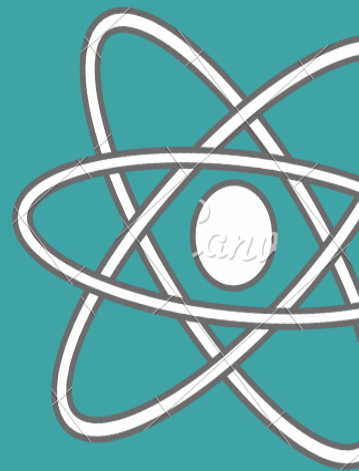


Stikes Sapta Bakti Bengkulu

MODUL MIKROBIOLOGI DAN PARASITOLOGI



Erli Zainal, SST, M.Keb
Dita Selvianti, SST, M.Kes
Herlinda, SST, M.Kes



GLOSARIUM	53
DAFTAR PUSTAKA	54
BAB II: PARASITOLOGI	56
Topik 1.	
Konsep Parasitologi	58
Latihan	66
Ringkasan	66
Tes 1	67
Topik 2.	
Protozoologi	69
Latihan	83
Ringkasan	84
Tes 2	84
KUNCI JAWABAN TES FORMATIF	87
GLOSARIUM	89
DAFTAR PUSTAKA	90
BAB III: HELMINTOLOGI DAN ENTOMOLOGI	91
Topik 1.	
Ruang Lingkup Helminologi	93
Latihan	109
Ringkasan	109
Tes 1	110
Topik 2.	

Entomologi	112
Latihan	119
Ringkasan	119
Tes 2	120
 Topik 3.	
Imunologi Dasar	122
Latihan	134
Ringkasan	134
Tes 3	135
 KUNCI JAWABAN TES FORMATIF	137
GLOSARIUM.....	138
DAFTAR PUSTAKA	139
 BAB IV: PENERAPAN MIKROBIOLOGI DAN PARASITOLOGI DALAM KEPERAWATAN	141
 Topik 1.	
Pencegahan dan Pengendalian Infeksi	143
Latihan	152
Ringkasan	152
Tes 1	152
 Topik 2.	
Sterilisasi dan Desinfeksi	155
Latihan	163
Ringkasan	164
Tes 2	164
 Topik 3.	
Tata Cara Pengambilan dan Pengelolaan Spesimen	167

Latihan	172
Ringkasan	172
Tes 3	173
KUNCI JAWABAN TES FORMATIF	175
GLOSARIUM	177
DAFTAR PUSTAKA	178
BAB V: PEMBERDAYAAN MASYARAKAT, PARTNERSHIP DAN JEJARING SOSIAL	179
Topik 1.	
Pengenalan, Penggunaan, dan Perawatan Mikroskop	185
Latihan	188
Ringkasan	188
Tes 1	189
Topik 2.	
Pengendalian Mikroorganisme	195
Latihan	198
Ringkasan	198
Tes 2	199
Topik 3.	
Pemeriksaan Mikroskopis Bakteri	203
Latihan	204
Ringkasan	205
Tes 3	205
Topik 4.	
Morfologi Koloni Bakteri dan Jamur	217
Latihan	221

Ringkasan	221
Tes 4	222
KUNCI JAWABAN TES FORMATIF	228
DAFTAR PUSTAKA	229
BAB VI: PRAKTIKUM PEMERIKSAAN FESES DAN DARAH	230
Topik 1.	
Pemeriksaan Feses (Pemeriksaan Parasit Cacing)	232
Latihan	236
Ringkasan	236
Tes 1	236
Topik 2.	
Pemeriksaan Feses (Pemeriksaan Parasit Protozoa)	244
Latihan	245
Ringkasan	245
Tes 2	245
Topik 3.	
Pemeriksaan Darah (Parasit Cacing Filaria)	253
Latihan	255
Ringkasan	255
Tes 3	256
Topik 4.	
Pemeriksaan Darah (Parasit Protozoa Plasmodium Penyebab Malaria)	263
Latihan	263
Ringkasan	264
Tes 4	264
KUNCI JAWABAN TES FORMATIF	285

Mikrobiologi dan Parasitologi Keperawatan

BAB I MIKROBIOLOGI

Dr. Padoli, SKp., M.Kes.

PENDAHULUAN

Seperti yang telah diketahui bahwa mikroorganisme terdapat dimana-mana, baik dalam air, udara, tanah, maupun pada makhluk hidup termasuk pada jaringan tubuh manusia (kulit dan selaput lendir). Mikroorganisme sangat erat kaitannya dengan kehidupan sehari-hari. Beberapa diantaranya bermanfaat dan yang lainnya merugikan. Mengingat bahwa mikroorganisme banyak terdapat di alam dan amat besar peranannya, termasuk dalam bidang keperawatan dan kesehatan, maka sudah selayaknya setiap mahasiswa yang belajar ilmu keperawatan mengetahui hal-hal yang terkait dengan mikrobiologi. Misalnya: ruang lingkup mikroorganisme, pengendalian, serta pemanfaatannya bagi kesejahteraan umat manusia, terutama dalam bidang keperawatan dan kesehatan.

Bab ini membahas tentang mikrobiologi, khususnya tentang pengantar mikrobiologi dasar, bakteriologi, virologi, dan mikologi. Setelah mempelajari bab ini diharapkan mahasiswa dapat menjelaskan tentang ruang lingkup mikrobiologi, dan secara khusus mahasiswa dapat:

1. menjelaskan pengertian mikrobiologi;
2. menjelaskan sejarah penemuan, struktur, dan ukuran mikroorganisme;
3. menjelaskan pertumbuhan dan pengamatan mikroorganisme;
4. menjelaskan peranan mikroorganisme bagi kehidupan manusia;
5. menjelaskan struktur, klasifikasi, dan morfologi bakteri;
6. menjelaskan peranan bakteri dalam kehidupan;
7. menjelaskan pengertian, morfologi, struktur, dan reproduksi virus;
8. menjelaskan infeksi virus pada manusia; dan
9. menjelaskan sifat dan morfologi jamur serta macam-macam infeksi jamur

Kegunaan mempelajari bab ini adalah membantu Anda untuk dapat memahami tentang penggolongan, pertumbuhan serta peranan mikroorganisme, yang meliputi bakteri, virus, dan

jamur dalam hubungannya dengan asuhan keperawatan terhadap penyakit infeksi dan upaya-upaya pencegahan efek mikroorganisme serta penularannya.

Agar memudahkan Anda mempelajari bab ini, maka materi yang akan dibahas terbagi menjadi 4 topik, yaitu:

1. **Ruang Lingkup Mikrobiologi**, yang membahas tentang pengertian dan sejarah penemuan, struktur, jenis dan ukuran mikroba, pembiakan, faktor yang mempengaruhi pertumbuhan, dan manfaat mikroorganisme dalam kehidupan manusia.

1

2. **Bakteriologi**, yang membahas tentang struktur, klasifikasi dan bentuk, serta peranan bakteri dalam kehidupan.
3. **Virologi**, yang membahas tentang pengertian, struktur, bentuk, reproduksi, dan infeksi virus pada manusia.
4. **Mikologi**, yang membahas sifat dan morfologi jamur serta macam-macam infeksi jamur pada manusia.

Selanjutnya agar Anda berhasil dalam mempelajari materi yang tersaji dalam bab 1 ini, perhatikan beberapa saran berikut:

- a. Pelajari setiap topik materi secara bertahap;
- b. Usahakan mengerjakan setiap latihan dengan tertib dan sungguh-sungguh;

Kerjakan tes yang disediakan dan diskusikan bagian-bagian yang sulit Anda pahami dengan teman sejawat atau tutor atau melalui pencarian di internet.

Topik 1

Ruang Lingkup Mikrobiologi

Bagaimana apakah Anda sudah siap dengan bahasan tentang ruang lingkup mikrobiologi? Baiklah. Tentunya Anda telah mengetahui bahwa di sekitar kita banyak terdapat mikroorganisme dan mikroorganisme juga sangat erat dengan kehidupan. Silakan Anda sebutkan kira-kira jenis mikroorganisme yang menguntungkan dan yang merugikan bagi manusia. Jawaban silahkan dicatat dahulu, berikut ini disajikan materi tentang Pengertian Mikroorganisme. Silakan Anda simak baik-baik.

A. PENGERTIAN MIKROORGANISME

Kata mikroorganisme merupakan istilah yang tidak asing bagi dunia kesehatan. Mikroorganisme atau mikroba merupakan organisme hidup yang berukuran sangat kecil (diameter kurang dari 0,1 mm) dan hanya dapat diamati dengan menggunakan mikroskop. Mikroorganisme ada yang tersusun atas satu sel (uniseluler) dan ada yang tersusun beberapa sel (multiseluler). Organisme yang termasuk ke dalam golongan mikroorganisme adalah bakteri, archaea, fungi, protozoa, alga mikroskopis, dan virus. Virus, bakteri dan archaea termasuk ke dalam golongan prokariot, sedangkan fungi, protozoa, dan alga mikroskopis termasuk golongan eukariota.

Mikrobiologi (dalam Bahasa Yunani mikros = kecil, bios = hidup, dan logos = ilmu) merupakan suatu ilmu tentang organisme hidup yang berukuran mikroskopis. Mikrobiologi merupakan ilmu aneka disiplin karena ilmu ini mencakup beberapa bidang, pembagiannya dapat berdasarkan tipe mikrobiologi (pendekatan taksonomis) atau berdasarkan aktivitas fungsional. Berdasarkan pendekatan taksonomis, mikrobiologi dibagi menjadi virologi, bakteriologi, mikologi, fikologi, dan protozoologi. Sedangkan berdasarkan pendekatan fungsional, mikrobiologi dibagi atas ekologi mikroba, mikrobiologi industri, mikrobiologi pertanian, mikrobiologi kedokteran, mikrobiologi pangan, fisiologi mikroba, genetika mikroba, dan sebagainya.

Setelah Anda mengerti batasan mikrobiologi, marilah kita lanjutkan pembahasan tentang bagaimana sejarah mikroorganisme berikut ini.

1. Sejarah Penemuan Mikroorganisme

Sejarah mikrobiologi dimulai saat penemuan mikroskop oleh Robert Hooke pada tahun 1664, seorang matematikawan, sejarawan alam, dan ahli mikroskopi asal Inggris. Melalui mikroskopnya yang terdiri atas dua lensa sederhana, Hooke mampu mengilustrasikan struktur badan buah dari suatu jenis kapang. Meskipun Robert Hooke dapat melihat sel dengan bantuan mikroskopnya, ia tidak dapat melihat mikroorganisme dengan jelas karena tidak adanya metode pewarnaan.

Orang pertama yang melihat bakteri adalah Antoni van Leeuwenhoek (1632-1723), seorang pembuat mikroskop amatir berkebangsaan Belanda. Pada tahun 1684, Leeuwenhoek menggunakan mikroskop lensa tunggal yang menyerupai kaca pembesar, hasil karyanya sendiri untuk mengamati berbagai mikroorganisme dalam bahan alam. Leeuwenhoek menyebut benda yang diamatinya sebagai *animalcules* (hewan kecil) yang ia peroleh dari sisa makanan yang menempel di giginya serta air hujan, dan pada berikutnya dikenal sebagai bakteri dan protozoa.

Bertahun-tahun setelahnya, banyak observasi lain yang menegaskan hasil pengamatan Van Leeuwenhoek, namun peningkatan tentang pemahaman sifat dan keuntungan mikroorganisme berjalan sangat lambat sampai 150 tahun berikutnya. Baru di abad ke 19, yaitu setelah produksi mikroskop meningkat pesat, keingintahuan manusia akan mikroorganisme mulailah berkembang lagi.

Hingga pertengahan abad ke-19 banyak ilmuwan dan filosof percaya bahwa makhluk hidup muncul secara spontan dari benda tak hidup. Mereka meyakini bahwa belatung dapat muncul dari material busuk, ular dan tikus dapat lahir dari tanah lembab, dan lalat dapat timbul dari pupuk.

Teori **generatio spontania** terbantahkan setelah seorang ilmuwan Italia bernama Fransisco Redi yang mendemonstrasikan penemuannya bahwa belatung bukan berasal dari daging yang busuk. Hasil penemuan Redi menunjukkan adanya belatung di atas daging busuk pada tabung yang tidak tertutup, sedangkan pada tabung yang tertutup tidak ditemukan belatung.

Pada tahun 1858, ilmuwan Jerman Rudolf Virchow mengemukakan teori **biogenesis**, yang menyatakan bahwa semua sel hidup hanya dapat timbul dari sel hidup yang ada sebelumnya. Teori ini didukung oleh Louis Pasteur ilmuwan Perancis pada tahun 1861. Pasteur mendemonstrasikan bahwa mikroorganisme yang terdapat di udara dan dapat mengkontaminasi larutan steril, namun udara itu sendiri tidak dapat menciptakan mikroorganisme. Pasteur mengisi beberapa botol berleher pendek dengan kaldu sapi dan selanjutnya mendidihkannya. Beberapa

botol dibiarkan terbuka dan kaldu dibiarkan dingin. Sementara beberapa botol lainnya ditutup saat kaldu mendidih. Setelah beberapa hari, pada botol yang terbuka ditemukan banyak kontaminan mikroorganisme, sedangkan pada botol yang tertutup tidak ditemukan mikroorganisme. Pasteur menunjukkan bahwa mikroorganisme terdapat pada benda tak hidup, benda padat, benda cair, maupun udara. Pasteur juga mendemonstrasikan bahwa mikroorganisme dapat dimusnahkan oleh pemanasan dan metode pemanasan dapat dirancang untuk memblokir mikroorganisme terhadap lingkungan yang mengandung nutrisi. Penemuan ini merupakan dasar **teknik aseptik**, yakni teknik pencegahan terhadap kontaminasi mikroorganisme yang tidak dikehendaki, yang saat ini menjadi standar kerja di laboratorium, serta standar bagi tindakan medis dan keperawatan.

