dalam proses pewarnaan Gram.

Bakteri Gram Positif. Bakteri yang menunjukkan warna biru-ungu (menyerap zat warna Kristal violet), ketika teramat di bawah mikroskop, dalam proses pewarnaan Gram.

Bakteri patogen. Bakteri yang mempunyai kemampuan menyebabkan penyakit.

Basil. Bakteri yang berbentuk batang. Bentuk/sel vegetatif. Tahap pertumbuhan aktif, kebalikan dari tahap istirahat atau bentuk spora.

Diplobasil. Bentuk sel bakteri kokus dua-dua.

Diplokokus. Bentuk bakteri yang bentuk kokus dan berpasangan. .

Eukariotik. Sel yang memiliki inti yang bermembran. Membran inti, memisahkan inti dan sitoplasma sel.

Fimbriae. Struktur (apendiks), yang bukan pili, atau flagel; berfungsi untuk perlekatan pada suatu substrat/media.

Flagellum. Struktur (apendiks) pada permukaan sel bakteri, berfungsi sebagai alat gerak.

Halofilik. Mikroorganisme di mana pertumbuhannya tergantung atau dirangsang oleh konsentrasi garam tinggi.

Heterotrofik. Mikroorganisme yang tidak dapat menggunakan karbondioksida sebagai sumber karbon satu-satunya, dan membutuhkan komponen organik sebagai sumber karbon.

Kokus. Bentuk bola, salah satu bentuk dasar sel bakteri.

Koloni. Kumpulan sel-sel hasil pembelahan sel bakteri, dapat diamati pada media padat (solid).

Kultur. Biakan mikroorganisme, dapat berupa campuran atau murni, merupakan hasil kultivasi mikroorganisme tersebut di laboratorium.

Mikroaerofilik. Kondisi tekanan oksigen yang rendah yang dibutuhkan oleh makhluk hidup.

Patogen. Kemampuan untuk menyebabkan penyakit Pemanasan basah. Proses pemanasan yang menggunakan air (contohnya mendidihkan air pada suatu wadah).

Peptidoglikan. Senyawa polimer yang terdapat pada dinding sel prokariot (bakteri), terdiri atas tiga komponen utama, yaitu: asetilglukosamin (AGA), asetil muramat (AMA), dan peptode yang terdiri dari empat atau lima asam amino.

Plasmid. Struktur yang terdiri dari DNA di dalam sitoplasma (bebas), dan bereproduksi (bereplikasi tanpa tergantung pada kromosom).

Sarcina. Penataan sel bakteri kokus yang terdiri atas delapan sel atau lebih, membentuk struktur seperti kubus.

Sel eukariotik. Sel yang sudah memiliki membran inti (nukleus).

Sel prokariotik. Sel yang belum memiliki membran inti (nukleus).

Spora. Sel istirahat yang tahan dan dibentuk oleh mikroorganisme tertentu, dan bersifat dorman.

Stafilokokus. Bakteri berbentuk bola (kokus) yang penataan selnya tidak teratur seperti penataan buah anggur.

Streptobasil. Bentuk sel bakteri kokus yang terdiri atas tiga atau lebih sel membentuk rantai.

Transduksi. Pemindahan materi genetik (DNA) dari satu sel bakteri ke sel bakteri lain yang diperantarai oleh bakteriophage.

Transformasi. Pemindahan informasi genetik melalui pemindahan DNA bebas dari satu sel (donor) ke sel bakteri lain (resipien).

Vibrio. Bentuk koma dari sel bakteri. Waktu generasi. Waktu yang diperlukan oleh satu sel untuk membelah dan menghasilkan dua sel anak.

BAB IX

PROTOZOOLOGI

Zahara Fadilla, S.Si., M.Si.

A. Tujuan Pembelajaran

1. Mengetahui protozoa yang penting dalam kesehatan.
2. Mengetahui morfologi, siklus hidup & cara penularan, patogenitas dan gejala klinis, dan pemeriksaan laboratorium parasit protozoa.

B. Materi

1. SARCODINA/AMOEBA

Amoeba memiliki struktur sel dengan bentuk yang tidak tetap karena ada alat gerak berupa pseudopodia. Tubuh tersusun atas sitoplasma yang terdiri atas ektoplasma (luar) dan endoplasma (dalam). Amoeba diklasifikasikan berdasarkan Habitat dan taksonomi. Berdasarkan habitat Amoeba diklasifikasikan menjadi 2, yaitu: 1) Amoeba Intestinal (usus) merupakan Amoeba yang tinggal di usus besar manusia dan hewan. *Entamoeba histolytica* termasuk dalam entamoeba patogen. Sedangkan yang lain bersifat non patogen; dan 2) Amoeba *free living* (hidup bebas) merupakan amoeba yang hidup bebas dan bersifat patogen oportunistik, contohnya adalah *Naegleria fowleri*. Berikut ini merupakan klasifikasi berdasarkan molekular Entamoeba Berasal dari kelas Amoebozoa dan ordo Entamoebida. Contoh parasit amoeba adalah *Entamoeba histolytica* dan *Entamoeba coli*.

a.) *Entamoeba histolytica*

Entamoeba histolytica ini tersebar secara kosmopolit, terutama daerah tropis dan subtropis. Amoeba ini adalah parasit penyebab kematian akibat infeksi parasit tertinggi ke tiga setelah malaria dan schistosomiasis. Mayoritas kasus amoebiasis terjadi di negara berkembang, prevalensi tertinggi terjadi di negara-negara dengan status sosial ekonomi rendah dan kesehatan buruk.

Morfologi. *E. histolytica* memiliki 3 bentuk, yaitu a) Trophozoit; b) Prekista; dan Kista. Bentuk trophozoit (Gambar 1) merupakan bentuk vegetatif dan invasif, bentuk trophozoit ditemukan pada feses penderita dengan ukuran 12-60 μm (\pm 15-20 μm). Pada endoplasma ditemukan eritrosit yang difagositosis, leukosit dan vakuola makanan berisi debris

dan bakteri. Pseudopodia berasal dari ektoplasma yang berfungsi sebagai alat gerak. Bentuk ini berukuran besar dan aktif bergerak terutama pada feses penderita disentri amuba. Inti tunggal bulat dengan ukuran 4-6 μm . Bentuk trophozoit ini tidak tahan terhadap asam lambung dan ditemukan pada feses yang memiliki konsistensi cair dan setengah cair.

Bentuk prekista merupakan bentuk peralihan sebelum menjadi kista. Kista (Gambar 2) tampak bulat dan lonjong, berukuran 10-20 μm . Pada sitoplasma tidak berisi eritrosit dan sisa makanan. Bentuk Kista bulat, dibatasi oleh *cyst wall*, diameternya sekitar 6-15 μm mempunyai inti jumlahnya satu sampai empat tergantung stadiumnya bentuk nukleus sama dengan inti trophozoit. Kista yang berinti empat disebut " *Ripe cyst* " (kista masak), merupakan bentuk infeksi.



Gambar 1. Trophozoit *Entamoeba histolytica*

Gambar 2. Trophozoit *Entamoeba histolytica*

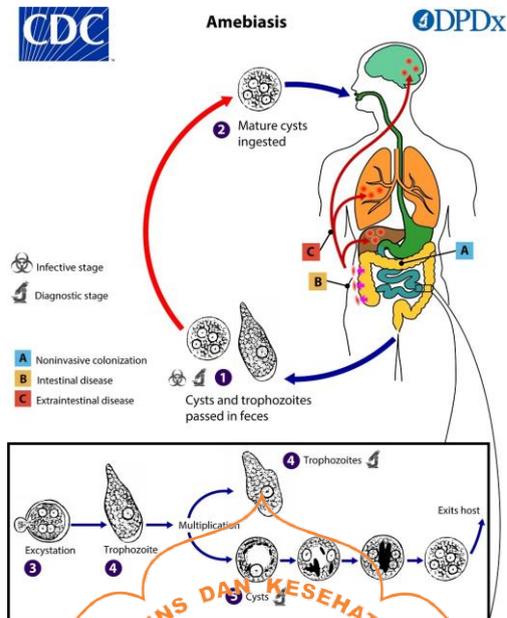
Sumber Gambar: <https://www.cdc.gov/dpdx/amebiasis/index.html>

Siklus Hidup. Hospes definitif *E. histolytica* adalah manusia sedangkan hewan reservoirnya adalah mamalia seperti kucing, anjing, kerbau, tikus, hamster dan marmut. Habitat utama *E. histolytica* pada stadium trophozoit pada mukosa dan submukosa colon, berbeda dengan stadium kista yang lebih menyukai daerah lumen usus. Siklus hidup

(Gambar 3) dimulai ketika kista matang tertelan oleh hospes, kista tahan terhadap asam lambung. Kista terbawa masuk ke usus halus (ileum) kemudian mengalami eksistasi (perubahan bentuk dari kista menjadi trophozoit). Trophozoit mulai melakukan pembelahan diri, nukleus yang awalnya berjumlah 4 menjadi 8 nukleus. Stadium trophozoit ini bersifat patogen karena menginvasi jaringan usus besar kemudian beredar masuk ke sirkulasi darah menyebar ke paru-paru, hati, otak, kulit dan vagina. Trophozoit mengalami enkistasi (perubahan bentuk dari trophozoit menjadi kista), proses perubahan dimulai dari pembentukan prekista yang memiliki satu nukleus, kemudian membelah menjadi dua nukleus dan akhirnya menjadi empat nukleus. Kista yang terbentuk akan dikeluarkan bersama dengan feses. Bentuk trophozoit dan kista dapat ditemukan pada feses, namun trophozoitnya ditemukan pada tinja dengan konsistensi cair (diare), berbeda dengan kista yang banyak ditemukan pada feses padat.