Robert Koch (1842-1910), seorang dokter berkebangsaan Jerman. Koch menemukan bakteri berbentuk batang *Bacillus anthracis* dalam darah sapi yang mati karena penyakit anthraks. Koch menumbuhkan bakteri tersebut pada media bernutrisi dan menyuntikkan bakteri tersebut pada sapi yang sehat. Sapi ini kemudian menjadi sakit dan mati. Koch mengisolasi bakteri darah sapi dan membandingkannya dengan kultur bakteri yang lebih dulu diisolasi dan kedua kultur berisi bakteri yang sama. Penemuan Koch ini membuktikan bahwa bakteri adalah penyebab penyakit. Berdasarkan penemuannya, Koch adalah orang pertama yang menemukan konsep hubungan antara penyakit menular dan mikroorganisme yang dikenal dengan **Postulat Koch** yang kini menjadi standar emas penentuan penyakit menular. Postulat Koch meliputi:

- a. Kuman harus selalu dapat ditemukan di dalam tubuh binatang yang sakit, tetapi tidak dalam binatang yang sehat;
- b. Kuman tersebut harus dapat diasingkan dan dibiakkan dalam bentuk biakan murni di luar tubuh binatang tersebut; dan
- c. Biakan murni kuman tersebut harus mampu menimbulkan penyakit yang sama pada binatang percobaan. Kuman tersebut dapat diasingkan kembali dari binatang percobaan tadi.

Pada tahun 1900-an, berbagai jenis kuman penyebab penyakit penting telah dapat diketahui seperti *Bacillus anthracis*, *Corynebacterium diphtheriae*, *Salmonella typhosa*, *Neisseria gonorrhoeae*, *Clostridium perfringens*, *Clostridium tetani*, *Sigela dysenteriae*, *Treponema pallidum*, dan lain-lain.

Agar wawasan Anda lebih luas, cobalah Anda sebutkan beberapa penemuan baru yang terkait perkembangan mikrobiologi!

Beberapa penemuan penting di bidang mikrobiologi pada awal abad 20-an adalah
--

2. Struktur Mikroorganisme dan Ukuran

Sel terdiri atas dua tipe, yaitu sel prokariotik dan sel eukariotik. Kedua tipe sel secara kimiawi adalah serupa, yakni sama-sama memiliki asam nukleat, protein, lipid, dan karbohidrat. Kedua tipe sel tersebut juga menggunakan reaksi kimia yang sama untuk memetabolisme makanan, membentuk protein, dan menyimpan energi. Perbedaan sel prokariotik dari sel eukariotik adalah struktur dinding sel, membran sel, serta tidak adanya organel, yaitu struktur seluler yang terspesialisasi yang memiliki fungsi-fungsi spesifik.

a. Sel Prokariotik

Sel prokariotik secara struktural lebih sederhana dan hanya ditemukan pada organisme bersel satu dan berkoloni, yaitu bakteri dan archaea. Dapat dikatakan sel prokariotik sebagai suatu molekul yang dikelilingi oleh membran dan dinding sel karena tidak mempunyai organel sel, tetapi mempunyai sistem membran dalam dinding selnya.

Suatu sel prokariotik terdiri atas DNA, sitoplasma, dan suatu struktur permukaan termasuk membran plasma dan komponen dinding sel, kapsul, dan lapisan lendir (slime layer). Ada sebagian sel prokariotik yang mempunyai pigmen fotosintesis seperti ditemukan pada Cyanobakteria.

Ciri-ciri sel prokariotik adalah:

- 1) sitoplasma sel prokariotik bersifat difuse dan bergranular karena adanya ribosom yang melayang di sitoplasma sel;
- 2) membran plasma yang berbentuk dua lapis fosfolipid yang memisahkan bagian dalam sel dari lingkungannya dan berperan sebagai filter dan komunikasi sel;
- 3) tidak memiliki organel yang dikelilingi membran;
- 4) memiliki dinding sel kecuali mycoplasma dan thermoplasma;
- 5) kromosom umumnya sirkuler. Sel prokariotik tidak memiliki inti sejati karena DNA tidak terselubung oleh membran;
- 6) dapat membawa elemen DNA ekstrakromosom yang disebut **plasmid**, yang umumnya sirkuler (bulat). Plasmid umumnya membawa fungsi tambahan, misalnya resistensi antibiotik;
- 7) beberapa prokariotik memiliki flagela yang berfungsi sebagai alat gerak; 8) umumnya memperbanyak diri dengan pembelahan biner.

b. Sel Eukariotik

Sel eukariotik mengandung organel seperti nukleus, mitokondria, kloroplas, retikulum endoplasma (RE), badan golgi, lisosom, vakuola, peroksisom, dan lain-lain. Organel dan komponen lain berada pada sitosol, yang bersama dengan nukleus disebut **protoplasma**.

c. *Ciri-ciri sel eukariotik adalah:*

- 1) Sitoplasma sel eukariotik tidak tampak berbutir-butir (bergranular), karena ribosom terikat pada retikulum endoplasma;
- 2) Memiliki sejumlah organel yang dikelilingi oleh membran, termasuk mitokondria, retikulum endoplasma, badan golgi, lisosom, dan kadang terdapat pula kloroplas;
- 3) DNA eukariotik terikat oleh protein kromosomal (histon dan non histon). Struktur kromosom bersama protein kromosomal disebut **kromosom**. Seluruh DNA Kromosom tersimpan dalam inti sel; dan
- 4) Sel eukariotik bergerak dengan menggunakan silia atau flagela yang secara struktural lebih kompleks dibandingkan silia atau flagela pada sel prokariotik.

Secara rinci perbedaan sel prokariotik dan sel eukariotik dapat dilihat pada tabel 1.1 berikut ini.

Tabel 1.1. Perbedaan sel prokariotik dan sel eukariotik

Ciri	Sel Prokariotik	Sel Eukariotik
Ukuran	1-10 μm	10-100 μm (sel sperma terpisah dari kornya, berukuran lebih kecil)
Tipe inti	Daerah nukleosit tanpa inti sejati	Inti sejati dengan membran ganda
DNA	Umumnya sirkuler	Linear dengan protein histon
Sintesis RNA/protein	Berlangsung di sitoplasma	Sintesis RNA di dalam inti dan sintesis protein berlangsung di sitoplasma
Ribosom	50 S dan 30 S	60 S dan 40 S
Struktur sitoplasma	sederhana	Terstruktur dengan adanya membran intraseluler dan sitoskeleton
Pergerakan sel	Flagela yang tersusun atas protein flagelin	Flagela dan silia yang tersusun atas protein tubulin
Mitokondria	Tidak ada	Satu sampai beberapa lusin (beberapa tidak memiliki mitokondria)
Kloroplas	Tidak ada	Pada alga dan tanaman
Organisasi	Umumnya satu sel	Sel tunggal, koloni, organisme tingkat tinggi dengan sel terspesialisasi

Pembelahan sel	Pembelahan biner	Mitosis dan sitokenesis
Jenis organisme	Bakteri dan archae	Protista, fungi, tanaman, hewan.

Selanjutnya untuk mengingatkan Anda kembali tentang organel sel, sebutkan beberapa macam dan fungsi organel pada pada sel prokariotik.

Nama Organel	Fungsi
.....
.....
.....

Ukuran mikroorganisme. Semua makhluk yang berukuran beberapa mikron atau lebih kecil disebut **mikroorganisme**. Jadi satuan ukuran yang dipakai untuk makhluk yang sangat kecil atau istilah lain **jasad renik** adalah mikron (μ) atau milimikron ($m\mu$). Untuk lebih jelasnya, perhatikan ukuran panjang berikut: ▪ 1 meter (m) = 1000 milimeter (mm)

- 1 mm = 1000 mikron (μ)
- 1 μ = 1000 milimikron ($m\mu$)

Ukuran mikroorganisme tergantung jenis dan fase pertumbuhan, dan pengukurannya dilakukan dengan okuler mikrometer dan obyek mikrometer. Ukuran dan jenis mikroorganisme dapat dilihat pada tabel 1.2, sekaligus Anda dapat melengkapi tabel tersebut.

Tabel 1.2. Ukuran mikroorganisme

No	Nama	Garis tengah	Panjang
1	<i>Virus</i>	0,2 μ	
2	<i>Escherichia coli</i>	0,5 μ	1-3 μ
3	<i>Salmonella typhosa</i>	0,6 μ	2-3 μ
4	<i>Bacillus anthrax</i>	1-3 μ	3-10 μ
5	.....	.....	.....
6	.....	.....	.....
7	.....	.....	.....

Nah, setelah mengetahui struktur mikroorganisme, marilah kita lanjutkan dengan pembahasan tentang bagaimana mikroorganisme itu tumbuh dan faktor apa saja yang mempengaruhinya.

3. Pertumbuhan Mikroorganismen

Pertumbuhan merupakan proses bertambahnya ukuran atau substansi atau massa zat suatu organisme, misalnya untuk makhluk makro dikatakan tumbuh ketika bertambah tinggi, bertambah besar atau bertambah berat. Pada organisme bersel satu pertumbuhan lebih diartikan sebagai pertumbuhan koloni, yaitu penambahan jumlah koloni, ukuran koloni yang semakin besar atau substansi atau massa mikroba dalam koloni tersebut semakin banyak. Pertumbuhan pada mikroba diartikan sebagai penambahan jumlah sel mikroba itu sendiri. Ada dua macam tipe pertumbuhan yaitu pembelahan inti tanpa diikuti pembelahan sel sehingga dihasilkan peningkatan ukuran sel dan pembelahan inti yang diikuti pembelahan sel. Ciri khas reproduksi bakteri adalah **pembelahan biner**, dimana dari satu sel bakteri dapat dihasilkan dua sel anakan yang sama besar, maka populasi bakteri bertambah secara geometrik. Interval waktu yang dibutuhkan bagi sel untuk membelah diri atau untuk populasi menjadi dua kali lipat dikenal sebagai **waktu generasi**. Mayoritas bakteri memiliki waktu generasi berkisar satu sampai tiga jam, *Escherichia coli* memiliki waktu generasi yang cukup singkat berkisar 15-20 menit, sedangkan bakteri *Mycobacterium tuberculosis* memiliki waktu generasi sekitar 20 jam. Waktu generasi ini sangat bergantung pada cukup tidaknya nutrisi di dalam media pertumbuhan, serta kondisi fisik pertumbuhan mikroorganismen.

a. Faktor-Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganismen

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroorganismen dibedakan menjadi dua faktor, yaitu faktor fisik dan faktor kimia, termasuk nutrisi dalam media kultur. Faktor fisik meliputi temperatur, pH, tekanan osmotik, dan cahaya, sedangkan faktor kimia meliputi nutrisi dan media pembiakan.

1) Temperatur

Temperatur menentukan aktifitas enzim yang terlibat dalam aktifitas kimia. Peningkatan suhu 10°C mampu meningkatkan aktifitas sebesar 2 kali lipat. Pada temperatur yang sangat tinggi akan terjadi denaturasi protein yang tidak dapat kembali (*irreversible*), sebaliknya pada temperatur yang sangat rendah aktifitas enzim akan berhenti.

Bakteri dapat tumbuh pada berbagai suhu dari mendekati pembekuan sampai mendekati ke titik didih air. Bakteri yang tumbuh paling baik di tengah kisaran ini disebut sebagai **mesophiles**, yang mencakup semua patogen manusia dan oportunistik. Ada tiga jenis bakteri berdasarkan tingkat toleransinya terhadap suhu lingkungan, yaitu: 1) **psikrofil**, yaitu mikroorganismen yang suka hidup pada suhu dingin, dapat tumbuh paling baik pada suhu optimum di bawah 20°C; 2) **mesofil**, yaitu mikroorganismen yang dapat hidup secara maksimal pada suhu

sedang, mempunyai suhu optimum di antara 20-50°C; 3) **termofil**, yaitu mikroorganisme yang tumbuh optimal atau suka pada suhu tinggi, mikroorganisme ini sering tumbuh pada suhu di atas 40°C. Bakteri jenis ini dapat hidup di tempat-tempat yang panas bahkan di sumber-sumber mata air panas. Bakteri tipe ini pernah ditemukan pada tahun 1967 di *yellow stone park*, bakteri ini hidup dalam sumber air panas bersuhu 93-94°C.

2) pH

Peningkatan dan penurunan konsentrasi ion hidrogen dapat menyebabkan ionisasi gugus dalam protein, amino, dan karboksilat, yang dapat menyebabkan denaturasi protein yang mengganggu pertumbuhan sel. Mikroorganisme **asidofil**, tumbuh pada kisaran pH optimal 1,0-5,3, mikroorganisme **neutrofil**, tumbuh pada kisaran pH optimal 5,5-8,0, mikroorganisme **alkalofil**, tumbuh pada kisaran pH optimal 8,5-11,5, sedangkan mikroorganisme **alkalofil eksterm** tumbuh pada kisaran pH optimal > 10.

3) Tekanan osmosis

Osmosis merupakan perpindahan air melewati membran semipermeabel karena ketidakseimbangan material terlarut dalam media. Dalam larutan **hipotonik**, air akan masuk ke sel mikroorganisme, sedangkan dalam larutan **hipertonik**, air akan keluar dari dalam sel mikroorganisme, berakibat membran plasma mengkerut dan lepas dari dinding sel (plasmolisis), sel secara metabolik tidak aktif. Mikroorganisme yang mampu tumbuh pada lingkungan hipertonik dengan kadar natrium tinggi dikenal dengan **halofil**, contohnya bakteri dalam laut. Mikroorganisme yang mampu tumbuh pada konsentrasi garam yang sangat tinggi (> 33% NaCl) disebut **halofil ekstrem**, misalnya *Halobacterium halobium*.

4) Oksigen

Berdasarkan kebutuhan oksigen, dikenal dengan mikroorganisme aerob dan anaerob. Mikroorganisme **aerob** memerlukan oksigen untuk bernapas, sedangkan mikroorganisme **anaerob** tidak memerlukan oksigen untuk bernapas, justru adanya oksigen akan menghambat pertumbuhannya. Mikroorganisme **anaerob fakultatif**, menggunakan oksigen sebagai pernapasan dan fermentasi sebagai alternatif tetapi dengan laju pertumbuhan rendah. Mikroorganisme **mikroaerofilik** dapat tumbuh baik dengan oksigen kurang dari 20%.