Transmisi Penyakit. Transmisi penyakit disentri amoeba oleh *E. histolytica* terjadi melalui: a) Penularan secara langsung dari satu orang ke orang lain (fekal-oral), b) Transmisi melalui hubungan homoseksual (oral-anal); c) Melalui makanan atau minuman yang terkontaminasi kista matang berinti 4; d) Penggunaan pupuk kandang dari feses; dan e) Kontaminasi makanan oleh larva atau kecoak yang hinggap pada makanan.

Patogenitas dan Gejala Klinis. Masa inkubasi parasit ini bervariasi tergantung pada a) Intensitas infeksi, b) strain *E. histolytica*; c) Flora normal pada hospes; d) Tempat infeksi *E. histolytica*; dan e) Faktor-faktor pada tubuh hospes (kepekaan hospes dan diet hospes). Sebagian besar penderita amoebiasis tidak menunjukkan gejala (asimtomatis). Namun amoebiasis dapat menimbulkan lesi, lesi yang timbulkan berupa lesi intestinal yang merupakan infeksi yang terjadi hanya pada usus besar (intestinal amoebiasis). Lesi lain yang dapat ditimbulkan adalah lesi ekstra intestinal, lesi ini terjadi diluar colon yang terdapat trophozoit *E. histolytica* yang bermigrasi ke sana.



Gambar 3. Siklus Hidup *Entamoeba histolytica*

Sumber Gambar: <https://www.cdc.gov/dpdx/amebiasis/index.html>

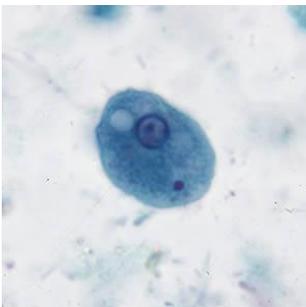
Gejala klinis intra intestinal amoebiasis yang ditimbulkan dari infeksi *E. histolytica* adalah: a) Asimtomatik: hospes yang terinfeksi tidak menunjukkan gejala klinis; b) Amoebiasis usus ringan: timbulnya gejala terjadi perlahan-lahan, diawali dengan nyeri perut ringan, perut kembung, diare 4-5 kali dalam sehari, feses berwarna busuk. Kadang-kadang pada feses tampak feses yang bercampur dengan darah dan lender; c) Amoebiasis usus sedang: tampak ulkus di mukosa usus besar hingga lapisan submukosa, hospes akan mengalami diare, terdapat darah dan lender pada feses, perut terasa kram, diikuti demam dan lemah, dan hepatomegali.; d) Amoebiasis berat: penderita mengalami demam tinggi, mual pucat (anemia) dan mengalami diare lebih dari 15 kali dalam sehari dan pada feses tampak disertai darah yang banyak. Gejala pada ekstra intestinal amoebiasis adalah muncul pada hepar yang menyebabkan *amoebic liver abscess*, amoebiasis paru dan amoebiasis otak.

Pemeriksaan Laboratorium. Pada pemeriksaan intestinal amoebiasis dapat dilakukan dengan melakukan: a) Pemeriksaan Feses : Pemeriksaan Feses dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Pada pemeriksaan

makroskopis feses berbau busuk, berwarna coklat kehitaman yang bercampur dengan darah dan lendir. Pada pemeriksaan mikroskopis, trophozoit banyak ditemukan pada feses cair sedangkan kista ditemukan baik pada feses cair atau padat. Trophozoit pada feses segar tampak aktif bergerak dengan gerakan pseudopodinya, tampak eritrosit pada stadium trophozoit. Pada kista matang tampak ada empat inti; b) Kultur Feses : Metode kultur feses tidak digunakan untuk pemeriksaan rutin. Medium yang banyak digunakan adalah medium Boeck and Drbohlav egg serum, medium Balamuth's, medium Nelson's, dan medium Robinson's; c) Deteksi antigen pada feses (coproantigen): metode yang dapat digunakan *Enzyme linked immunosorbent assay* (ELISA) dan *Immuno chromatographic test* (ICT); d) Serodiagnosis: Deteksi antigen amoeba menggunakan serum. Metode yang digunakan antara lain ELISA, CIEP, Uji koaglutinasi dan uji aglutinasi. Deteksi antibodi dilakukan dengan metode ELISA, *Indirect fluorescent antibody* (IFA) , dan *Indirect hemagglutination* (IHA).

b) *Entamoeba coli*

Parasit ini termasuk amoeba non patogen pada orang yang sehat, karena bersifat komensal. *E. coli* ditemukan kosmopolit terutama di daerah tropis dan subtropik. Bentuk trophozoit merupakan amoeba terbesar di colon, bentuknya tetap dengan ukuran 15-50 μm . Stadium trophozoit ini memiliki satu nucleus dengan 1 kariosom kasar dan letak eksentrik, bentuk pseudopodia lebar dengan pergerakan yang lambat. Sitoplasma berglanular tanpa mengandung eritrosit.



Gambar 4. Trophozoit *Entamoeba coli* Gambar 5. Kista *Entamoeba coli*

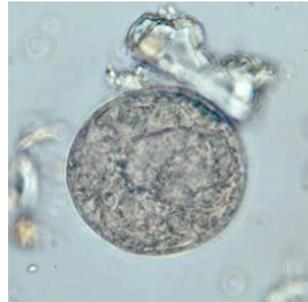
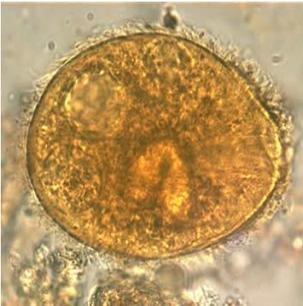
Sumber Gambar: <https://www.cdc.gov/dpdx/intestinalamebae/index.html>

Bentuk trophozoit (Gambar 4) *E. coli* tidak menginvasi jaringan. Kista (Gambar 5) berbentuk bulat atau lonjong berukuran 15-22 μ . Memiliki dinding yang tebal berwarna gelap, nukleus berjumlah 1-8 buah, kista matang berjumlah 8 buah nukleus. Siklus hidup *E. coli* mirip dengan *E. histolytica*, namun tidak terjadi amoebiasis ekstraintestinal. Penularan terjadi karena menelan kista matang, *E. coli* tidak bersifat patogen karena hidup di usus secara komensal. Kepentingan klinis penting untuk dipelajari untuk membedakan dengan *E. histolytica*.

2. CILLIATA

Balantidium coli merupakan satu-satunya kelas ciliata terbesar dan patogen pada manusia. Ciliata ini menyebabkan penyakit Balantidiasis (disentri balantidium), bersifat zoonosis dengan reservoir hewan vertebrata seperti babi, beberapa spesies kerbau, dan tikus. *B. coli* hanya butuh satu jenis hospes untuk melengkapi siklus hidupnya. Hospes utama (natural) adalah babi sedangkan manusia sebagai hospes *accidental*. Habitat di usus besar manusia dan hewan reservoir. Taksonomi Berasal dari filum, Ciliophora, Kelas Litostomatea, Ordo Vestibuliferida dan Famili Balantidiidae. *B. coli* ditemukan hampir diseluruh dunia, tetapi paling sering di daerah tropis dan subtropis. *B. coli* memiliki dua bentuk yaitu bentuk trophozoit dan kista. Bentuk trophozoit (Gambar 6) ditemukan di usus besar terutama di daerah sekum. Trophozoit berbentuk oval dengan panjang 50-70 μ m dan lebar 40-50 μ m. Seluruh tubuh ditutupi dengan rambut getar (cilia) tersusun secara longitudinal yang berfungsi sebagai alat gerak dan mengambil makanan. Pada ujung anterior terdapat *cytostome* (mulut) dan pada bagian posterior bentuk agak melebar terdapat *cytopyge* (alat ekskresi). Karakteristik khas dari *B. coli* ini adalah terdapat dua buah inti, yaitu makronukleus yang memiliki nukleus berukuran besar berbentuk seperti ginjal dan mikronukleus yang kecil berbentuk bulat. Selain dua buah nukleus juga terdapat 1-2 vakuola kontraktil dan beberapa buah vakuola makanan. Pada vakuola makanan ditemukan debris dari usus hospes, bakteri, pati, tetesan lemak dan kadang-kadang eritrosit. Bentuk kista (Gambar 7) bulat atau elips berukuran 40-60 μ m dan berdinding tebal. Pada saat awal pembentukan kista masih tampak cilia, namun akan menghilang saat kista

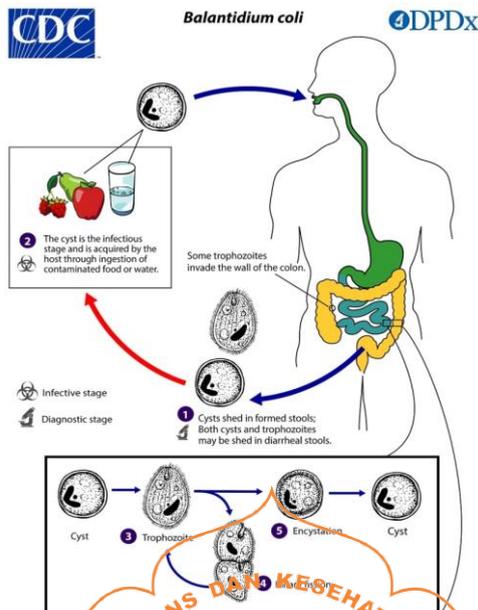
matang diikuti dengan menghilangnya *cystosome*. Makro dan mikro nukles serta vakuola masih tampak.