5) Radiasi

Sumber radiasi di bumi adalah sinar matahari yang mencakup cahaya tampak, radiasi ultraviolet, sinar infra merah, dan gelombang radio. Radiasi yang berbahaya bagi mikroorganisme

adalah radiasi pengionisasi, yaitu radiasi dari gelombang panjang yang sangat pendek dan berenergi yang menyebabkan atom kehilangan elektron (ionisasi). Pada level rendah radiasi pengionisasi dapat mengakibatkan mutasi yang mengarah ke kematian, sedangkan pada radiasi tinggi bersifat lethal.

6) Nutrisi

Nutrisi merupakan substansi yang diperlukan untuk biosintesis dan pembentukan energi. Ada dua jenis nutrisi mikroorganisme, yaitu makroelemen dan mikroelemen. **Makroelemen** adalah elemen-elemen nutrisi yang diperlukan dalam jumlah banyak (gram). Makroelemen meliputi karbon (C), oksigen (O), hidrogen (H), nitrogen (N), sulfur (S), fosfor (P), kalium (K), magnesium (Mg), kalsium (Ca), dan besi (Fe). C, H, O, N, dan P diperlukan untuk pembentukan karbohidrat, lemak, protein, dan asam nukleat. K diperlukan oleh sejumlah enzim untuk mensintesis protei, dan Ca^{+} berperan dalam resistensi endospora bakteri terhadap panas. **Mikroelemen** yaitu elemen-elemen nutrisi yang diperlukan dalam jumlah sedikit (dalam takaran mg hingga ppm), meliputi mangan (Mn), zinc (Zn), kobalt (Co), Nikel (Ni), dan tembaga (Cu). Mikroelemen kadang merupakan bagian enzim atau kofaktor yang membantu katalisis dan membentuk protein.

7) Media kultur

Bahan nutrisi yang digunakan untuk pertumbuhan mikroorganisme di laboratorium disebut **media kultur**. Pengetahuan tentang habitat normal mikroorganisme sangat membantu dalam pemilihan media yang cocok untuk pertumbuhan mikroorganisme di laboratorium. Berdasarkan konsistensinya, media kultur dikelompokkan menjadi tiga macam, yaitu media cair (liquid media), media padat (*solid media*), dan semisolid.

Menurut kandungan nutrisinya, media kultur dibedakan menjadi beberapa macam yaitu:

- Defined media (synthetic media), merupakan media yang komponen penyusunnya sudah diketahui atau ditentukan.
- Media kompleks, merupakan media yang tersusun dari komponen secara kimia tidak diketahui dan umumnya diperlukan karena kebutuhan nutrisi mikroorganisme tertentu tidak diketahui.
- Media penyubur (enrichment media). Media penyubur merupakan media yang berguna untuk mempercepat pertumbuhan mikroorganisme tertentu, bila ingin menumbuhkan salah satu mikroorganisme dari kultur campuran.
- Media selektif, merupakan media yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme tertentu (seleksi) dengan menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang lain.
- Media differensial, digunakan untuk membedakan kelompok mikroorganisme dan dapat digunakan untuk identifikasi, contohnya media agar darah.

Selanjutnya untuk meningkatkan wawasan tentang media kultur ini, cobalah Anda identifikasi contoh-contoh media kultur menurut kandungan nutrisinya dan tulis pada kolom berikut!

Defined media, contohnya:,
Kompleks media, contohnya:,

b. Fase pertumbuhan mikroorganisme

Ada empat macam fase pertumbuhan mikroorganisme, yaitu fase lag, fase log, fase stasioner, dan fase kematian.

Fase lag merupakan fase adaptasi yaitu fase penyesuaian mikroorganisme pada suatu lingkungan baru. Ciri fase lag adalah tidak adanya peningkatan jumlah sel, hanya peningkatan ukuran sel. Lama fase lag tergantung pada kondisi dan jumlah awal mikroorganisme dan media pertumbuhan.

Fase log merupakan fase di mana mikroorganisme tumbuh dan membelah pada kecepatan maksimum, tergantung pada genetika mikroorganisme, sifat media, dan kondisi pertumbuhan. Sel baru terbentuk dengan laju konstan dan masa yang bertambah secara eksponensial, oleh karena itu fase log disebut juga **fase eksponensial**.

Fase stasioner adalah pertumbuhan mikroorganisme berhenti dan terjadi keseimbangan antara sel yang membelah dengan jumlah sel yang mati. Pada fase ini terjadi akumulasi produk buangan yang toksik. Pada sebagian besar kasus pergantian sel terjadi pada fase stasioner.

Fase kematian merupakan keadaan dimana jumlah sel yang mati meningkat, dan faktor penyebabnya adalah ketidaktersediaan nutrisi dan akumulasi produk buangan yang toksik.

c. Pengukuran pertumbuhan mikroorganisme

Pertumbuhan mikroorganisme dapat diukur berdasarkan konsentrasi sel (jumlah sel persatuan isi kultur) ataupun **densitas sel** (berat kering dari sel persatuan isi kultur). Dua parameter ini tidak selalu sama karena berat kering sel rata-rata bervariasi pada tahap berlainan dalam pertumbuhan kultur. Pertumbuhan mikroorganisme dapat diukur dengan dua cara, yaitu secara langsung dan tidak langsung. Pengukuran pertumbuhan mikroorganisme secara langsung dapat dilakukan dalam berbagai cara:

- 1) Pengukuran menggunakan bilik hitung (counting chamber).

Pada pengukuran ini digunakan bilik hitung *Petroff-Hausser*, sedangkan untuk mikroorganisme eukariot digunakan pengukuran hemositometer. Keuntungan metode ini mudah, murah, cepat, serta diperoleh informasi tentang ukuran dan morfologi mikroorganisme. Kerugiannya adalah populasi mikroorganisme yang digunakan harus banyak (minimum 10^6 CFU per ml), karena pengukuran dengan volume dalam jumlah sedikit tidak dapat membedakan antara sel hidup dan sel mati, serta kesulitan menghitung sel yang motil.

2) Pengukuran menggunakan electronic counter

Pada pengukuran ini, suspensi mikroorganisme dialirkan melalui lubang kecil (*orifice*) dengan bantuan aliran listrik. Elektroda yang ditempatkan pada dua sisi lubang kecil mengukur tahanan listrik pada saat bakteri melalui lubang kecil, pada saat inilah sel terhitung. **Keuntungan** metode ini adalah hasil yang diperoleh lebih cepat dan lebih akurat, serta dapat menghitung sel dalam ukuran besar. **Kerugiannya** adalah metode ini tidak bisa digunakan untuk menghitung bakteri karena ada gangguan debris, filamen, serta tidak dapat membedakan sel hidup dan sel mati.

3) Pengukuran dengan **plating technique**.

Metode ini merupakan metode perhitungan jumlah sel tampak (*visible*) dan didasarkan pada asumsi bahwa bakteri hidup akan tumbuh, membelah, dan memproduksi satu koloni tunggal. Satuan perhitungan yang dipakai adalah CFU (*coloni forming unit*) dengan cara membuat seri pengenceran sampel dan menumbuhkan sampel pada media padat. Pengukuran dilakukan pada plate dengan jumlah koloni berkisar 25-250 atau 30-300. **Keuntungan** metode ini adalah sederhana, mudah, dan sensitif, karena menggunakan coloni counter sebagai alat hitung dan dapat digunakan untuk menghitung mikroorganisme pada sampel makanan, air, ataupun tanah. **Kerugiannya** adalah harus digunakan media yang sesuai dan perhitungannya yang kurang akurat karena satu koloni tidak selalu berasal dari satu individu sel.

Metode pengukuran pertumbuhan mikroorganisme secara tidak langsung, antara lain:

1) *Pengukuran kekeruhan/turbidite*

Bakteri yang bermultiplikasi pada media cair akan menyebabkan media menjadi keruh. Alat yang digunakan untuk pengukuran adalah spektrofotometer atau kolorimeter dengan cara membandingkan densitas optik antara media tanpa pertumbuhan bakteri dan media dengan

pertumbuhan bakteri. Pengukuran aktifitas metabolik metode ini didasarkan pada asumsi bahwa jumlah produk metabolik tertentu misalnya asam atau CO₂, menunjukkan jumlah mikroorganisme yang terdapat di dalam media.

2) *Pengukuran berat kering*

Metode ini umum digunakan untuk mengukur fungi berfilamen. Miselium fungi dipisahkan dari media dan dihitung sebagai berat kotor. Miselium selanjutnya dicuci dan dikeringkan dengan alat pengering dan ditimbang beberapa kali hingga mencapai berat konstan yang dihitung sebagai berat sel kering.

Sesuai uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa pengukuran pertumbuhan mikroorganisme bisa dilakukan secara langsung (cara bilik hitung, *electronic counter*, *plating technique*) dan tidak langsung (pengukuran kekeruhan dan berat kering).

4. Pengamatan mikroorganisme

Mikroorganisme hanya dapat diamati dengan menggunakan mikroskop. Mikroskop cahaya menggunakan cahaya sebagai media untuk mengirimkan gambar ke mata kita. Mikroskop cahaya telah ditemukan sejak waktu yang lama, dan telah melalui berbagai improvisasi. Mikroskop memungkinkan suatu obyek kecil dapat dilihat melalui peningkatan resolusi atau daya pisah dan kontras. Resolusi atau daya pisah adalah kemampuan sistem lensa mikroskop untuk memisahkan dua titik yang berdekatan pada spesimen atau obyek. Makin besar resolusi makin tajam gambar yang didapat. Sedangkan kontras adalah perbedaan pada intensitas pengamatan antara bagian-bagian gambar yang berbeda. Kontras dapat dinaikkan dengan pewarnaan dan pengaturan seting mikroskop. Mikroskop terdiri atas lensa-lensa yang diatur sedemikian rupa sehingga gambar dari spesimen yang diperbesar dapat dilihat oleh pengamat.

Ada beberapa macam mikroskop. Perbedaan mikroskop terdapat pada panjang gelombang elektromagnetik yang digunakan untuk memproduksi gambar, keadaan lensa dan pengaturan lensa, metoda yang digunakan untuk melihat gambar, serta fungsi mikroskop itu sendiri. Beberapa jenis mikroskop antara lain:

- a. Mikroskop cahaya yaitu mikroskop yang menggunakan cahaya tampak (visible light) sebagai sumber cahaya untuk pengamatan spesimen. Mikroskop medan terang merupakan mikroskop cahaya yang umum digunakan untuk mengamati mikroorganisme. Pada pengamatan dengan mikroskop ini latar belakang pengamatan akan tampak terang.
- b. Mikroskop medan gelap (darkfield microscope) digunakan untuk mengamati mikroorganisme yang tidak dapat diamati dengan mikroskop medan terang. Mikroskop ini menggunakan kondensor khusus dengan latar belakang gelap sehingga mikroorganisme akan tampak berwarna putih dengan latar belakang gelap.

- c. Mikroskop pendar (fluoresen) menggunakan sinar ultraviolet sebagai sumber cahaya. Mikroorganisme diwarnai dengan pewarna khusus dan akan nampak berpendar di bawah mikroorganisme dengan latar belakang gelap.
- d. Mikroskop fase kontras digunakan untuk mengamati struktur internal mikroorganisme dengan sinar X dan berguna untuk menambah kontras saat mengamati spesimen yang transparan. Confocal microscopy memungkinkan pandangan tiga dimensi sel atau irisan yang sangat tipis.
- e. Mikroskop elektron digunakan untuk mengamati obyek yang berukuran lebih kecil dari 0,2 μm , misalnya virus dan struktur sel. Mikroskop elektron tidak menggunakan cahaya atau sinar ultraviolet, melainkan menggunakan berkas elektron yang mempunyai panjang gelombang sangat pendek sebagai sumber pencahayaan. Ada dua macam mikroskop elektron, yakni mikroskop elektron transmisi (TEM) yang menghasilkan bayangan dua dimensi dan mikroskop elektron pemayaran (scanning electron microscope, SEM) yang menghasilkan bayangan tiga dimensi.

5. **Pewarnaan Mikroorganisme.**

Sebagian besar mikroorganisme tidak berwarna, maka untuk dapat melakukan pengamatan di bawah mikroskop cahaya, diperlukan pewarnaan mikroorganisme dengan pewarna tertentu. Pewarnaan mikroorganisme pada dasarnya adalah prosedur mewarnai mikroorganisme dengan zat warna yang dapat menonjolkan struktur tertentu dari mikroorganisme yang ingin diamati. Sebelum mikroorganisme dapat diwarnai, mikroorganisme tersebut harus terlebih dahulu difiksasi agar terikat (menempel) pada kaca obyek (*microscope slide*). Tanpa adanya fiksasi, maka pemberian warna pada mikroorganisme yang dilanjutkan dengan prosedur pencucian zat warna dengan air mengalir akan menyebabkan mikroorganisme ikut tercuci. Ada tiga macam pewarnaan, yaitu pewarnaan sederhana (*simple stain*), pewarnaan diferensial (*differential stain*), dan pewarnaan khusus (*special stain*). Pada pewarnaan sederhana hanya digunakan satu macam pewarna dan bertujuan mewarnai seluruh sel mikroorganisme sehingga bentuk seluler dan struktur dasarnya dapat terlihat. Bahan kimia yang ditambahkan ke dalam larutan pewarna disebut penajam (*mordant*), contoh pewarna sederhana adalah *carbol fuchin* dan safranin. Pewarnaan diferensial menggunakan lebih dari satu pewarna dan memiliki reaksi yang berbeda untuk setiap bakteri, sehingga digunakan untuk membedakan bakteri. Pewarna diferensial yang sering digunakan adalah **pewarnaan Gram**, yang diciptakan oleh Hans Christian Gram pada tahun 1884. Pewarnaan ini mampu membedakan dua kelompok besar bakteri yaitu Gram positif dan Gram negatif.

6. **Mikroorganisme bagi Kehidupan Manusia**

Mikroorganisme terdapat di mana-mana dan interaksinya dengan sesama mikroorganisme ataupun organisme lain dapat berlangsung aman dan menguntungkan maupun merugikan. Mikroorganisme cenderung diasosiasikan dengan penyakit, penyakit infeksi, ataupun

pembusukan. Akan tetapi sebagian besar mikroorganisme memberikan kontribusi bagi keseimbangan ekosistem lingkungan hidup, khususnya bagi kesejahteraan manusia.

Peranan mikroorganisme yang menguntungkan bagi kesejahteraan manusia, antara lain:

- a. **Kontrol hama tanaman.** Pengendalian hama tanaman dengan menggunakan musuh alami dari hama tanaman terus dikembangkan dalam rangka mengurangi dampak negatif penggunaan pestisida. Misalnya pemanfaatan bakteri *Bacillus thuringiensis* untuk mengendalikan *Crocidolomia binotalis* yang merupakan hama tanaman kubis;
- b. **Industri dan pertambangan.** Pengembangan polimer teruraikan untuk mengatasi masalah pencemaran lingkungan akibat limbah plastik yang sulit diuraikan. Misalnya penggunaan bakteri *Alcaligenes eutrophus* sebagai penghasil poli-3-hidroksi alkanolat (PHA) dan poli- β -hidroksi butirat (PHB) yang merupakan bahan baku pembuatan plastik yang mudah diuraikan. Enzim selulose yang digunakan dalam industri kertas, diproduksi oleh *Trichoderma viridae*.
- c. **Pangan.** Salah satu bakteri yang bermanfaat dalam bidang pangan adalah *Lactobacillus bulgarius* yang dimanfaatkan untuk pembuatan yoghurt. Pemanfaatan bakteri *Streptococcus lactis* dan *Streptococcus cremoris* dalam pembuatan keju dan mentega.
- d. **Kesehatan.** Beberapa jenis mikroorganisme seperti *Pseudomonas* dan *Propionibacterium* memproduksi vitamin B12 (kobalamin); proses fermentasi fungi *Ashbya gossypii* menghasilkan vitamin B2 (riboflavin); pembuatan antibiotik sintetik dan vaksin juga merupakan hasil pemanfaatan mikroorganisme.

Sebagian kecil mikroorganisme bersifat patogen. Mikroorganisme alami dalam tubuh kita disebut mikroorganisme normal atau **flora normal**. Meskipun tidak patogen, namun dalam keadaan tertentu dapat bersifat patogen dan menimbulkan penyakit infeksi. Misalnya *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* dapat menyebabkan diare, khamir *Candida albicans* dapat menyebabkan keputihan, kapang *Aspergillus flavus* yang menghasilkan aflatoksin dapat meracuni makanan, protozoa *Toxoplasma gondii* yang menyebabkan toksoplasmosis, *human immunodeficiency virus* yang menyebabkan penyakit HIV/AIDS, dan sebagainya.

Latihan

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan singkat dan jelas, dengan cara menuliskan esensinya saja!

- 1) Jelaskan apa yang dimaksud dengan mikroorganisme dan sebutkan jenis mikroorganisme!
- 2) Jelaskan apa yang dimaksud dengan teori generatio spontanea dan bagaimana Louis Pateur menyangkal kebenaran teori tersebut!
- 3) Sebutkan struktur mikroorganisme prokariota!
- 4) Jelaskan peran mikroorganisme dalam bidang kesehatan!
- 5) Sebutkan langkah yang harus ditempuh untuk mengamati mikroorganisme!

Nah ... bagaimana dengan jawaban Anda? Tentunya kelima pertanyaan tersebut sudah selesai Anda kerjakan.

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Lihat bahasan materi tentang pengertian mikroorganisme.
- 2) Silahkan pelajari kembali bahasan tentang sejarah penemuan mikroorganisme.
- 3) Coba Anda simak kembali materi tentang struktur mikroorganisme. 4) Buka topik tentang mikroorganisme bagi kehidupan 5) Lihat bahasan pengamatan mikroorganisme.

Ringkasan

Mikrobiologi adalah ilmu yang mempelajari mikroorganisme yang meliputi organisme bersel satu dan multi sel, yang meliputi: virus, bakteri, jamur, protozoa, dan organisme yang sangat kecil lainnya. Pemakaian mikroskop dan pewarnaan mikroorganisme merupakan salah satu teknik untuk mengamati gambaran struktur mikroorganisme. Mikrobiologi penting karena membantu memahami dan menangani serta mencegah penyakit, juga penting secara ekonomi karena berdampak pada lingkungan, penelitian dan bioteknologi.

Tes 1

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Mikroorganisme yang mampu tumbuh pada lingkungan hipertonik dengan kadar natrium tinggi, contohnya bakteri dalam laut dikenal dengan istilah
A. halofil

- B. aerofil
 - C. mesofil
 - D. termofil
- 2) Virus dan struktur sel dapat diamati dengan menggunakan
- A. mikroskop cahaya
 - B. mikroskop fase kontras
 - C. mikroskop fluoresen
 - D. mikroskop elektron
- 3) Louis Pasteur memantapkan mikrobiologi makanan era baru pada tahun 1987 ketika menunjukkan mikroorganisme penyebab pembusukan pada
- A. susu
 - B. bir
 - C. jus
 - D. kaldu
- 4) Ciri-ciri sel berikut yang tidak terdapat pada sel prokariotik adalah
- A. inti
 - B. DNA
 - C. mitokondria
 - D. ribosom
- 5) Bakteri penyebab tetanus hanya dapat dibunuh dengan pemanasan yang lama di atas titik didih. Hal ini mengindikasikan bahwa bakteri tetanus
- A. memiliki dinding sel yang mengandung peptidoglikan
 - B. menghasilkan endospora
 - C. autotrof
 - D. mensekresikan endotoksin
- 6) Bakteri termasuk dalam golongan Prokariota diartikan tidak memiliki
- A. inti
 - B. membran inti
 - C. dinding sel
 - D. membran sitoplasma
- 7) Flagella satu atau lebih yang terdapat dikedua bagian polar/kutub bakteri disebut
- A. amfitrikih
 - B. monotrikih
 - C. lofotrikih
 - D. peritrikih

- 8) Gambaran mikroorganisme yang mampu hidup dalam suhu dingin disebut
- A. mesofil
 - B. termofil
 - C. aerofil
 - D. psikrofil
- 9) Berikut ini bakteri yang bermanfaat untuk pembuatan keju adalah
- A. *Pseudomonas*
 - B. *Ashbya gossypii*
 - C. *Streptococcus lactis*
 - D. *Trichoderma viridae*
- 10) Kegunaan pewarnaan Gram adalah
- A. membedakan bakteri
 - B. melihat bentuk seluler
 - C. melihat struktur dasar sel
 - D. memfiksasi sel

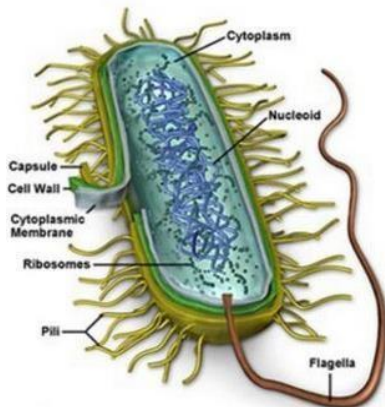
Topik 2

Bakteriologi

Struktur mikroorganisme telah kita bahas pada topik sebelumnya. Nah, selanjutnya berikut ini akan kita pelajari tentang bakteri. Bagaimana, sudah siapkan Anda.

A. STRUKTUR BAKTERI

Bakteri merupakan mikroba uniseluler termasuk kelas *Schizomycetes*. Susunan sel bakteri terdiri dari : struktur eksternal dan struktur internal bakteri (Gambar 1. 1)



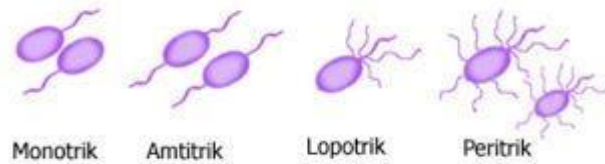
Gambar 1.1. Sel bakteri (Ryan Kenneth, 2004)

1. Struktur Eksternal Bakteri

Struktur eksternal bakteri meliputi glikokaliks, flagela, filamen aksial, fimbria, dan pili.

Glikokaliks (selubung gula) adalah substansi yang mengelilingi sel atau digambarkan sebagai kapsul. Kapsul ini merupakan struktur yang sangat terorganisasi dan tidak mudah dihilangkan. Ketebalan kapsul bervariasi dan fungsinya bagi bakteri, antara lain: sebagai perlekatan bakteri pada permukaan, pelindung sel bakteri terhadap kekeringan, perangkap nutrisi, dan proteksi bakteri. Kapsul melindungi bakteri patogen dari fagositosis sel inang dan pada spesies tertentu berperan pada virulensi. Sebagian besar material kapsul diekskresikan oleh bakteri ke dalam media pertumbuhannya sebagai lapisan lendir (*slime*). Fungsi lapisan lendir pada bakteri adalah untuk melindungi bakteri dari pengaruh lingkungan yang membahayakan, misalnya antibiotik dan kekeringan. Lapisan lendir dapat memperangkap nutrisi dan air, memungkinkan bakteri menempel pada permukaan halus untuk proses bertahan pada proses sterilisasi kimiawi menggunakan klorin, iodin, dan bahan kimia lainnya. Pada beberapa kasus, keseluruhan material kapsul dapat dilepaskan dari permukaan sel dengan cara menggojlok atau melakukan homogenisasi suspensi (larutan) bakteri. Pada akhirnya kapsul dapat dipisahkan dari media pertumbuhan bakteri sebagai lapisan lendir.

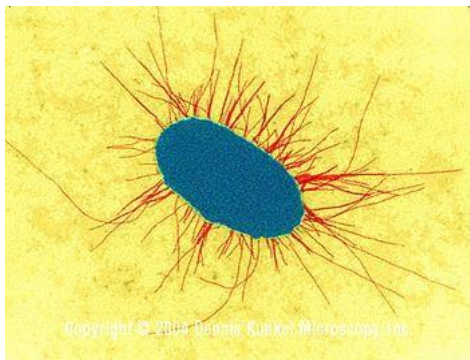
Flagela merupakan filamen yang mencuat dari sel bakteri dan berfungsi untuk pergerakan bakteri. Flagela berbentuk panjang dan ramping. Panjang flagela pada umumnya beberapa kali panjang sel dengan garis tengah berkisar 12-30 μm . Ada 5 macam tipe bakteri berdasarkan jumlah dan letak flagelnya (Gambar 1.2), yaitu atrikus (bakteri yang tidak memiliki flagela), monotrikus (1 flagela), lofotrikus (1 lebih flagela pada satu ujung sel), amfotrikus (sekelompok flagela pada masing-masing ujung sel), dan peritrikus (flagela menyebar diseluruh permukaan sel).



Gambar 1.2. *Escherichia coli* dengan multi flagela
(Ryan Kenneth, 2004)

Filamen aksial (endoflagela) adalah kumpulan benang yang muncul pada ujung sel di bawah selaput luar sel dan berpilin membentuk spiral di sekeliling sel. Rotasi filamen menimbulkan pergerakan selaput luar sel dan memungkinkan arah gerak bakteri berbentuk spiral. Contohnya pada *Treponema pallidum* dan *Leptospira interrogans*.

Fimbria (jamak: *fimbriae*) termasuk golongan protein yang disebut lektin yang dapat mengenali dan terikat pada residu gula khusus pada polisakarida permukaan sel. Hal ini menyebabkan bakteri berfimbria cenderung saling melekat satu sama lain atau melekat pada sel hewan. Fimbria umumnya menyebar diseluruh permukaan sel. Kemampuan organisme tertentu seperti *Niesseria gonorrhoeae* dan enterotoksin *Escherichia coli* (gambar 3) untuk menimbulkan penyakit berkaitan dengan fimbria yang dimilikinya. Mutasi yang menyebabkan fimbria akan diikuti hilangnya sifat virulens. Fimbria *N. Gonorrhoeae* memungkinkan bakteri membentuk koloni pada membran mukosa sehingga menimbulkan penyakit.



Gambar 1.3. *E. coli* dengan fimbria (Salvo, 2012)

Pili (tunggal pilus) secara morfologis sama dengan fimbria, umumnya pili lebih panjang. Pili berperan khusus dalam transfer molekul genetik (DNA) dari satu bakteri ke bakteri lainnya pada peristiwa konjugasi. Karena fungsinya yang spesifik pada transfer DNA bakteri, maka pili disebut sebagai pili seks.

Dinding sel. Dinding sel bakteri merupakan struktur kompleks dan berfungsi sebagai penentu bentuk sel, pelindung sel dari kemungkinan pecah ketika tekanan air di dalam sel lebih

besar, serta pelindung isi sel dari perubahan lingkungan di luar sel. Tebal dinding sel bakteri berkisar 10-23 nm dengan berat berkisar 20% berat kering bakteri. Dinding sel bakteri tersusun atas peptidoglikan (dikenal murein), yang menyebabkan kekunya dinding sel.