Gambar 6. Trofozoit *Balantidium coli* Gambar 7. Kista *Balantidium coli*

Sumber Gambar: <https://www.cdc.gov/parasites/balantidium/biology.html>

Siklus Hidup. Habitat ciliata ini adalah pada mukosa dan submukosa colon. Bentuk infeksiif *B. coli* ini adalah bentuk kista. Siklus hidup protozoa ini dimulai ketika melarut makanan atau minuman yang terkontaminasi oleh kista. Kista yang tertelan akan masuk ke usus halus akan mengalami eksistasi menjadi bentuk trofozoit dan menghuni colon terutama di caecum dan sigmoid kemudian mengalami multiplikasi. Trofozoit dapat membelah diri secara aseksual dan seksual. Secara seksual trofozoit akan bereproduksi dengan cara *syngami* (konjugasi) sedangkan secara aseksual dengan cara melakukan pembelahan biner, mikronukleus membelah diikuti membelahnya makronukleus dan membelahnya septum secara transversal hingga memisahkan sitoplasma menjadi dua bagian sel ciliate. Di dalam colon trofozoit akan mengalami enkistasi menjadi bentuk kista kembali yang nantinya akan keluar bersama dengan feses penderita. Bentuk trofozoit dan kista akan keluar bersama dengan feses. Namun trofozoit akan hancur namun kista akan resisten dan bersifat infeksiif pada hospes.



Gambar 8. Siklus Hidup *Balantidium coli*

Sumber Gambar: <https://www.cdc.gov/odpdx/lanidiasis/index.html>

Patogenesis dan Gejala Klinis. Pada orang yang sehat *B. coli* hidup secara komensalisme pada colon. Penderita imunokompeten tidak menunjukkan gejala (asimtomatis). Berbeda pada penderita immunokompromais gejala dapat menjadi berat karena *B. coli* memproduksi enzim hialuronidase yang mampu membuat parasit ini menginvasi mukosa colon. *B. coli* dapat menimbulkan gastroenteritis yang disebut dengan balantisiasis, dengan gejala nyeri abdomen dan diare yang disertai darah. Pada kasus infeksi berat dapat terjadi abses dan ulkus pada mukosa dan submukosa colon seperti disentri amoeba

Pemeriksaan Laboratorium. Pemeriksaan laboratorium dapat dilakukan dengan melakukan; a). Pemeriksaan feses: Diagnosis infeksi *B. coli* dengan menemukan trophozoit dan kista pada feses. Trophozoit yang aktif bergerak dapat ditemukan pada feses penderita yang mengalami diare dan kista dapat ditemukan pada feses yang diawetkan. Trophozoit ditemukan pada feses penderita disentri akut. Trophozoit diamati dilihat dari pergerakannya (*rotary motility*), tampak macronukleus dan cilia yang meliputi bentuk trophozoit. Sedangkan kista ditemukan pada kasus kronis (*carrier*). Kista yang ditemukan diliputi

oleh dinding yang tebal yang memiliki dua nukleus; b) Biopsi: Dilakukan ketika pemeriksaan feses tidak ditemukan trophozoit ataupun kista, *scraping* diambil dari *ulcers* pada usus untuk menemukan trophozoit atau kista dengan metode sigmoidcopy; dan c) Kultur: *B. coli* dapat di kultur secara in vitro pada medium *Locke's egg albumin*, dan medium NIH, medium *Boeck dan Drbohlav egg serum*.

3. FLAGELLATA

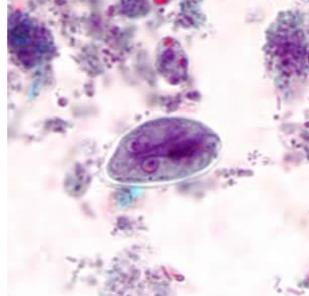
Protozoa yang memiliki alat gerak berupa flagel, ada dua jenis flagellata berdasarkan habitatnya yaitu, Flagellata lumen (habitat di saluran intestinal dan urogenital) dan Hemoflagellata (habitat di jaringan dan darah). Dua spesies yang termasuk dalam flagellata intestinal dan urogenital yang bersifat patogen pada manusia yaitu *Giardia lamblia* yang menyebabkan diare dan *Trichomonas vaginalis* menyebabkan vaginitis dan uretritis. Spesies yang termasuk dalam hemoflagellata adalah dari genus *Trypanosoma* dan *Leishmania*. Dalam bab ini hanya akan dibahas flagellata intestinal dan flagellata urogenital.

a) Flagellata Intestinal (*Giardia lamblia*)

Giardia lamblia bersifat kosmopolit karena ditemukan hampir diseluruh belahan dunia. Banyak ditemukan di daerah tropis dan subtropis. Protozoa dinggap sebagai salah satu parasit penyebab penyakit yang paling umum.

Morfologi. *Giardia lamblia* memiliki 2 bentuk yaitu bentuk trophozoit dan kista. Bentuk Trophozoit (Gambar 9) simetris bilateral, tampak seperti raket atau buah pear dengan bagian anterior lebih lebar dan membulat sedangkan bagian posterior meruncing. Pada bagian anterior terdapat *sucking disc*. Bentuk ini memiliki motilitas seperti guguran daun dengan ukuran panjang 10-20 μm dan lebar 5-15 μm . Sitoplasma memiliki sepasang nukleus yang terletak simetris, karyosome besar dan sentral, dua badan parabasal, empat pasang *blepharoplast* dan dua *axostyle*. *G. lamblia* memiliki empat pasang flagel (dua pasang lateral flagel, satu pasang ventral flagel dan satu pasang kaudal flagel. Kista (Gambar 10) merupakan bentuk infeksi, bentuk kista *G. lamblia* bulat atau oval berukuran panjang 11-14 μm dan lebar 7-10 μm yang dikelilingi oleh dinding hialin. Memiliki 2-4 nukleus, kista matang

memiliki 4 inti. Tampak *axostyle*, benda parabasal dan flage yang tertarik ke dalam.

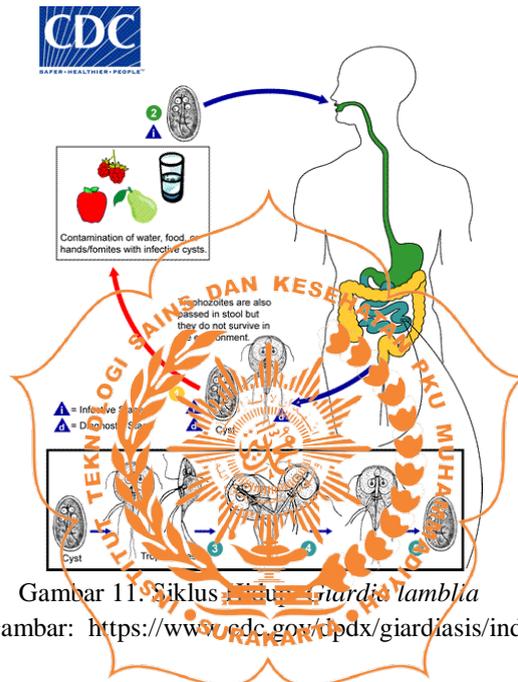


Gambar 9. Trophozoit *Giardia lamblia* Gambar 10. Kista *Giardia lamblia*

Siklus Hidup. *G. lamblia* hidup di usus halus terutama pada bagian duodenum dan bagian atas jejunum atau kadang-kadang di kandung empedu. Merupakan satu-satunya parasit yang ditemukan di lumen usus halus manusia. *G. lamblia* menyelesaikan siklus hidupnya (Gambar 11) pada satu hospes, dengan bentuk yang infeksius adalah kista matang. Proses penularan terjadi melalui *fecal-oral route* yaitu tertelan melalui makanan atau minuman yang terkontaminasi kista. Kista yang masuk ke dalam saluran pencernaan tahan terhadap asam lambung dan akan mengalami eksistensi di duodenum. Trophozoit kemudian mulai melakukan multiplikasi dengan pembelahan diri (*longitudinal binary fission*). Kista dapat mengalami eksistensi jika lingkungan kurang baik, Karena adanya garam empedu terkonjugasi, pH yang bersifat basa dan kekurangan kolesterol. Bentuk kista akan keluar bersama feses, dapat hidup di air dan tanah selama beberapa minggu. Bentuk trophozit ditemukan pada penderita yang mengalami *diarrhoea*.. Bentuk trophozit yang menempel pada mukosa duodenum karena memiliki *sucking disc*, menempelnya protozoa ini pada mukosa duodenum dapat mengganggu proses absorpsi.