Bakteri dapat dibagi menjadi dua kelompok berdasarkan pewarnaan dengan pewarnaan Gram, bakteri Gram positif tetap diwarnai dengan kristal violet pada pencucian, Gram negatif tidak. Semua bakteri memiliki membran sel dimana fosforilasi oksidatif terjadi (karena tidak ada mitokondria). Di luar membran sel adalah dinding sel yang kaku dan melindungi sel dari lisis osmotik. Pada bakteri Gram positif mengandung banyak lapisan peptidoglikan yang membentuk struktur tebal dan kaku, dan asam teikoat (*techoic acid*) yang mengandung alkohol (gliserol atau ribitol) dan fosfat. Dinding sel bakteri Gram negatif mengandung satu atau beberapa lapis peptidoglikan dan membran luar, tidak mengandung asam teikoat, dan karena hanya mengandung sejumlah kecil peptidoglikan, maka dinding sel bakteri Gram negatif relatif lebih tahan terhadap kerusakan mekanis. Bakteri Gram negatif memiliki membran luar tambahan. Membran luar adalah hambatan utama dalam permeabilitas bakteri Gram negatif. Ruang antara membran dalam dan luar dikenal sebagai ruang periplasmic. Bakteri Gram negatif menyimpan enzim degradatif dalam ruang periplasma. Bakteri Gram positif kekurangan ruang periplasmic, melainkan mereka mengeluarkan exoenzymes dan melakukan pencernaan ekstraseluler. Pencernaan diperlukan karena molekul besar tidak dapat dengan mudah melintasi membran luar (jika ada) atau membran sel.

2. Struktur Internal sel bakteri

Struktur di dalam sel bakteri disebut struktur internal sel bakteri. Di dalam dinding sel bakteri terdapat sitoplasma yang merupakan substansi yang menempati ruang sel bagian dalam. Di dalam sitoplasma terdapat berbagai enzim, air (80%), protein, karbohidrat, asam nukleat, dan lipid yang membentuk sistem koloid yang secara optik bersifat homogen.

Membran plasma (*inner membrane*) adalah struktur tipis di sebelah dalam dinding sel dan menutup sitoplasma sel. Membran plasma tersusun atas fosfolipid berlapis ganda dan protein, membentuk model mosaik cairan. Membran plasma berfungsi sebagai sekat selektif material yang ada di dalam dan di luar sel. Materi yang melewati membran plasma yakni makromolekul dan mikromolekul. Membran plasma juga berfungsi memecah nutrisi dan memproduksi energi. Pada beberapa bakteri, pigmen, dan enzim yang terlibat dalam fotosintesis ditemukan pada membran plasma yang melipat ke arah sitoplasma (kromotofor atau tilakoid).

Pergerakan material mikromolekul melewati membran plasma dapat berlangsung satu arah (*symport*) maupun saling berlawanan (*antiport*) serta melalui beberapa proses transport aktif dan pasif. Proses pasif (*passive transport*) meliputi difusi sederhana, difusi dipermudah, dan

osmosis). Pergerakan makromolekul melewati membran plasma terjadi melalui proses **endositosis** yaitu pengangkutan makromolekul ke dalam sel, **eksositosis** yaitu pengangkutan makromolekul ke luar sel, dan **pertunasan** (*budding*).

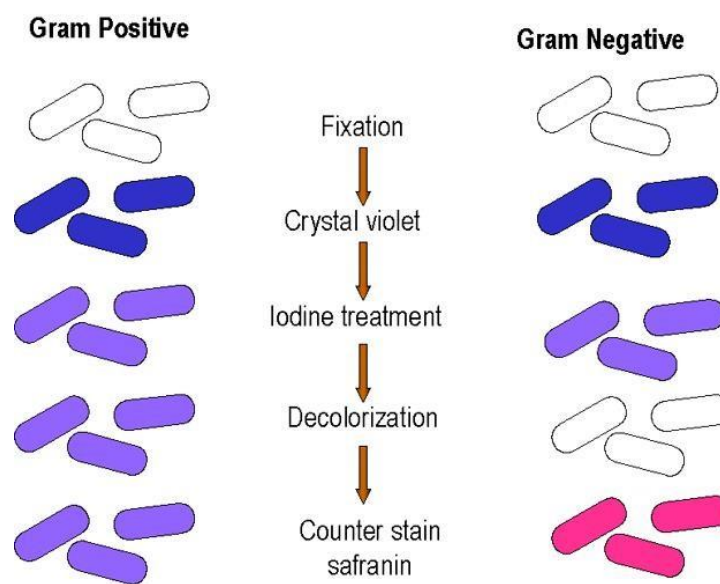
Ribosom. Daerah inti (daerah nukleoid) adalah daerah yang mengandung bakteri, ribosom yang berperan pada sintesa protein, badan inklusi yang merupakan organel penyimpan nutrisi, dan endospora (*resting sel*) yaitu struktur dengan dinding tebal dan lapisan tambahan pada dinding sel bakteri yang dibentuk di sebelah dalam membran sel. Endospora berfungsi sebagai pertahanan sel bakteri terhadap panas ekstrim, kondisi kurang air dan paparan bahan kimia serta radiasi. Hanya ada dua genus bakteri dengan kemampuan membentuk struktur khusus berupa endospora yakni *Bacillus* dan *Clostridium* yang bersifat Gram positif. Endospora terbentuk selama kondisi lingkungan tidak memungkinkan bakteri pembentuknya bertahan hidup. Apabila kondisi lingkungan kembali memungkinkan untuk hidup endospora akan berkecambah dan menjadi sel bakteri vegetatif yang berkembang biak secara normal. Struktur endospora terdiri atas inti, kortek, dan selubung (*coat*).

Proses pembentukan endospora dalam sel vegetatif dikenal proses **sporulasi** atau sporogenesis. Proses sporulasi dimulai dengan replikasi kromosom bakteri, dan sebagian membran sitoplasma menonjol ke arah dalam dan terpisah membentuk septum bakal spora. Septum bakal spora ini merupakan membran lapis ganda yang mengelilingi kromosom dan sitoplasma. Selanjutnya terbentuk dinding tebal peptidoglikan diantara dua lapis membran dan selubung spora (protein) mengelilingi sisi luar membran. Selubung protein inilah mengakibatkan adanya resistensi endospora terhadap berbagai bahan kimia. Ketika endospora masak, dinding sel vegetatif hancur, sehingga sel mati, dan endospora dilepaskan. Endospora kembali ke bentuk vegetatif melalui germinasi yang dipacu oleh tekanan fisik atau kerusakan kimia pada selubung endospora. Selanjutnya enzim endospora akan memecah lapisan tambahan yang mengelilingi endospora, air memasuki sel dan proses metabolisme kembali aktif.

B. KLASIFIKASI BAKTERI

Klasifikasi bakteri didasarkan pada berbagai ciri, antara lain: bentuk bakteri, kemampuan membentuk spora, cara memproduksi energi (anaerobik dan aerobik), dan reaksi terhadap pewarnaan Gram (Gram positif/negatif). Pewarnaan Gram ditemukan oleh Christian Gram (1884) seorang bakteriolog Denmark. Mula-mula sel diwarnai dengan pewarna ungu yang disebut violet kristal. Kemudian preparat diberi alkohol atau aseton, yang mencuci violet kristal dari sel-sel Gram negatif. Untuk dapat melihatnya perlu penggunaan warna tandingan dengan warna lain

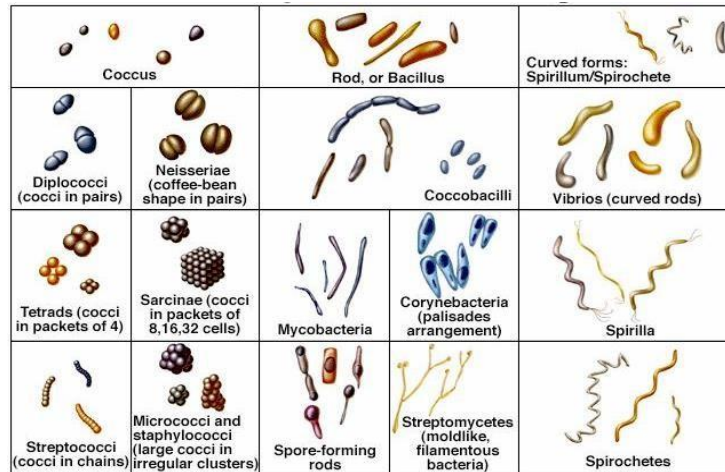
(misalnya merah jambu safranin). Bakteri yang tidak luntur warnanya oleh alkohol disebut Gram positif (Gambar 1.4).



Gambar 1.4. Skema pewarnaan Gram (Ryan Kenneth, 2004)

C. MORFOLOGI BAKTERI

Ada tiga macam bentuk dasar bakteri, yaitu: bentuk bulat (tunggal: *coccus*, jamak: *cocci*), bentuk batang atau silinder (tunggal: *bacillus*, jamak: *bacilli*), dan spiral yaitu berbentuk batang melengkung atau melingkar-lingkar (Gambar 1.5).



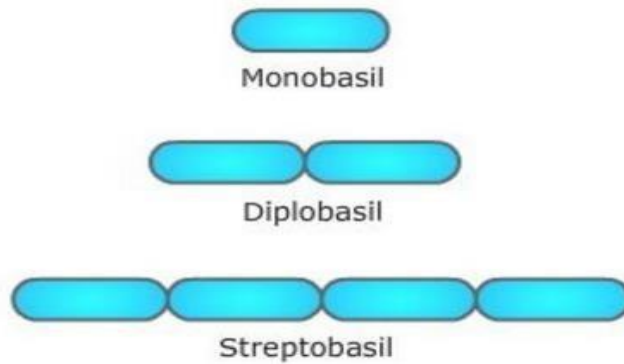
Gambar 1.5. Bentuk- bentuk bakteri (Ryan Kenneth, 2004)

1. Bentuk bulat (kokus)

Bentuk kokus umumnya bulat atau oval. Bila kokus membelah diri, sel-sel dapat tetap melekat satu sama lain. Bentuk kokus dapat dibedakan lagi menjadi: a) **Mikrokokus** (bulat satu-satu); b) **Diplokokus** (bulat berpasangan dua-dua); c) **Streptokokus** (cocci yang membelah namun tetap melekat membentuk struktur menyerupai rantai); d) **Tetrakokus** (cocci yang membelah tersusun empat sel dan membentuk bujur sangkar); dan e) **Staphylokokus** (cocci yang membelah pada banyak bidang dan membentuk kumpulan menyerupai buah anggur)

2. Bentuk batang

Bakteri bentuk batang (Gambar 1.6) atau bacilli membelah hanya melalui sumbu pendeknya dan sebagian besar bacilli tampak sebagai batang tunggal. *Diplobacilli* muncul dari pasangan bacilli setelah pembelahan dan *streptobacilli* muncul dalam bentuk rantai, serta beberapa bacilli menyerupai cocci disebut *coccobacilli*.



Gambar 1.6. Bentuk bakteri basil (Ryan Kenneth, 2004)

3. Bentuk spiral

Bentuk spiral bakteri memiliki satu atau lebih lekukan atau tidak dalam bentuk lurus. Bakteri berbentuk spiral dibedakan menjadi beberapa jenis. Bakteri yang berbentuk batang melengkung menyerupai koma disebut vibrio. Bakteri yang berpilin kaku disebut spirilla, sedangkan bakteri yang berpilin fleksibel disebut spirochaeta.

Umumnya bentuk bakteri memiliki hanya satu bentuk (monomorfik), namun ada bakteri tertentu yang memiliki banyak bentuk (pleimorfik). Pada bakteri terdapat membran sel yang melekuh ke dalam disebut **involsi**. Contoh bentuk involusi terdapat pada bakteri asam cuka (*Acetobacter sp.*) yaitu adanya bentuk seperti gada, bentuk tak teratur atau benang. Bentuk ini disebabkan oleh faktor lingkungan, seperti temperatur inkubasi, faktor makanan, umur, dan faktor lainnya yang tidak menguntungkan bakteri.

Nah untuk menambah wawasan Anda tentang bentuk bakteri, cobalah Anda identifikasi contoh-contoh bakteri menurut bentuknya pada kolom berikut!

<i>Monobasil,</i>	<i>contohnya</i>,
.....
<i>Streptobasil,</i>	<i>contohnya</i>,
.....

D. REPRODUKSI BAKTERI

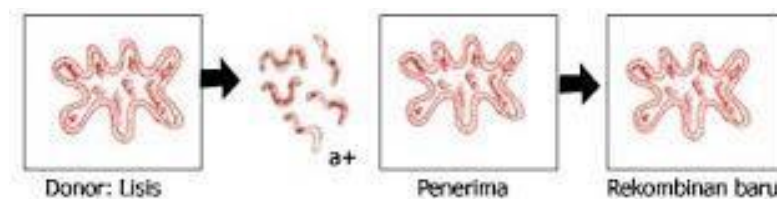
Bakteri tidak mengalami mitosis dan meiosis. Hal ini merupakan perbedaan penting antara bakteri (prokariot) dengan sel eukariot. Bakteri mengadakan pembiakan dengan dua cara, yaitu secara aseksual dan seksual. Pembiakan secara aseksual dilakukan dengan pembelahan, sedangkan pembiakan seksual dilakukan 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). Berikut ini beberapa cara pembiakan bakteri dengan cara rekombinasi genetik dan membelah diri.

1. Rekombinasi Genetik

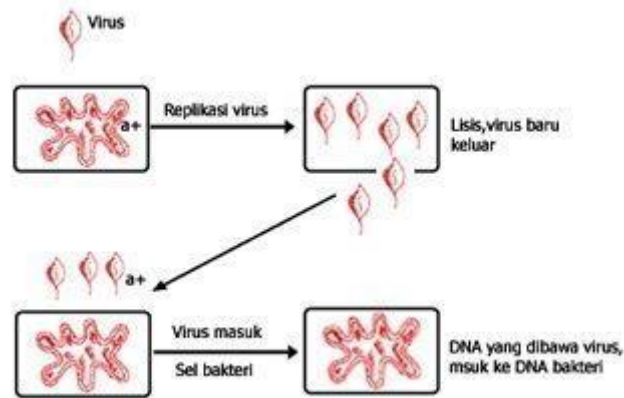
Adalah pemindahan secara langsung bahan genetik (DNA/ADN) di antara dua sel bakteri melalui proses berikut:

Transformasi. Transformasi adalah perpindahan materi genetik berupa DNA dari sel bakteri yang satu ke sel bakteri yang lain. Pada proses transformasi tersebut ADN bebas sel bakteri donor akan mengganti sebagian dari sel bakteri penerima, tetapi tidak terjadi melalui kontak langsung. Cara transformasi ini hanya terjadi pada beberapa spesies saja. Contohnya: *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus*, *Bacillus*, *Neisseria*, dan *Pseudomonas*. Diguga 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. Proses ini pertama kali ditemukan oleh Frederick Griffith tahun 1928 (Gambar 1.7).