Patogenitas dan Gejala Klinis. Perjalanan klinis Giardiasis dibagi menjadi tiga tahap, yaitu: a) Asimptomatis (*carrier*): Tidak tampak gejala, namun kista dapat ditemukan pada feses; b) Giardiasis akut: Memiliki masa inkubasi satu hingga 3 minggu. Gejala klinis yang terjadi adalah diare (berbau busuk dapat dengan lemak dan lendir namun tidak ada darah), sakit perut, kembung, sendawa, dan muntah. Proses

penyembuhan dapat terjadi secara spontan, namun umumnya tahap akut ini bisa berlangsung selama satu minggu; dan c) Giardiasis Kronis : Bisa dimulai atau tanpa dengan gejala akut terlebih dahulu. Gejala klinis yang terjadi adalah diare (berbau busuk dapat dengan lemak dan lendir namun tidak ada darah) dan penurunan berat badan yang drastis, kadang-kadang demam, ada darah dan dengan atau tidak ada lender pada feses dan terjadi kolitis.



Gambar 11. Siklus hidup *Giardia lamblia*

Sumber Gambar: <https://www.cdc.gov/cpdx/giardiasis/index.html>

Manifestasi gejala klinis ekstraintestinal terjadi urtikari serta arthritis. Melekatnya *G. lamblia* pada mukosa dinding usus halus tidak selalau menyebabkan gejala klinis, namun dapat terjadi peradangan ringan dan gangguan penyerapan lemak sehingga akan terjadi *diarrhea* yang mengandung banyak lemak (*steatothoea*). Pelekatan trophozoit dengan *sucking disc* juga dapat merusak mikrovili usus halus sehingga mengganggu proses absorpsi nutrisi. Trophozoit juga dapat menginvasi jaringan lain seperti kandung empedu yang menyebabkan kolik bilier dan ikterus.

Pemeriksaan Laboratorium. Pemeriksaan dilakukan dengan : a) Pemeriksaan feses: Pada pemeriksaan makroskopis, feses yang

mengandung *G. lamblia* memiliki bau yang menyengat, berwarna agak pucat, berlemak dan mengapung di air. Sedangkan pada pemeriksaan mikroskopis Giardiais dapat diidentifikasi dengan menemukan kista pada feses padat dan trophozoit pada feses diare. Trophozoit dan kista dapat ditemukan dalam feses menggunakan larutan saline dan iodine.; b) *Entero Test (String Test)*: Pemeriksaan *Entero-test/string test* merupakan pengambilan sampel cairan duodenum langsung. Pemeriksaan ini dilakukan dengan cara menelan kapsul gelatin yang diikat oleh benang nilon yang kemudian ditelan pasien hingga ke duodenum dan ditunggu empat hingga enam jam. Gelatin akan larut dalam saluran cerna kemudian benang ditarik dan diperiksa melalui mikroskop dengan menggunakan pewarnaan untuk mendapatkan trophozoit yang sudah melekat pada benang nilon; c) Serodiagnosis: Deteksi antigen Dapat dilakukan dengan uji *Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA)*, *immunochromatographic strip tests and indirect immunofluorescence (IIF)* dan d). Deteksi antibodi: Menggunakan metode *Indirect immunofluorescence antibody (IFA)* dan ELISA untuk mendeteksi antibodi terhadap *Giardia* di dalam serum; d) Molekular dengan metode *Deoxyribonucleic acid (DNA) probes and polymerase chain reaction (PCR)* digunakan untuk mendeteksi dalam spesimen feses ataupun pada sampel air; dan e) Kista *Giardia* dapat dikultur pada media *axenic* seperti media Diamond.

b) Flagellata Urogenital (*Trichomonas vaginalis*)

Trichomonas merupakan protozoa yang tidak memiliki tahap kista dan hanya ditemukan dalam bentuk trophozoit. *Trichomonas* termasuk dalam kelas *Trichomonadea*, Ordo *Trichomonadida* dan family *Trichomonadidae*. Ada 3 spesies *Trichomonas* yang menginfeksi manusia, yaitu: 1). *Trichomonas vaginalis* : satu-satunya patogen (saluran genital); 2). *Trichomonas hominis*: Non-patogen (berada di usus besar); dan 3). *Trichomonas tenax*: Non-pathogen (mulut :gigi dan gusi).

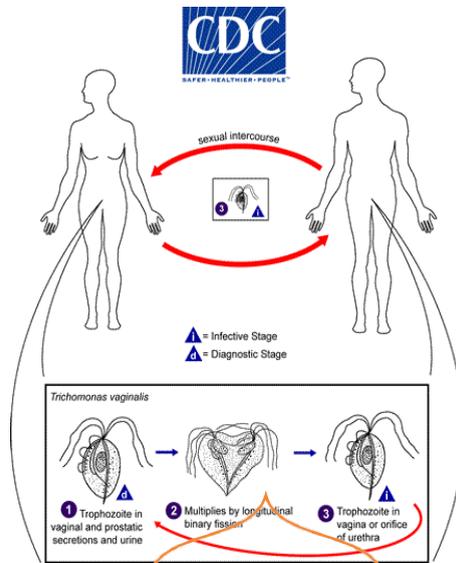


Gambar 12. Trofozoit *Trichomonas vaginalis*

Sumber Gambar: <https://www.cdc.gov/dpdx/trichomoniasis/index.html>

Morfologi. Hanya ditemukan bentuk trofozoit. Bentuk trofozoit (Gambar 12) seperti buah pear (*pyriform*) atau oval. Parasit ini memiliki ukuran panjang 7–23 μm dan lebar 5–15 μm . Memiliki empat flagel anterior dan satu flagel posterior dan memiliki *undulating membrane* yang memiliki panjang setengah panjang tubuh yang terletak dibagian anterior yang berfungsi untuk pergerakan. Nukleus berbentuk oval yang dibelakangnya terdapat *blepharoblast*, tempat selturnya 4 buah flagel. Parasit ini memiliki gerakan patah-patah (*jerky*) dan berdenyut. Mempunyai *axostyle*, *cystostome* serta juga sebuah nucleus dengan *nuclear chromatine* yang tersebar merata. Sitoplasmanya berisi sejumlah *siderophyl granule*.

Siklus Hidup. Pada wanita, ditemukan di vagina, serviks, kelenjar Bartholin, urethra dan kandung kemih. Pada laki-laki parasit ini ditemukan di urethra bagian anterior, kelenjar prostat dan *preputial sac*. Dapat ditemukan pada urin wanita dan laki-laki. *T. vaginalis* menyelesaikan satu siklus hidupnya pada satu hospes baik pada wanita ataupun laki-laki. Bentuk trofozoit tidak mampu bertahan diluar tubuh sehingga infeksi hanya dapat ditularkan secara langsung dari satu orang ke orang lain, terutama penularan secara seksual.



Gambar 13. Siklus Hidup *Trichomonas vaginalis*

Sumber Gambar: <https://www.cdc.gov/dpdx/trichomoniasis/index.html>

Tropozoit melakukan multiplikasi dengan melakukan *longitudinal binary fission* pada saluran urogenital. Bayi dapat terinfeksi pada saat proses persalinan per vagina. Keadaan pH 4,5 pada vagina juga dapat memudahkan infeksi oleh *T. vaginalis*. Parasit ini dapat ditemukan pada urin, air dan cairan semen hingga bertahan selama 24 jam.

Patogenitas dan Gejala Klinis. Masa inkubasi 4-18 hari (rata-rata 10 hari). Infeksi dapat berupa asimtomatik pada laki-laki atau dapat menyebabkan uretritis, epididimitis dan prostatitis. Pada wanita menyebabkan vaginitis pruritis berat yang ditandai dengan rasa panas dan gatal diikuti dengan keluarnya *fluor albus* (sekret vagina) yang berwarna hijau kekuningan (*purulent*), sering berbusa (*leucorrhoea*), nyeri saat berkemih, nyeri pada daerah supra pubis dan dapat muncul lesi berupa bintik-bintik perdarahan pada serviks atau disebut "*strawberry cervix*" atau muncul bintil-bintil berisi cairan. Pada pemeriksaan mikroskopis sering ditemui leukosit *polymorphonuclear* (PMN) dan pada kasus infeksi berat terjadi bercak perdarahan kecil (*petechiae*). *T. vaginalis* di saluran urogenital akan berikatan dengan sel epitelium vagina dengan

bantuan enzim yang dihasilkan trophozoit seperti *adhesion*, enzim proteolitik, asam laktat dan asam asetat dapat mengganggu kadar glikogen yang berakibat menurunnya pH cairan vagina, nilai pH cairan vagina pH 4,5 cenderung lebih rentan terhadap infeksi *T. vaginalis*. Parasit ini melakukan proliferasi yang dapat menyebabkan degenerasi dan desquamasi dari mukosa vagina yang diikuti dengan inflamasi.

Pemeriksaan Laboratorium. Pemeriksaan dapat dilakukan dengan melakukan a).Pemeriksaan mikroskop: Pada pemeriksaan mikroskopi dapat menggunakan sampel sekret vagina, sekret urethra, sedimen urin dan sekresi prostat. Pemeriksaan *T. vaginalis* harus dilakukan secara langsung pada sampel segar untuk menemukan trophozoit yang motil.; b) Kultur: Untuk menunjang pemeriksaan mikroskopik dapat dilakukan kultur *T. vaginalis* pada sampel sekret vagina dengan menggunakan medium *Diamond's*, *Trichosel*, dan *InPouchTM*. ; c) Serodiagnosis: Deteksi antigen Dapat digunakan untuk deteksi antigen.*T vaginalis* dalam apusan sekret vagina menggunakan antibodi monoklonal *Rapid in chromographic tests (ICTs)* berupa *dipstick* dapat digunakan untuk deteksi antigen seperti *OSOM Trichomonas rapid test*, *XeroStrip-Tv*; dan d) Deteksi Antibodi menggunakan metode *ELISA* untuk mendeteksi *antibody antitrichomonal* dalam serum ataupun sekret vagina; dan e). Pemeriksaan Molekular: Deteksi *T. vaginalis* dengan menggunakan metode *Polymerase chain reaction (PCR)*.

4. SPOROZOA

Parasit sporozoa ini ditandai dengan produksi ookista yang hidup secara intraseluler. Filum ini juga dibedakan secara morfologi dengan tampak adanya *organel apical* berupa *micronemes*, *rhoptries*, *polar ring*, *conoids* dan *dense granules* yang membantu proses invasi didalam sel hospes. Sporozoa berkembang biak secara seksual (sporogoni) dan aseksual (skizogoni), cara reproduksi ini dapat berlangsung hanya membutuhkan satu jenis hospes atau diperlukan hospes yang berlainan jenis. Sporozoa memiliki satu kelas Coccidiea) dengan tiga ordo yaitu: 1). Eimeriida; 2). Haemosporida dan 3). Piroplasmida. Spesies yang dibahas pada filum sporozoa ini adalah dari ordo Eimeriida (*Toxoplasma*) dan ordo Haemosporida (*Plasmodium*).

a). Sporozoa Jaringan (*Toxoplasma gondii*)

Parasit *Toxoplasma gondii* ditemukan hampir diseluruh dunia (kosmopolit) pada manusia dan hewan, kecuali didaerah dingin (kutub) dan daerah kering (padang pasir). Negara-negara yang penduduknya memiliki kebiasaan mengkonsumsi daging mentang atau kurang matang menunjukkan angka prevalensi toksoplasmosis tinggi.

Morfologi. *T. gondii* memiliki tiga bentuk yaitu: a) Takizoit (Tropozoit); b) Bradizoit (Kista) dan c) Ookista (Sporozoit). Bentuk trofozoit dan kista dapat ditemukan dalam tubuh hospes definitif maupun hospes perantara, sedang ookista dan bentuk-bentuk yang lain seperti skizon, gametosit dan merozoit hanya dapat ditemukan dalam lumen dan sel-sel epitel usus kucing.



Gambar 14. Takizoit *T. gondii* Gambar 15. Kista *T. gondii*
 Sumber Gambar: <https://www.idc.gov/dp/...toxoplasmosis/index.html>

Bentuk Takizoit (tropozoit) (Gambar 14) merupakan bentuk vegetatif dan proliferaif, tropozit ekstraseluler berbentuk seperti bulan sabit atau seperti pisang/banana form dengan ujung runcing dan ujung lain agak membulat rukuran $4-8\mu \times 2-5\mu$, berbeda dengan takizoit intraseluler yang berukuran lebih kecil dan lebih bulat bentuknya. Nukleus berbentuk lonjong dengan karyosome ditengah serta beberapa organela yang belum diketahui fungsinya. Bentuk ini tidak memiliki alat gerak, tetapi ujungnya dapat digunakan untuk pergerakan. Takizoit dapat ditemukan pada infeksi akut dalam berbagai jaringan tubuh manusia (darah, liur dan air susu), ginjal, jantung otak, dan otot jantung.

Bradizoit (Gambar 15) bentuk resisten yang berdinding tebal berada dalam jaringan tubuh hospes (otak, otot jantung, dan otot rangka)

dan ditemukan pada infeksi kronis. Pada otak bentuk kista bulat atau lonjong, tetapi didalam otot rangka bradizoit mengikuti bentuk sel otot. Bentuk ini dikelilingi oleh selaput yang terbentuk dari jaringan tubuh hospes, ukuran kista berbeda-beda mulai dari 15 sampai 100 μ ., bentuk ini ada yang berukuran kecil (berisi beberapa bradizoit) dan yang berukuran besar (berisi \pm 3000 bradizoit). Parasit yang terkandung di dalamnya dapat bertahan selama hospes hidup. Bentuk ookista merupakan bentuk reproduksi aseksual, bersifat resisten karena memiliki dinding dan berada di dunia luar, berbentuk oval, berukuran 9-11 μ X 11-14 μ . Ookista terbentuk dalam lumen usus kucing, melalui siklus gamogenesis (reproduksi seksual) yang merupakan pertemuan antara mikrogamet dan makrogamet. Ookista berisi 2 sporokista yang berukuran 6x8 μ , setiap sporokista menghasilkan 4 sporozoit berbentuk bulan sabit berukuran 2x8 μ . Ookista ini akan dikeluarkan bersama tinja kucing, dan tetap bertahan hidup di alam bebas.

Siklus Hidup. Parasit ini membutuhkan hospes definitif seperti kucing dan hewan sejenis (Felidae) dan hospes intermediet seperti manusia, mamalia dan burung. Kucing dapat terinfeksi *T. gondii* setelah memakan kista yang terdapat pada daging hospes intermediet, atau ookista yang terdapat pada rumput, sayuran atau tanah yang terkontaminasi. Reproduksi seksual (gametogoni dan sporogoni) terjadi dalam tubuh kucing. Siklus ini terjadi dalam usus kucing dimana takizoit (trofozoit) berdiferensiasi menjadi mikrogameta dan makrogamet, menjadi zigot dan berkembang menjadi ookista yang akan dikeluarkan bersama-sama tinja penderita. Ookista akan matang di dunia luar, menunggu saat hospes baru memakannya. Reproduksi aseksual (skizogoni) terjadi pada hospes intermediet. Ookista matang yang ikut termakan oleh hospes akan pecah dan mengeluarkan takizoit. Takizoit kemudian menembus usus, beredar dalam darah dengan mengendarai sel fagosit, kemudian menginvasi sel-sel kelenjar limfe dan organ-organ/sel-sel jaringan di luar usus. Di dalam sel-sel tersebut takizoit akan terus bermultiplikasi dan pada fase kronis akan membentuk kista. Pertumbuhan akan berhenti sampai hospes membentuk kekebalan, jika telah terbentuk kekebalan maka akan terjadi penurunan replikasi parasit dengan mulai terbentuknya kista pada jaringan tubuh hospes. Penurunan replikasi akan menghasilkan bentuk bradizoit (ditemukan di otak dan otot).

infeksi Toxoplasmosis biasanya bermanifestasi ringan atau bersifat asimtomatis. Gejala akut ringan yang terjadi adalah berupa demam dan limfadenitis diikuti lemah, nyeri otot, sakit kepala. Sedangkan gejala berat sering terjadi pada orang-orang dengan daya tahan tubuh rendah sehingga menyebabkan encephalitis, pneumonia, retinochoroiditis, myocarditis, dan hepatitis. Toksoplasmosis kongenital (transmisi tranplasental), ibu hamil dapat mentransmisikan parasit ke janinnya. Gejala yang timbul pada bayi dipengaruhi kapan terjadinya infeksi oleh parasit ini, infeksi yang terjadi pada awal kehamilan akan menimbulkan gejala infeksi berat seperti abortus, lahir prematur, dan dapat lahir namun dengan gejala penyakit. Toksoplasmosis congenital ini menyebabkan retinochoroiditis, hidrosefalus, mikrosefaluskalsifikasi intraserebral, gangguan mental dan psikomotor.

Pemeriksaan Laboratorium. Pemeriksaan dapat dilakukan dengan: a) Pemeriksaan Mikroskopis: Takizoit dan kista dapat dideteksi pada spesimen darah, cairan serebrospinal (CSF), sputum, aspirasi sumsum tulang, cairan amnion, bahan biopsi dari kelenjar limfa, limpa dan otak; b) Inokulasi Pada Hewan: Toksoplasma dapat diisolasi dengan mengisolasi cairan tubuh seperti darah atau jaringan ke jaringan tubuh tikus atau pada kultur jaringan; c) Serodiagnosis: a) Deteksi Antibodi: Diagnosis infeksi akut *T. gondii* untuk mendeteksi adanya IgM dan IgG. Tes deteksi antibody ini menggunakan metode *Enzyme-linked immunosorbent assay* (ELISA), Tes pewarna *Sabin-Feldman*, *Indirect fluorescent antibody test* (IFAT) dan *Latex agglutination test*; b) Deteksi Antigen: Diagnosis dengan metode ELISA untuk mengetahui infeksi yang baru terjadi. Deteksi antigen dapat dilakukan pada cairan amnion untuk mendiagnosis toksoplasmosis kongenital; d) *Skin Tes* : Untuk mendeteksi infeksi kronis dapat disuntikan Toxoplasmin diluted secara intradermal dan rekasi positif akan muncul setelah 48 jam.

b) Sporozoa Darah (*Plasmodium*)

Infeksi *Plasmodium* pada manusia diketahui oleh lima spesies yaitu: a) *Plasmodium falciparum*: Menyebabkan malaria tertian maligna dengan gejala malaria berat, periodisitas demam 48 jam sekali, demam berulang setiap tiga hari; b) *Plasmodium vivax* Penyebab malaria tertian beningna malaria periodisitas demam 48 jam sekali, demam berulang

setiap tiga hari; c) *Plasmodium malariae*: Penyebab malaria tertian benigna quartana dengan periodisitas demam 72 jam sekali, demam berulang setiap 4 hari; d) *Plasmodium ovale*: Penyebab malaria tertian ovale dengan periodisitas demam 48 jam sekali, demam berulang setiap tiga hari; dan ada satu jenis *Plasmodium knowlesi* menyebabkan demam 24 jam sekali, demam berulang setiap hari. *P. knowlesi* pada awalnya merupakan parasit pada kera tapi banyak kasus dilaporkan terjadi pada manusia. *Plasmodium* membutuhkan hospes invertebrata dalam siklus hidup untuk melakukan siklus seksual pada tubuh insekta (serangga), parasit ini ditransmisikan oleh nyamuk vektor *Anopheles* betina.