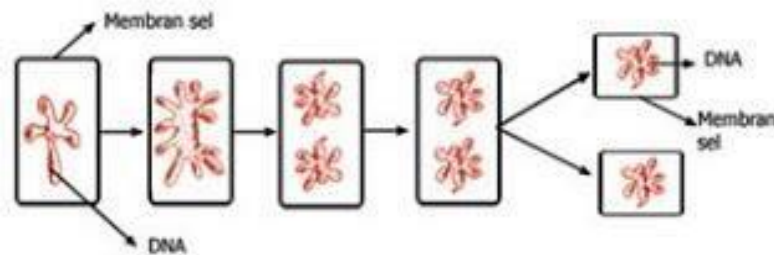
Gambar 1.7. Transformasi genetik (Ryan Kenneth, 2004)

Transduksi. Transduksi adalah pemindahan materi genetik bakteri ke bakteri lain dengan perantaraan virus. Selama transduksi, kepingan ganda ADN dipisahkan dari sel bakteri donor ke sel bakteri penerima oleh bakteriofage (virus bakteri). Bila virus-virus baru sudah terbentuk dan akhirnya menyebabkan lisis pada bakteri, bakteriofage yang nonvirulen (menimbulkan respon lisogen) memindahkan ADN dan bersatu dengan ADN inangnya. Virus dapat menyambungkan materi genetiknya ke DNA bakteri dan membentuk profag. Ketika terbentuk virus baru, di dalam DNA virus sering terbawa sepenggal DNA bakteri yang diinfeksi. Virus yang terbentuk memiliki dua macam DNA yang dikenal dengan partikel transduksi (*transducing particle*). Proses inilah yang dinamakan Transduksi (Gambar 1. 8).



Gambar 1.8. Transduksi (Ryan Kenneth, 2004)

Konjugasi. Konjugasi adalah bergabungnya dua bakteri (+ dan -) dengan membentuk jembatan untuk pemindahan materi genetik. Artinya, terjadi transfer ADN dari sel bakteri donor ke sel bakteri penerima melalui ujung pilus. Ujung pilus akan melekat pada sel penerima dan ADN dipindahkan melalui pilus tersebut (Gambar 1.9). Kemampuan sel donor memindahkan ADN dikontrol oleh faktor pemindahan (transfer faktor =faktor F)



Gambar 1.9. Konjugasi (Ryan Kenneth, 2004)

2. Pembelahan Biner

Pada pembelahan ini, sifat sel anak yang dihasilkan sama dengan sifat sel induknya. Pembelahan biner mirip mitosis pada sel eukariot. Bedanya, pembelahan biner pada sel bakteri tidak melibatkan serabut spindle dan kromosom. Pembelahan biner dapat dibagi atas tiga fase, yaitu sebagai berikut (Gambar 1.10):

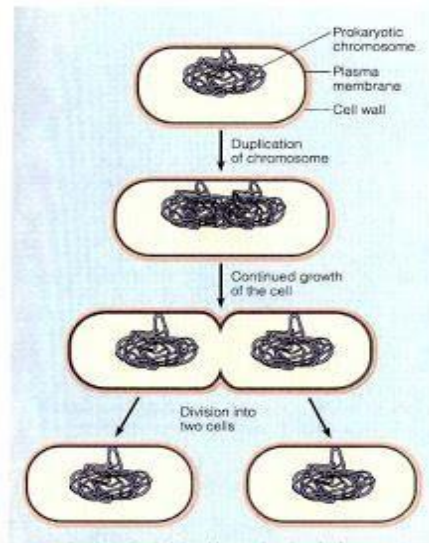
Fase pertama, sitoplasma terbelah oleh sekat yang tumbuh tegak lurus.

Fase kedua, tumbuhnya sekat akan diikuti oleh dinding melintang.

Fase ketiga, terpisahnya kedua sel anak yang identik. Ada bakteri yang segera berpisah dan terlepas sama sekali. Sebaliknya, ada pula bakteri yang tetap bergandengan setelah pembelahan, bakteri demikian merupakan bentuk koloni.

Pada keadaan normal bakteri dapat mengadakan pembelahan setiap 20 menit sekali. Jika pembelahan berlangsung satu jam, maka akan dihasilkan delapan anakan sel. Tetapi pembelahan

bakteri mempunyai faktor pembatas misalnya kekurangan makanan, suhu tidak sesuai, hasil ekskresi yang meracuni bakteri, dan adanya organisme pemangsa bakteri. Jika hal ini tidak terjadi, maka bumi akan dipenuhi bakteri.



Gambar : Pembelahan biner pada sel prokariot.
(Sumber : Campbell et al. 1999)

Gambar 1.10. Pembelahan biner

E. PERANAN BAKTERI DALAM KEHIDUPAN

Peranan bakteri dalam kehidupan kita, ada yang menguntungkan dan merugikan.

1. Bakteri menguntungkan

Bakteri pengurai. Bakteri saprofit menguraikan tumbuhan atau hewan yang mati, serta sisa-sisa atau kotoran organisme. Bakteri tersebut menguraikan protein, karbohidrat dan senyawa organik lain menjadi CO_2 , gas amoniak, dan senyawa-senyawa lain yang lebih sederhana. Oleh karena itu keberadaan bakteri ini sangat berperan dalam mineralisasi di alam. Dengan cara ini bakteri membersihkan dunia dari sampah-sampah organik. Bakteri *Entamoeba coli* hidup di kolon (usus besar) manusia, berfungsi membantu membusukkan sisa pencernaan juga menghasilkan vitamin B12, dan vitamin K yang penting dalam proses pembekuan darah. Dalam organ pencernaan berbagai hewan ternak dan kuda, bakteri anaerobik membantu mencernakan selusosa rumput menjadi zat yang lebih sederhana sehingga dapat diserap oleh dinding usus.

Bakteri penghasil antibiotik. Antibiotik merupakan zat yang dihasilkan oleh mikroorganisme dan mempunyai daya hambat terhadap kegiatan mikroorganisme lain. Beberapa bakteri yang menghasilkan antibiotik adalah: a) *Bacillus brevis*, menghasilkan terotrisin, b) *Bacillus subtilis*, menghasilkan basitrasin, c) *Bacillus polymyxa*, menghasilkan polimixin.

2. Bakteri merugikan

Bakteri perusak makanan. Beberapa spesies pengurai tumbuh di dalam makanan. Mereka mengubah makanan dan mengeluarkan hasil metabolisme yang berupa toksin (racun). Racun tersebut berbahaya bagi kesehatan manusia. Contoh: *Clostridium botulinum*, menghasilkan racun botulinin, seringkali terdapat pada makanan kalengan. *Pseudomonas cocovenenans*, menghasilkan asam bongkrek, terdapat pada tempe bongkrek. *Leuconostoc mesenteroides*, penyebab pelendiran makanan.

Bakteri patogen. Merupakan kelompok bakteri parasit yang menimbulkan penyakit pada manusia, hewan, dan tumbuhan. Kokus Gram-positif: *Streptococcus pyogenes* penyebab nyeri tenggorokan dan demam reumatik, *Streptococcus agalactiae* penyebab meningitis pada neonatus dan pneumonia. Kokus Gram negatif: *Neisseriae meningitidis* penyebab meningitis dan septikemia, *N. Gonorrhoeae* merupakan agen penyebab uretritis. Bacillus Gram positif: *Bacillus anthracis* penyebab penyakit anthraks, dan clostridia penyebab gangrene, tetanus, kolitis pseudomembranosa dan botulismus.

Nah, sampai di sini uraian materi topik 2, secara garis besar, tentunya Anda telah memahaminya. Selanjutnya untuk memantapkan penguasaan pembelajaran yang baru saja Anda pelajari, kerjakanlah soal latihan berikut ini.

Latihan

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Sebutkan bentuk-bentuk bakteri!
- 2) Sebutkan struktur bakteri yang ada di dalam dan di luar dinding sel!
- 3) Sebutkan bakteri yang mampu membentuk endospora!
- 4) Sebutkan bakteri yang patogen!
- 5) Bagaimana cara pembelahan sel bakteri!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Lihat bahasan materi tentang morfologi.
- 2) Silakan pelajari kembali bahasan tentang struktur bakteri.
- 3) Buka topik tentang struktur bakteri.
- 4) Lihat bahasan bakteri dalam kehidupan.
- 5) Coba Anda lihat kembali materi tentang reproduksi bakteri

Ringkasan

Bakteri merupakan organisme yang paling banyak jumlahnya dan tersebar luas dibandingkan makhluk hidup yang lain. Struktur bakteri terbagi menjadi dua, yaitu: struktur dasar, yang dimiliki oleh hampir semua jenis bakteri dan struktur tambahan (dimiliki oleh jenis bakteri tertentu), yaitu kapsul, flagelum, pilus, fimbria, klorosom, vakuola gas, dan endospora. Bentuk dasar bakteri terdiri atas bentuk bulat (kokus), batang (basil), dan spiral (spirilia), serta terdapat bentuk antara kokus dan basil yang disebut kokobasil.

Peranan bakteri yang menguntungkan, antara lain: sangat berperan dalam mineralisasi di alam dan dengan cara ini bakteri membersihkan dunia dari sampah-sampah organik, menghasilkan vitamin yang berguna bagi tubuh, vitamin K, dan membuat antibiotika. Sebaliknya terdapat beberapa bakteri yang merugikan, contohnya: bakteri perusak makanan dan menghasilkan racun, seperti botulinum, bersifat patogen dan menyebabkan penyakit infeksi seperti *Streptococcus pyogenes*, *Bacillus anthracis*, *Micobakterium Tuberculose*, dan sebagainya.

Tes 2

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Berikut ini merupakan struktur internal bakteri adalah
 - A. pili
 - B. dinding sel
 - C. membran plasma
 - D. filae aksial

- 2) Berikut ini yang bukan tipe flagella pada bakteri adalah
 - A. lofotrika
 - B. monotrika
 - C. amphitrika
 - D. politrika

- 3) Berikut ini merupakan mekanisme yang diperlukan bakteri pada pembelahan genetik, kecuali
 - A. transduksi
 - B. pembelahan biner
 - C. transformasi
 - D. konjugasi

- 4) Bakteri berikut yang merupakan bakteri Gram negatif adalah

- A. Streptococcus pyogenes
 - B. Bacillus anthracis
 - C. Clostridium
 - D. Neisseria meningitidis
- 5) Pada pemeriksaan mikroskop Anda melihat bakteri yang berbentuk batang melengkung menyerupai koma, bentuk seperti ini disebut
- A. vibrio
 - B. kokus
 - C. basil
 - D. spirochaeta
- 1) Beberapa bakteri berikut bermanfaat sebagai penghasil antibiotika dan menghasilkan vitamin, kecuali
- A. Bacillus subtilis
 - B. Bacillus brevis
 - C. Leuconostoc mesenteroides
 - D. Entamoeba coli
- 5) Pengklasifikasian bakteri didasarkan pada cara memproduksi energi adalah
- A. aerobik, anaerobik
 - B. Gram positif/negatif
 - C. monotrika, politrika
 - D. patogen, apatogen
- 6) Mikroba berikut yang merupakan Gram positif, bentuk batang dan tahan asam adalah
- A. Klebsiella pneumoniae
 - B. Mycobacterium leprae
 - C. Brucella abortus
 - D. Vibrio cholerae
- 7) Yang termasuk reproduksi aseksual bakteri adalah
- A. pembelahan biner
 - B. pembentukan tunas
 - C. pembentukan filamen
 - D. desimilasi
- 8) Bakteri berikut yang merusak makanan dan menghasilkan racun adalah ...
- A. Mycobacterium

- B. Clostridium botulinum
- C. enteridis
- D. S. aerogenes

Topik 3

Virologi Dasar

A. PENGERTIAN VIRUS

Virus adalah parasit berukuran mikroskopik yang menginfeksi sel organisme biologis. Virus dibedakan dari agen infeksius yang lain, karena ukurannya yang kecil (dapat melewati membran filter bakteri) serta sifatnya sebagai parasit intraseluler obligat, yang mutlak memerlukan sel inang untuk hidup, tumbuh, dan bermultiplikasi (Tabel 1.3). Virus hanya dapat bereproduksi di dalam material hidup dengan menginvasi dan memanfaatkan sel makhluk hidup karena virus tidak memiliki perlengkapan selular untuk bereproduksi sendiri. Biasanya virus mengandung sejumlah kecil asam nukleat yang diselubungi semacam bahan pelindung yang terdiri atas protein, lipid, glikoprotein, atau kombinasi ketiganya. Genom virus menyandi baik protein yang digunakan untuk memuat bahan genetik maupun protein yang dibutuhkan dalam daur hidupnya.

Virus merupakan kesatuan yang mengandung asam nukleat DNA atau RNA dan mengandung protein selubung (*coat rotein*). Kadang virus tertutup oleh envelope dari lipid, protein, dan karbohidrat yang mengelilingi asam nukleat virus. Virus mungkin juga memiliki membran lipid bilayer (atau kapsul) tapi diperoleh dari sel inang, biasanya dengan tunas melalui membran sel inang. Jika terdapat membran, virus berisi satu atau lebih protein virus untuk bertindak sebagai ligan untuk reseptor pada sel inang.