Morfologi Plasmodium. Terdapat 4 spesies Plasmodium yang umum menginfeksi manusia, yaitu *P. falciparum*, *P. vivax*, *P. malariae* dan *P. ovale*. Perbedaan spesies penting untuk diagnosis klinis malaria (Tabel 1).

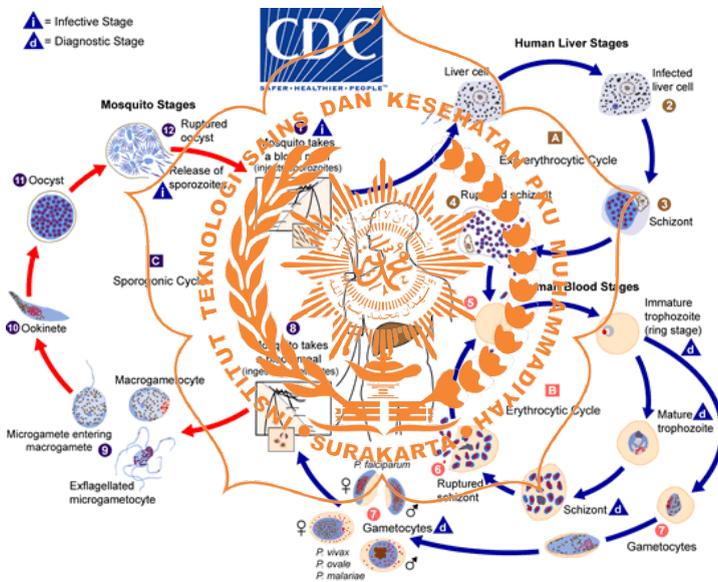
Tabel 1. Perbedaan Spesies *Plasmodium* yang menginfeksi manusia

Sifat	<i>P. falciparum</i>	<i>P. vivax</i>	<i>P. malariae</i>	<i>P. ovale</i>
Erisrosit yang diinfeksi	Semua stadium	retikulosit	Stadium tua	Semua stadium
Perubahan eritrosit	normal	membesar	normal	Membesar
Infeksi multipel	Sangat sering	sering	jarang	Jarang
Inkusion bodies	<i>Maurer's cleft</i>	<i>Schuffner's dot</i>	<i>Ziemann's stippling</i>	<i>Schuffner's dot</i>
skizon	8-32 merozoit, bentuk ireguler	12-24 merozoit ireguler	6-12 Merozoit (bentuk regular / rosette)	6-12 Merozoit (bentuk regular/rosett)

Siklus Hidup. Parasit malaria terdiri dari siklus aseksual (skizogoni) yang terjadi pada tubuh manusia (hospes intermediet) dan siklus seksual (sporogoni) yang terjadi pada tubuh nyamuk (hospes definitif). Siklus Aseksual (Skizogoni), terdiri atas tahap ekstra eritrositik dan tahap eritrositik. Siklus hidup seksual terjadi pada tubuh manusia ketika nyamuk betina *Anopheles* menghisap darah dan mengeluarkan sporozoit yang terdapat pada kelenjar saliva nyamuk sehingga sporozoit keluar dan mulai memasuki kapiler darah manusia. Sporozoit yang masuk ke aliran darah berjumlah 10-15 atau ratusan sporozoit. Dalam waktu satu jam sporozoit yang masuk akan mencapai sel hepatosit (hati) dan masuk ke dalam sel parenkim hepatosit. Sporozoit mulai memasuki tahap ekstraeritrositik/eritrositer skizogoni. Di dalam sel hepatosit sporozoit berubah bentuk morfologinya menjadi bentuk skizon (bentuk bulat). Skizon di dalam sel melakukan pembelahan sel diikuti pembelahan nukleus dan sitoplasma, sehingga terbentuk ribuan merozoit. Terbentuknya ribuan merozoit dalam sel hepatosit diikuti dengan pecahnya sel hepatosit sehingga merozoit keluar dari sel hepatosit. Pada spesies *P. vivax* dan *P. ovale*. Merozoit yang keluar dari sel hepatosit akan menginfeksi sel eritrosit dan juga kembali menginfeksi sel hepatosit lain, merozoit ini dinamakan hipnozoit yang berada dalam tahap istirahat (*dorman*). Tahap ini disebut *secondary ekstra eritrositik*, hipnozoit ini menimbulkan terhadap *relaps* (gejala klinis muncul tanpa ada infeksi baru). Pada *P. vivax* dapat bertahan hidup hingga ± 5 tahun sedangkan *P. ovale* 3-5 tahun. Lama tahap ekstraeritrosit juga tergantung spesies. Tahap *secondary eritrositik* tidak pernah ditemukan pada *P. falciparum* dan *P. malariae*.

Tahap eritrositik dimulai saat merozoit yang masuk ke aliran darah masuk dan menginfeksi eritrosit. Merozoit menjadi bervakuola, vakuola menjadi semakin besar seperti cincin (*ring form*). Bentuk ini dinamakan tropozoit muda. Tropozoit terus tumbuh menjadi tropozoit tua yang tampak pigmen pada eritrosit diikuti pembesaran nukleus serta terjadi pembelahan nukleus dan sitoplasma. Pada proses ini terbentuk skizon muda (tampak butir-butir kromatin) hingga menjadi skizon tua (stadium berinti banyak hasil dari pembelahan). Eritrosit pecah mengeluarkan merozoit kemudian masuk aliran darah dan siap menginfeksi eritrosit lain hingga mengulang tahap eritrositik. Peristiwa

pecahnya eritrosit diikuti demam pada penderita malaria. Jenis eritrosit yang diinfeksi *Plasmodium* tergantung spesiesnya: *P. vivax* (retikulosit), *P. Falciparum* (semua stadia) dan *P. Malaria* (eritrosit tua). Namun setelah generasi kedua dan ketiga tahap eritrositer sebagian merozoit akan masuk ke tahap gametogenesis, merozoit tidak lagi menjadi tropozoit tetapi berdiferensiasi menjadi gametosit jantan (mikrogametosit) dan gametosit betina (makrogametosit). Gametosit adalah bentuk infeksius bagi nyamuk betina *Anopheles*. Jika darah yang mengandung gametosit ini terhisap nyamuk saat menghisap darah maka stadium gametosit akan melanjutkan siklus hidupnya dalam tubuh nyamuk.



Gambar 19. Siklus Hidup *Plasmodium*

Sumber Gambar: <https://www.cdc.gov/dpdx/malaria/index.html>

Pada siklus seksual (sporogoni) terjadi dalam tubuh nyamuk *Anopheles* betina gametosit yang terbentuk dalam eritrosit manusia terisap oleh nyamuk pada saat mengisap darah manusia hingga mikrogametosit keluar dari eritrosit berubah menjadi 6-8 mikrogamet (seperti cambuk dan aktif bergerak) proses ini dinamakan eksflagelasi. Makrogametosit yang terhisap masuk ke tubuh nyamuk berdiferensiasi

menjadi makrogamet yang memiliki nukleus besar di dekat dinding sel. Mikrogamet akan melakukan penetrasi ke dalam makrogamet untuk melakukan pembuahan hingga menjadi zigot dan membentuk pseudopodi dan tubuh berubah menjadi fusiformis yang aktif bergerak menjadi bentuk ookinet. Ookinet masuk sel epitel lambung membentuk dinding yang tebal yang disebut ookista. Sporozoit yang terbentuk mulai memasuki *homocoel* nyamuk hingga menyebar dalam tubuh nyamuk terutama kelenjar saliva dan siap untuk diinfeksi ke tubuh manusia jika nyamuk menghisap darah.

Patogenitas dan Gejala Klinis. Gejala klinis malaria bervariasi, tergantung pada faktor hospes (endemisitas, usia, status gizi dan status imunologi) dan faktor parasit (spesies parasit densitas parasit, virulensi parasit dan intensitas transmisi). Kumpulan gejala klinis malaria (*tris malaria/cardinal sign*) terdiri atas: Demam Paroksismal :Demam diikuti dengan gejala yang kurang spesifik seperti menggigil, sakit kepala, nyeri otot, lemah, anoreksia, atau gejala gastrointestinal (sakit pada epigastrium, mual, muntah dan diare). Kemudian terjadi gejala klinis yang spesifik seperti demam yang berulang mulai dari stadium dingin, demam tinggi dan berkeringat. Sebaran demam terdiri dari 3 stadium yaitu 1) Stadium Dingin: ditandai dengan tubuh yang mulai menggigil (merasa kedinginan), nadi cepat lemah, kulit dingin dan kering, pucat sampai sianosis seperti orang kedinginan diikuti dengan meningkatnya temperature tubuh. Stadium ini berlangsung selama 1 menit sampai 1 jam; 2) Stadium demam: Stadium demam ditandai dengan muka merah, kulit panas dan kering, nadi cepat, panas badan tinggi dapat mencapai 40° C atau lebih, disertai nyeri kepala, muntah bahkan pada anak-anak dapat terjadi kejang. Stadium ini berlangsung antara 2-6 jam, lamanya siklus demam dan berulang-ulang dipengaruhi dengan irama siklus eritrositik, karena pecahnya eritrosit berisi skizon matang dan masuknya merozoit ke eritrosit baru kembali; dan 3) Stadium berkeringat: Stadium ini dimulai ketika penderita berkeringat mulai dari temporal, diikuti seluruh tubuh, temperatur turun dengan cepat, penderita biasanya akan merasa lelah kemudian tertidur dan waktu bangun merasa lebih sehat.. Gejala lainnya adalah terjadi anemia. Pada penderita malaria berat dapat terjadi anemia akibat banyak eritrosit yang terinfeksi oleh stadium *Plasmodium*. Derajat dan keparahan anemia dipengaruhi oleh spesies

parasit *Plasmodium* yang menginfeksi. Anemia banyak terjadi pada kasus malaria pada anak dan ibu hamil. Anemia terjadi karena terjadi hemolisis, sekuestrasi eritrosit di limpa dan organ, penghancuran eritrosit oleh auto imun dan menurunnya produksi eritrosit pada sumsum tulang; dan gejala lain terjadinya splenomegali (pembesaran limpa) dapat terjadi pada infeksi malaria akut dan kronis karena terjadinya peningkatan fungsi sistem retikuloendotelial.

Pemeriksaan Laboratorium. Diagnosis infeksi Plasmodium pada kasus malaria dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu: a) Pemeriksaan Mikroskopis: Teknik pemeriksaan mikroskopis dengan sediaan darah (SD) baik sediaan tetes tebal atau tipis merupakan “Gold Standard” menggunakan pewarnaan Giemsa untuk mendiagnosis malaria. Pemeriksaan sediaan darah dapat digunakan untuk menentukan ada tidaknya parasit *Plasmodium* dalam darah (positif atau negatif); stadium dan spesies *Plasmodium*; serta kepadatan parasit (hitung jumlah parasit); b) Teknik Mikroskop lain. Teknik *quantitative buffy coat* (QBC) yang merupakan tes fluoresensi, pewarna *acridin orange* dapat mewarnai asam nukleat yang ada di dalam sel. Teknik ini dapat mendeteksi dengan cepat namun tidak bisa mendeteksi spesies, stadium dan kepadatan parasit. Teknik pemeriksaan lain yang merupakan modifikasi teknik QBC adalah teknik Kawamoto yang dapat mewarnai sediaan darah tipis dengan jingga akridin yang kemudian diperiksa dengan mikroskop cahaya dengan lampu halogen. Nukleus akan terlihat hijau dalam sitoplasma yang berwarna merah; c) *Rapid antigen Detection Test* (RDT): Protein parasit yang spesifik dapat terdeteksi dalam darah penderita; d) Molekular: Metode yang digunakan asam nukleat dengan metode *Polymerase chain reaction* (PCR).

C. RANGKUMAN

Protozoa merupakan hewan uniseluler yang hidup soliter atau berkoloni. Protozoa berasal dari bahasa Yunani, protos berarti pertama dan zoon berarti hewan. Ilmu yang mempelajari tentang protozoa adalah protozoologi. Diketahui ada empat kelompok protozoa berdasarkan alat geraknya yaitu sarcodina (amoeba), Flagellata, Ciliata dan Sporozoa. Protozoa memiliki dua stadium pada siklus hidupnya, yaitu stadium trophozoit (stadium aktif) dan stadium kista (stadium infeksi). Stadium

infektif adalah stadium kista kecuali pada parasit *T. vaginalis* yang hanya memiliki stadium trophozoit saja. Transmisi terjadi saat kista matang tertelan bersama makanan atau minuman. Pada tubuh protozoa dilengkapi oleh organel yang memiliki fungsi khusus yaitu pseudopodia (*Entamoeba*), flagel dan axonema (*Giardia lamblia*), undulating membran dibagian luar flagel (*Trichomonas vaginalis*) dan cilia (*Balantidium coli*). Protozoa yang hidup pada saluran pencernaan memiliki siklus hidup yang sederhana, saat keluar dari tubuh manusia berbentuk kista dan hidup pada kondisi lingkungan luar tubuh hospes. Kemudian akan kembali menginfeksi hospes baru melalui makanan atau minuman yang terkontaminasi kista. Berbeda dengan protozoa yang hidup pada jaringan dan darah, jenis protozoa ini membutuhkan dua jenis hospes vertebrata (mamalia) dan invertebrata (insekta) sehingga memiliki siklus hidup yang lebih rumit.

D. TUGAS

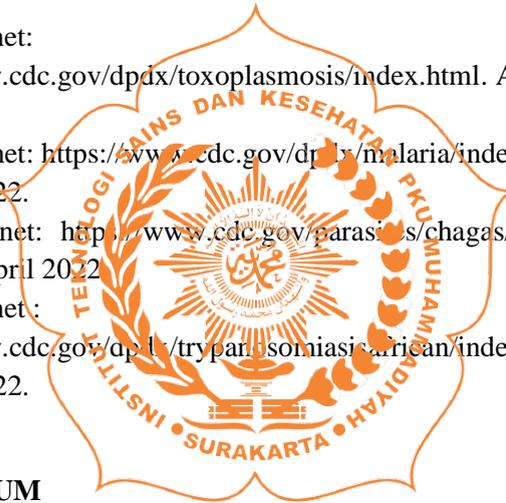
- Seorang pasien laki-laki datang ke klinik dengan keluhan sindrom disentri yang diikuti rasa mual dan gejala diare yang berlangsung tidak lebih dari 18 hari sehari. Setelah dilakukan pemeriksaan laboratorium ditemukan feses yang bercampur dengan lendir dan darah, serta ditemukan kista berinti 4. Amoeba penyebab diare pada pasien tersebut adalah...
 - Balantidium coli*
 - Entamoeba coli*
 - Entamoeba histolytica*
 - Entamoeba gingivalis*
 - Disentamoeba fragilis*
- Seorang pasien laki-laki berumur 20 tahun mengalami diare (disentri) dengan kolik abdominal, nausea, tenesmus dan muntah-muntah. Dokter member irujukan agar dilakukan pemeriksaan feses pasien di laboratorium, hasilnya ditemukan bentuk kista dengan inti makro mikro pada feses pasien. Apakah spesies protozoa yang menginfeksi pasien tersebut...
 - Entamoeba coli*
 - Giardia lamblia*
 - Entamoeba histolytica*
 - Entamoeba gingivalis*
 - Balantidium coli*

3. Sporozoa yang menyebabkan cacat kongenital dan kematian pada janin adalah...
 - a. *Plasmodium*
 - b. *Giardia lamblia*
 - c. *Entamoeba histolytica*
 - d. *Trichomonas vaginalis*
 - e. *Toxoplasma gondii*
4. Sporozoa Fase *Plasmodium* yang masuk ke tubuh manusia pada saat nyamuk *Anopheles* menghisap darah manusia adalah...
 - a. Merozoit
 - b. Trofozoit
 - c. Sporozoit
 - d. Ookinet
 - e. Gametosit
5. Protozoa yang hanya memiliki bentuk trofozoit adalah...
 - a. *Trichomonas vaginalis*
 - b. *Giardia lamblia*
 - c. *Entamoeba coli*
 - d. *Entamoeba histolytica*
 - e. *Balantidium coli*

E. REFERENSI

1. Chatterjee. 2011. Parasitologi (Protozoologi and Helminthologi). CBS Publisher: India.
2. Jawetz E.M. et al. 1973. Review of Medical Microbiology. California Drawes L., Altnes.
3. Paniker CKJ. 2018. Textbook of Medical Parasitology 8edition. Jaypee Brothers: New Delhi.
4. Ridley, JW. 2011. Parasitology for Medical and Clinical Laboratory Professional. Delmar Cengage Learning: USA.
5. Staff Pengajar FKUI. 2008. Parasitologi Kedokteran. Jakarta. Balai Penerbit FKUI.
6. Sandjaja B. 2007. Parasitologi Kedokteran: Protozoologi Kedokteran Buku 1. Prestasi Pustakan Publisher: Jakarta
7. Sastry AS dan Bhat KS. 2014. Essentials of Medical Parasitology, Jaypee Brothers: New Delhi.
8. Tjahjani S. 2018. Penyakit Parasit yang Ditularkan Melalui Makanan dan Minuman
9. Akses internet: <https://www.cdc.gov/dpdx/amebiasis/index.html> . Akses 11 April 2022.