Tabel 1.3. Perbandingan virus dan bakteri

No.	Karakteristik	Bakteri		Virus
		Bakteri umum	Bakteri Chlamedia	
1.	Parasit intraseluler	-	v	v
2.	Membran plasma	v	v	-
3.	Pembelahan biner	v	v	-
4.	Melewati filter bakteri	-	v/-	v
5.	Memiliki DNA & RNA sekaligus	v	v	-
6.	Metabolisme menghasilkan ATP	v	v/-	-

7.	Ribosom	v	v	-
8.	Sentitifitas terhadap antibiotik	v	v	-
9.	Sensitifitas terhadap Interferon	-	-	v

Keterangan: - = tidak ada dan v = ada

Virus menginfeksi semua kelompok organisme utama, vertebrata, invertebrata, tumbuhan, jamur, bakteri, tetapi beberapa virus memiliki kisaran inang yang lebih luas daripada yang lain, namun tidak dapat menembus batas eukariotik/prokariotik. Permukaan virus berinteraksi dengan reseptor spesifik dan permukaan sel inang dengan pengikatan hidrogen.

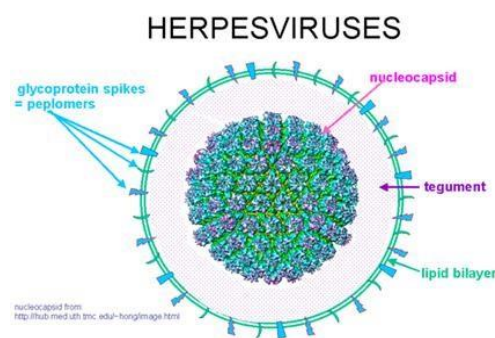
Virion merupakan partikel virus yang lengkap, sempurna, dan telah berkembang penuh serta bersifat infeksius. Virion tersusun atas asam nukleat dan dikelilingi oleh protein selubung (*coat protein*) yang melindungi dari lingkungan sekelilingnya. Virion juga dilengkapi peralatan untuk transmisi dari satu sel inang ke sel inang yang lain.

Beberapa virus menyandi sedikit protein struktural (hal ini yang membentuk partikel virus matang (atau virion) dan mungkin enzim yang berpartisipasi dalam replikasi genom virus. Virus lainnya dapat mengkode lebih banyak protein, yang sebagian besar tidak berakhir pada virus matur tetapi berpartisipasi dalam berbagai replikasi virus. **Virus herpes** adalah salah satu virus yang lebih rumit dan memiliki 90 gen. Karena banyak virus membuat sedikit atau tidak ada enzim, mereka tergantung pada enzim sel inang untuk menghasilkan lebih banyak partikel virus. Dengan demikian, struktur virus dan replikasi pada dasarnya berbeda dari organisme selular. Ketergantungan virus pada sel inang terhadap berbagai aspek siklus pertumbuhan merumitkan pengembangan obat karena kebanyakan obat akan menghambat pertumbuhan sel serta multiplikasi virus (karena beberapa enzim sel yang digunakan). Alasan utama untuk mempelajari metabolisme virus adalah untuk menemukan obat yang selektif menghambat perbanyakannya virus, kita perlu tahu kapan virus menggunakan proteinnya sendiri untuk siklus replikasi, kemudian dapat mencoba untuk mengembangkan obat yang menghambat protein virus (terutama enzim virus) secara khusus.

Struktur Virus

Rentang ukuran virus dari diameter 20 nanometer, seperti *Parvoviridae*, sampai beberapa ratus nanometer panjangnya, seperti *Filoviridae*. Semua virus mengandung genom asam nukleat (RNA atau DNA) dan selaput protein pelindung/*coat protein* disebut **kapsid** (Gambar 1.11). Asam nukleat virus berupa DNA atau RNA, berantai tunggal/*single strand* (ss), ataupun berantai ganda/*double strand* (ds), sehingga dikenal dengan kelompok virus ssRNA, dsRNA, ssDNA, dan dsDNA. Asam nukleat virus dapat berbentuk linear maupun sirkuler.

Kapsid (*coat protein*) adalah susunan protein yang mengelilingi asam nukleat virus. Struktur kapsid sangat ditentukan oleh asam nukleat virus. Kapsid tersusun atas subunitsubnit protein yang disebut **kapsomer**. Genom asam nukleat ditambah selaput protein pelindung yang disebut **nukleokapsid** yang mungkin memiliki ikosahedral, heliks, atau kompleks simetri.



Gambar 1.11. Struktur herpes virus (Salvo, 2012)

Pada beberapa virus, kapsid ditutupi oleh sampul (*envelope*) yang umumnya terdiri atas kombinasi antara lipid, protein, dan karbohidrat. Sampul atau selaput (*envelope*) dapat ditutupi oleh struktur serupa paku (*spike*) yang merupakan kompleks karbohidrat protein. Virus mendapatkan pembungkus dengan tunas melalui membran sel inang. *Spike* berperan pada proses perlekatan virus pada sel inang. Virus dengan kapsid yang tidak tertutup envelop disebut virus telanjang (*non envelope virus*). Pada virus ini, kapsid melindungi asam nukleat virus dari enzim nuklease dalam cairan biologis inang dan mendukung perlekatan virus pada sel inang yang peka.

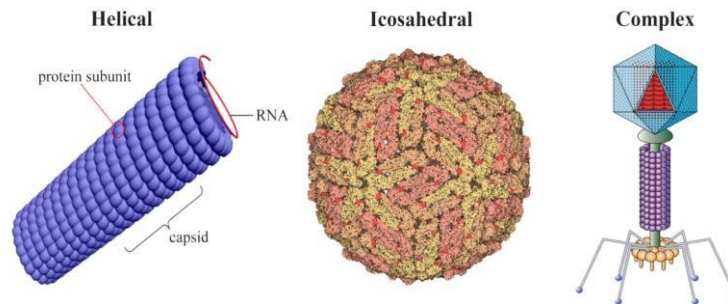
B. MORFOLOGI VIRUS

Terdapat beberapa tipe virus berdasarkan arsitektur kapsidnya (Gambar 1. 12).

1. Virus heliks

Subunit protein dapat berinteraksi satu sama lain dan dengan asam nukleat membentuk melingkar, struktur seperti pita. Virus yang dipelajari dengan heliks simetri terbaik adalah virus

tanaman *non-envelop*, virus mosaik tembakau. Sifat heliks virus ini cukup jelas dalam mikrograf elektron pewarnaan negatif karena virus membentuk struktur seperti batang kaku.



Gambar 1.12. Bentuk heliks, icosahedral, dan kompleks pada virus (Salvo, 2012)

2. Virus polihedral

Virus ini terdiri atas banyak sisi, kapsid berbentuk ikosahedron, polihedron reguler dengan 20 permukaan triangular dan 20 sudut. Contoh: adenovirus, poli virus.

3. Virus bersampul (*enveloped*)

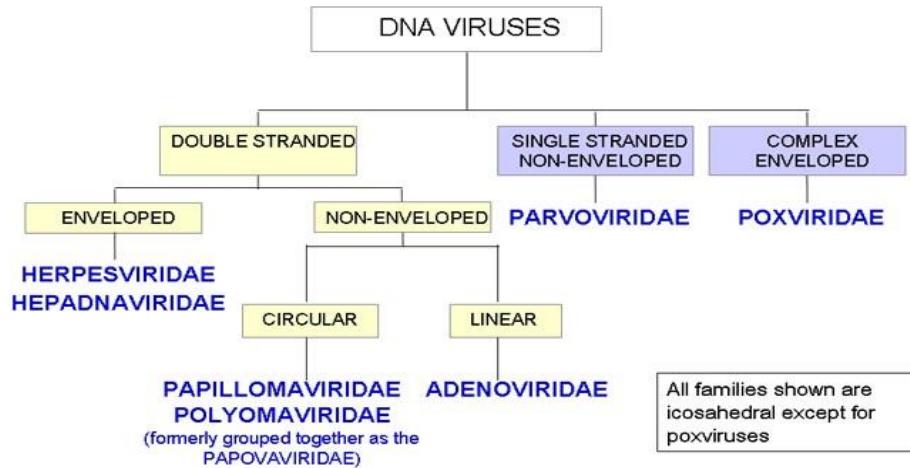
Virus berbentuk bulat. Bila virus heliks dan polihedral ditutupi oleh envelope, maka virus ini disebut virus heliks bersampul atau virus pihedral bersampul. Contoh virus ini adalah virus influenza, virus rabies, dan virus herpes simpleks (polihedral bersampul).

4. Virus kompleks

Memiliki struktur yang kompleks, contoh bakterifage, kapsid berbentuk polihedral dengan tail sheat berbentuk heliks dan poxovirus, kapsid berbentuk tidak jelas dengan protein selubung (coat protein) di sekeliling asam nukleat.

C. TAKSONOMI VIRUS

Para peneliti virus membuat sistem klasifikasi virus, dengan membentuk komite internasional taksonomi virus (*International Committe on the Taxonomy of Viruses/ICTV*) pada tahun 1966. ICTV mengelompokkan virus menjadi beberapa famili (suku) berdasarkan: 1) tipe asam nukleat (Gambar 1. 13); 2) strategi replikasi; dan 3) morfologi. Akhiran - virus - digunakan untuk genus (marga), nama famili (suku) berakhiran dengan **viridae**, dan nama ordo (bangsa) berakhiran **ales**.



Modified from Volk et al., Essentials of Medical Microbiology, 4th Ed. 1991

Gambar 1.13. Bagan taksonomi virus (Salvo, 2012)

D. REPRODUKSI VIRUS

Virus hanya dapat berkembang biak pada sel atau jaringan hidup. Oleh karena itu, virus menginfeksi sel bakteri, sel hewan, atau sel tumbuhan untuk bereproduksi. Cara reproduksi virus disebut proliferasi atau replikasi. Tahapan multiplikasi virus (Gambar 1.14) terdiri atas: a. Adsorpsi (penyerapan)

- b. Perasukan dan pelepasan selubung
- c. Replikasi dan sintesis komponen virus
- d. Perakitan
- e. Pelepasan

Adsorpsi merupakan interaksi spesifik virus dan inang. Terdapat reseptor khusus yang memperlancar pengenalan virus oleh sel inang. Ligan pada virus akan dikenali oleh reseptor pada inang dan menempel pada reseptor sel inang dapat berupa pili, flagella, komponen membran atau protein pengikat pada bakteriofag. Pada virus influenza, ligan berupa glikoprotein dan pada eritrosit dan virus polio, ligan berupa lipoprotein.

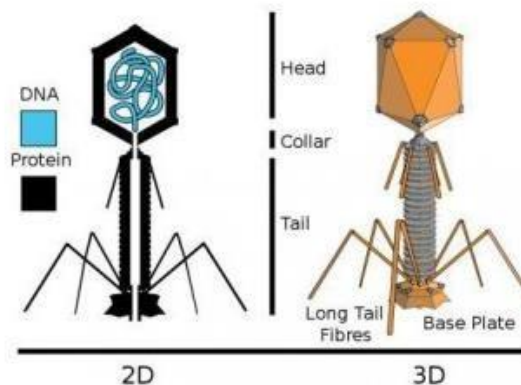
Perasukan dan pelepasan selubung merupakan tahap lanjut setelah virus menempel pada permukaan sel inang. Pada bakteriofag, perasukan berlangsung melalui ekor fag yang berkontraksi sehingga terjadi cengkaman pada bagian ekor membran sel bakteri. Selaput ekor berkontraksi dan DNA virus masuk melalui pori-pori pada ujung ekor.

Replikasi dan sintesis komponen virus bagi virus DNA didahului dengan replikasi DNA, sedangkan pada virus RNA didahului dengan *complementary* DNA (cDNA).

Perakitan virus pada virus DNA berlangsung di dalam nukleus, sedangkan pada virus RNA berlangsung dalam sitoplasma sel inang.

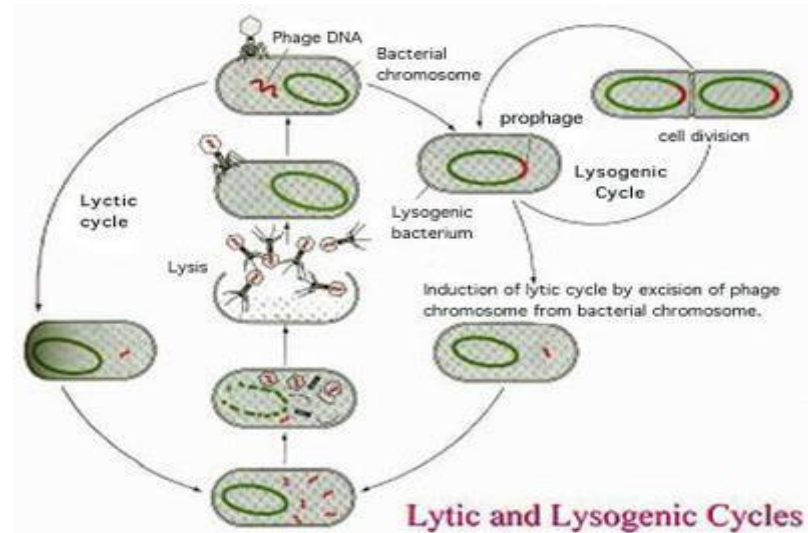
Pelepasan virus dapat melalui lisis (pecahnya sel) ataupun fagositosis dengan mekanisme yang berlawanan (virus dilepas melalui pertunasan pada bagian tertentu membran sel).

Bakteriofag yang merupakan virus penginfeksi bakteri (Gambar 1.15). Pada Bakteriofage reproduksinya dibedakan menjadi dua macam, yaitu daur litik dan daur lisogenik. Replikasi tersebut baru dapat dilakukan ketika virus ini telah masuk ke dalam sel inangnya(bakteri).



Gambar 1.14. Bakteriofag (Salvo, 2012)

Pada daur litik, virus akan menghancurkan sel induk setelah berhasil melakukan reproduksi. Sedangkan pada daur lisogenik, virus tidak menghancurkan sel bakteri tetapi virus berintegrasi dengan DNA sel bakteri, sehingga jika bakteri membelah atau berkembangbiak virus pun ikut membelah (Gambar 1.15). Pada prinsipnya cara perkembangbiakan virus pada hewan maupun pada tumbuhan mirip dengan yang berlangsung pada bakteriofage, yaitu melalui fase adsorpsi, sintesis, dan lisis. Bakteriofag termasuk ke dalam ordo Caudovirales. Salah satu contoh bakteriofag adalah T4 virus yang menyerang bakteri *Eschericia coli* (*E. coli*), merupakan bakteri yang hidup pada saluran pencernaan manusia. Perbedaan virus dengan bakteriofag adalah bahwa virus hidup dan berkembang biak baik dalam mikroorganisme yang multisel, sedangkan bakteriofag hidup dan berkembang biak dalam organisme satu sel.