10. Akses internet:
<https://www.cdc.gov/dpdx/intestinalamebae/index.html>. Akses 11 April 2022.
11. Akses internet: <https://www.cdc.gov/dpdx/balantidiasis/index.html>. Akses 11 April 2022.
12. Akses internet:
<https://www.cdc.gov/parasites/balantidium/biology.html>. Akses 11 April 2022.
13. Akses internet: <https://www.cdc.gov/dpdx/giardiasis/index.html>. Akses 11 April 2022.
14. Akses internet:
<https://www.cdc.gov/dpdx/trichomoniasis/index.html>. Akses 11 April 2022.
15. Akses internet:
<https://www.cdc.gov/dpdx/toxoplasmosis/index.html>. Akses 11 April 2022.
16. Akses internet: <https://www.cdc.gov/dpdx/malaria/index.html>. Akses 11 April 2022.
17. Akses internet: <https://www.cdc.gov/parasites/chagas/biology.html>. Akses 11 April 2022.
18. Akses internet :
<https://www.cdc.gov/dpdx/trypanosomiasis-african/index.html>. Akses 11 April 2022.



F. GLOSARIUM

Protozoa	Organisme mikroskopis uniseluler yang hidup soliter atau berkoloni yang memiliki morfologi dan fungsi tubuh yang lengkap, terdiri atas 4 kelompok besar yaitu amoeba, flagellate, ciliata dan sporozoa
Hospes	Organisme tempat parasit hidup untuk memenuhi kebutuhan hidupnya (menumpang hidup)
Tropozit	Stadium dalam siklus hidup protozoa (bentuk vegetative/proliferasif) yang aktif bergerak, makan berkembangbiak didalam tubuh hospes dan bersifat tidak resisten terhadap perubahan lingkungan

Kista	Stadium dalam siklus hidup protozoa yang mampu bertahan hidup dalam lingkungan yang ekstrim (sedikit nutrisi, kekeringan, pH rendah)
Enkistasi	Proses perubahan bentuk trophozoit menjadi kista
Ekskistasi	Proses perubahan bentuk kista menjadi trophozoit
Skizogoni	Periode perkembangan biakan protozoa secara vegetatif (aseksual)
Sporogoni	Periode perkembangan biakan protozoa secara kawin (seksual)
Merozoit	Bentuk stadium <i>Plasmodium</i> yang menyerang sel eritrosit manusia
Sporozoit	Bentuk stadium <i>Plasmodium</i> yang masuk ke dalam tubuh manusia saat nyamuk <i>Anopheles</i> betina menghisap darah manusia
Takizoit	Stadium <i>Toxoplasma gondii</i> berbentuk seperti bulan sabit, terletak di luar/dalam sel secara soliter atau berkelompok
Bradizoit	Stadium <i>Toxoplasma gondii</i> yang bersifat dorman, terletak di dalam jaringan dan berbagai organ tubuh menandakan terjadi infeksi kronis dalam tubuh hospes
Ookista	Stadium <i>Toxoplasma gondii</i> yang berada pada tubuh kucing sebagai tempat terjadinya reproduksi secara seksual
Multiplikasi	Memperbanyak diri
<i>binary fission</i>	Bentuk reproduksi secara aseksual suatu mikroorganisme dengan cara melakukan pembelahan diri

G. INDEKS

- Amoeba 202, 203
 Bradizoit 192, 193
Entamoeba hitolytica 202
Entamoeba coli 181, 201
 Eritrositik 197
Balantidium coli 183, 184, 201
 Gejala Klinis 194, 198
Giardia lamblia 186, 187, 201
 Nukleus 192, 197
 Merozoit 198, 199
 Morfologi 189, 191
 Patogenitas 189, 190, 199
Plasmodium 198, 200, 202
P. falciparum 197, 198
P. malariae 197
P. ovale 197
 ring form 197
 skizogoni 191, 197
 sporogoni 191, 198, 199
 sporozoit 197, 199
 takizoit 194 195
Trichomonas vaginalis 188, 200
Toxoplasma gondii 202, 204



PARA PENULIS



Harmoko, M.Pd., lahir pada tanggal 18 Desember 1990, di Muaradua Kisam, Kabupaten OKU (Sekarang OKU Selatan), Provinsi Sumatera Selatan. Jenjang Pendidikan yang dilalui adalah: SD Negeri 2 Taraman lulus tahun 2003, SMP Negeri Semendawai Timur lulus tahun 2006, SMA Negeri 1 Semendawai Suku III lulus tahun 2009, menyelesaikan gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) pada program studi Pendidikan Biologi Universitas Muhammadiyah Metro pada tahun 2013. Pada tahun 2015 menyelesaikan gelar magister (M.Pd) pada program studi Pendidikan Biologi Universitas Negeri Malang. Bekerja sebagai dosen tetap di STKIP PGRI Lubuklinggau sejak September 2015 sampai sekarang. Penulis juga pernah memperoleh penghargaan sebagai dosen berprestasi 3 bidang sains dan teknologi tingkat Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi Wilayah 1. Beberapa niah yang pernah diperoleh dari kementerian yaitu Perhatian Dosen Pemula sebanyak 3 kali (2018, 2019 dan 2020), Penelitian kerjasama antar perguruan tinggi 1 kali (2021-2022) dan hibah internal kampus dari tahun 2016-sekarang. Selain itu juga penulis aktif mempublikasikan karya ilmiah di jurnal nasional, nasional terakreditasi, seminar nasional, seminar internasional dan jurnal internasional. Karya monograf yang pernah ditulis yaitu: Bioindikator Sungai dengan Mikroalga (Studi Kasus Di Sungai Kelingi Kota Lubuklinggau).



Nadya Treesna Wulansari, S.Pd., M.Si. memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Biologi di Universitas Pendidikan Ganesha pada tahun 2013. Lulus Magister Sains dengan konsentrasi Biodiversitas Mikroorganisme di Universitas Udayana pada tahun 2015. Saat ini sebagai dosen di Institut Teknologi dan Kesehatan Bali yang mengampu mata kuliah Mikrobiologi dan Parasitologi, Mikrobiologi Medik, Mikrobiologi Pangan dan Parasitologi dan Virologi. Pernah memperoleh hibah penelitian DIKTI skema PDP (Penelitian Dosen Pemula) dengan topik riset bidang Mikrobiologi.



dr. Robertus Surjo Seto, lahir di Tuban pada tanggal 30 September 1962. Menyelesaikan studi Kedokteran dari Universitas Gajah Mada dan melanjutkan program spesialis radiologi di Universitas Indonesia. Saat ini adalah dosen tetap Program Studi Fakultas Kedokteran dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Jakarta.



Penulis lahir di Padang, tanggal 30 Agustus 1990. Penulis merupakan alumni IPB jurusan mikrobiologi dan saat ini tercatat sebagai tenaga pengajar di salah satu kampus swasta di Jakarta



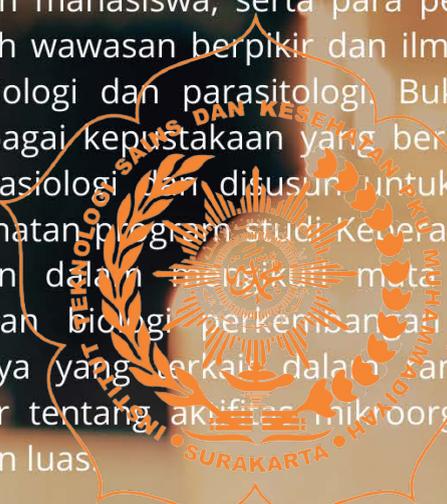
Docik Lutfianto, S.Pd., M.Si. Lahir di Tuban – Jawa Timur 18 Agustus 1994 adalah dosen tetap Prodi S1 Gizi di Institut Teknologi Sains dan Kesehatan (ITS) PKU Muhammadiyah Surakarta. Lulus S1 Sarjana Pendidikan Biologi Fakultas Ilmu dan Pendidikan Universitas Ronggolawe Tuban tahun 2008, lulus S2 Program Magister Sains di Program Pasca Sarjana Universitas Sebelas Maret tahun 2012.

Mengampu mata kuliah Biologi manusia, Biokimia dan Mikrobiologi pangan. Selain mengajar penulis juga aktif dalam menulis jurnal nasional dan oral presntasi dalam pertemuan ilmiah



BUKU AJAR MIKROBIOLOGI DAN PARASITOLOGI

Buku ini disusun sebagai referensi mata kuliah Mikrobiologi dan Parasitologi sehingga dapat digunakan baik oleh tenaga pengajar maupun mahasiswa, serta para pembaca umumnya untuk menambah wawasan berpikir dan ilmu yang berkenaan dengan makrobiologi dan parasitologi. Buku ini merupakan rangkuman berbagai kepustakaan yang berhubungan dengan mikrobiologi-parasitologi dan disusun untuk membantu para mahasiswa kesehatan program studi Keperawatan, Kebidanan, Analis Kesehatan dan berbagai mata kuliah biomedik, biologi dasar dan biologi perkenbangan serta komunitas kesehatan lainnya yang terkait dalam rangka memperoleh pengertian dasar tentang aktifitas mikroorganisme, sehingga wawasan semakin luas.



CV. FENIKS MUDA SEJAHTERA

MENCERAHKAN DAN MEMBERDAYAKAN



+62 812 2087 6346



phoenixpublishing.id



cs@feniksmudasejahtera.com



www.feniksmudasejahtera.com

ISBN 978-623-5403-13-7 (PDF)



9

786235

403137