Gambar 1.15. Siklus Bakteriofag (Salvo, 2012)

E. INFEKSI VIRUS PADA MANUSIA

Beberapa virus ada yang dapat dimanfaatkan dalam rekombinasi genetika. Meskipun demikian, kebanyakan virus bersifat merugikan terhadap kehidupan manusia, hewan, dan tumbuhan. Virus sangat dikenal sebagai penyebab penyakit infeksi pada manusia, hewan, dan tumbuhan. Sejauh ini tidak ada makhluk hidup yang tahan terhadap virus. Tiap virus secara khusus menyerang sel-sel tertentu dari inangnya. Berikut ini contoh-contoh virus yang merugikan manusia, antara lain:

1. Virus DNA

Hepadnaviridae: virus hepatitis B penyebab penyakit hepatitis B

Adenoviridae: virus herpes penyebab herpes simplex type 1 and 2, varicella zoster

Herpesviridae: virus (chicken pox, shingles), Epstein Barr virus (infectious mononucleosis), cytomegalovirus.

2. Virus RNA

Picornaviridae: enteroviruses, rhinoviruses, coxsackie virus, poliovirus, hepatitis A virus;

Caliciviridae: western equine encephalitis virus (WEE), eastern equine encephalitis virus (EEE), dan Venezuelan equine;

Rhabdoviridae: rabies virus, vesicular stomatitis virus, Mokola virus, Duvenhage virus;

Paramyxoviridae: parainfluenza viruses, mumps virus, measles virus, *respiratory syncytial virus*.

Penyakit manusia akibat virus. Contoh paling umum dari penyakit yang disebabkan oleh virus, antara lain: influenza, cacar air, hepatitis, polio, dan AIDS. Penyebab influenza adalah virus orthomyxovirus yang berbentuk seperti bola. Virus influenza ditularkan lewat udara dan masuk ke tubuh manusia melalui alat pernapasan. **Cacar air** disebabkan oleh virus *Herpesvirus varicellae*. Virus ini mempunyai DNA ganda dan menyerang sel diploid manusia. **Hepatitis** (pembengkakan hati) disebabkan oleh virus hepatitis. Ada 3 macam virus hepatitis, yaitu: hepatitis A, B, dan C (non-A, non-B), D, E, G, dan H. Gejalanya adalah demam, mual, muntah, perubahan warna kulit, dan selaput lendir menjadi kuning. Virus hepatitis A cenderung menimbulkan hepatitis akut, sedangkan virus hepatitis B cenderung menimbulkan hepatitis kronis. **Polio** disebabkan oleh poliovirus. Serangan poliovirus menyebabkan lumpuh bila virus menginfeksi selaput otak (meningitis) dan merusak sel saraf yang berhubungan dengan saraf tepi. AIDS (Acquired Immune Deficiency Syndrome) adalah penurunan sistem kekebalan tubuh yang disebabkan oleh virus HIV (Human Immunodeficiency Virus). Virus HIV adalah virus kompleks yang mempunyai 2 molekul RNA di dalam intinya. Virus tersebut diduga kuat berasal dari virus kera Afrika yang telah mengalami mutasi. Kanker leher rahim juga diduga disebabkan sebagian oleh papilomavirus (yang menyebabkan papiloma, atau kutil), yang memperlihatkan contoh kasus pada manusia yang memperlihatkan hubungan antara kanker dan agen-agen infeksi. Juga ada beberapa kontroversi mengenai apakah virus borna, yang sebelumnya diduga sebagai penyebab penyakit saraf pada kuda, juga bertanggung jawab kepada penyakit psikiatrik pada manusia.

Potensi virus untuk menyebabkan wabah pada manusia menimbulkan kekhawatiran penggunaan virus sebagai senjata biologis. Kecurigaan meningkat seiring dengan ditemukannya cara penciptaan varian virus baru di laboratorium.

F. PRION

Prion merupakan protein infeksius yang menyebabkan penyakit saraf. Stanley Prusiner seorang neurobiologist Amerika, menduga bahwa penyebab penyakit saraf *scrapie* pada domba adalah protein infeksius yang dinamakan prion. Dugaan ini timbul karena infeksi pada jaringan otak domba yang terserang *scrapie* dapat direduksi dengan protease. Penyakit lain yang diduga disebabkan oleh prion adalah penyakit sapi gila (*mad cow disease*). Prion tidak memiliki asam nukleat. Bagian utama prion adalah **protein Prp** (protein prion) yang secara genetik ditemukan dalam keadaan normal pada DNA inang normal.

Latihan

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Sebutkan struktur virus!
- 2) Sebutkan perbedaan virus dengan bakteri!
- 3) Sebutkan jenis morfologik virus dan contohnya!
- 4) Apa yang dimaksud dengan bakteriofag!
- 5) Sebutkan jenis penyakit infeksi yang disebabkan oleh virus!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Lihat bahasan materi tentang struktur virus.
- 2) Silakan pelajari kembali bahasan tentang pengertian virus.
- 3) Baca topik tentang morfologi virus.
- 4) Lihat bahasan reproduksi virus.
- 5) Coba Anda lihat kembali materi tentang infeksi virus pada manusia.

Ringkasan

Virus adalah agen asellular yang menular. Virus itu sangat kecil dan memiliki satu atau banyak potongan asam nukleat. Virus dapat menginfeksi manusia, hewan, tumbuhan, dan bakteri, serta menyebabkan penyakit. Virus memiliki struktur yang lebih sederhana dari bakteri. Virus tidak memiliki membran sel dan terdiri atas hanya beberapa molekul organik. Virus dan viroid tidak melakukan metabolisme, seperti transportasi nutrisi melintasi membran sel. Karakteristik virus utama, yaitu: jenis bahan genetik (DNA atau RNA, beruntai tunggal atau ganda), ukuran virus, struktur kapsid, dan host target digunakan untuk menentukan cara terbaik dalam mengklasifikasikan virus. Genom virus dapat linear, satu bagian atau beberapa molekul asam nukleat (mirip dengan kromosom eukariotik). Tidak semua virus spesifik untuk host (meskipun sebagian besar). Beberapa dapat menginfeksi beberapa host yang berbeda dan jaringan yang berbeda dalam sebuah host. Suatu contoh dari virus yang paling umum adalah rabies. Rabies dapat menginfeksi banyak mamalia yang berbeda dari manusia ke anjing ke kelelawar. Virus memiliki tiga bentuk kapsid dasar, yaitu: heliks, polihedral, dan kompleks. Amplop mengelilingi virus tertentu. Virus terselimuti mendapatkan amplop dari sel inang selama replikasi virus atau ketika virus dilepaskan dari sel. Sebuah virion tanpa sampul disebut virion yang tidak memiliki amplop atau telanjang.

Tes 3

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Virus terdiri atas
 - A. mantel protein (protein coat) dan inti sitoplasma
 - B. mantel karbohidrat dan inti asam nukleat
 - C. mantel protein dan inti asam nukleat
 - D. sitoplasma dan asam nukleat

- 2) Siklus infeksi virus, replikasi, dan destruksi sel disebut
 - A. siklus lisogenik
 - B. siklus metabolik
 - C. siklus virus
 - D. siklus litik

- 3) Komponen berikut yang tidak ada pada virus adalah
 - A. fosfolipid dua lapis
 - B. protein
 - C. DNA untaian ganda
 - D. kapsid

- 4) Virus yang menginfeksi bakteri disebut
 - A. bakteriovirus
 - B. bakteriofag
 - C. kapsomer
 - D. retrovirus

- 5) Virulen dan virus nonvirulen dapat melakukan hal berikut, kecuali
 - A. menghambat sintesis RNA sel inang
 - B. menghambat sintesis protein sel inang
 - C. menstimulasi sintesis makromolekul sel inang
 - D. mendegradasi DNA sel inang

- 6) Replikasi penetrasi virus terjadi saat
 - A. ekspresi gen
 - B. pelepasan mantel kapsid
 - C. perlekatan virus pada reseptor di membran sel
 - D. perakitan

- 7) Virus RNA direplikasi di dalam sel inang
- A. matrik sitoplasma
 - B. dinding sel
 - C. nukleus
 - D. lisosom
- 8) Virus berikut ini yang dihubungkan dengan kanker servik adalah
- A. Epstein-Barr virus
 - B. Human papiloma virus
 - C. Virus Human T Limfosit
 - D. Human immunodeficiency virus
- 9) Viroid terdiri atas
- A. rantai ganda DNA
 - B. rantai tunggal RNA
 - C. rantai ganda RNA
 - D. DNA dan RNA
- 10) Mikroba berikut yang merupakan rantai tunggal virus RNA dan tanpa envelope adalah
- A. Hepatitis virus
 - B. Variola (Smallpox) virus
 - C. Dengue virus
 - D. Helicobacter virus

Topik 4

Mikologi

Pada topik ke 4 kali ini, kita akan membahas tentang sifat, morfologi, dan infeksi jamur.

A. PENGERTIAN MIKOLOGI

Mikologi adalah ilmu yang mempelajari jamur, berasal dari kata Yunani *Mykes* berarti jamur dan *logos* berarti ilmu. Mikologi Kedokteran adalah ilmu yang mempelajari jamur penyebab penyakit pada manusia. Berikut ini kita akan membahas sifat umum jamur, morfologi jamur dan beberapa penyakit manusia akibat jamur.

B. SIFAT UMUM JAMUR

Jamur adalah tumbuh-tumbuhan berbentuk sel atau benang bercabang, mempunyai dinding dari selulosa atau kitin atau keduanya, mempunyai protoplasma yang mengandung satu atau lebih inti, tidak mempunyai klorofil dan berkembang biak secara aseksual, seksual, atau keduanya. Ada 100.000-200.000 spesies tergantung bagaimana jamur diklasifikasikan, dan sekitar 300 spesies jamur diketahui patogen terhadap manusia.

Jamur menggunakan enzim untuk mengubah dan mencerna zat organik, seperti hewan dan sebagian besar kuman, untuk hidupnya memerlukan zat organik sebagai sumber energi, sehingga jamur disebut sebagai jasad yang bersifat heterotrop. Hal ini berbeda dengan tumbuh-tumbuhan yang bersifat autotrop karena berklorofil sehingga dapat membentuk karbohidrat dari air dan karbon dioksida dengan bantuan sinar matahari. Jamur menggunakan enzim untuk mengubah zat organik untuk pertumbuhannya sehingga jamur merupakan saprofit atau parasit.

Pada umumnya jamur dapat tumbuh dengan baik pada tempat yang lembab. Tetapi jamur juga dapat menyesuaikan diri dengan lingkungannya, sehingga jamur dapat ditemukan di semua tempat di seluruh dunia termasuk di gurun pasir yang panas.

Jamur yang biasanya menimbulkan penyakit pada manusia, hidup pada zat organik atau di tanah yang mengandung zat organik yaitu humus, tinja binatang atau burung. Dalam keadaan demikian, jamur tersebut dapat hidup terus-menerus sebagai saprofit tanpa melalui daur sebagai parasit pada manusia. Manusia selalu terpapar terhadap kemungkinan infeksi oleh jamur yang dapat tumbuh hampir di semua tempat di daerah tropis. Meskipun demikian tidak semua orang terkena penyakit jamur. Ini disebabkan adanya sistem kekebalan. Sistem kekebalan bawaan melindungi kita dari masuknya jamur ke dalam tubuh, dan sistem kekebalan akan diaktifkan bila jamur masuk ke dalam jaringan tubuh.

Jamur yang penting dalam kesehatan ada empat filum, yaitu:

- 1) Ascomycota, reproduksi seksual dalam kantong (*saccus*) disebut **ascus** dengan menghasilkan ascospora.
- 2) Basidiomycota, reproduksi seksual dalam kantong disebut **basidium** dengan menghasilkan basidiospora.
- 3) Zygomycota, reproduksi seksual dengan gamet dan reproduksi aseksual dengan pembentukan zygospora.
- 4) Mitosporic Jamur (*Fungi Imperfecti*), tidak ada bentuk yang dikenali reproduksi seksual. Termasuk jamur yang paling patogen.

C. MORFOLOGI

Jamur mencakup: a) khamir atau ragi, yaitu sel-sel yang berbentuk bulat, lonjong atau memanjang yang berkembang biak membentuk tunas dan membentuk koloni yang basah atau berlendir; dan b) kapang, yang terdiri atas sel-sel memanjang dan bercabang yang disebut **hifa**. Anyaman dari hifa, baik yang multiseluler atau senositik, disebut **miselium**. Bentuk miselium bercabang dan pola percabangan ini membantu identifikasi morfologi. Kapang membentuk koloni yang menyerupai kapas atau padat. Bentuk kapang atau khamir tidak mutlak karena terdapat jamur yang dapat membentuk kedua sifat tersebut dalam keadaan yang berbeda dan disebut sebagai jamur yang dimorfik.

Spora dapat dibentuk secara aseksual atau seksual. Spora seksual disebut **talospora** (*thallospora*), yaitu spora yang langsung dibentuk dari hifa reproduktif. Spora yang termasuk talospora adalah: blatospora, artrospora, klamidospora, aleuriospora, dan sporangiospora. Spora seksual dibentuk oleh dua sel atau hifa. Spora seksual antara lain: zigospora, oospora, askospora, dan basidiospora.

D. PENYAKIT AKIBAT JAMUR

Fungi ada yang berguna dan ada yang merugikan. Penyakit yang disebabkan jamur pada manusia disebut **mikosis**. Ada empat jenis penyakit mikotik, yaitu:

1. Hipersensitivitas, reaksi alergi terhadap jamur dan spora.
2. Mikotoksikosis, keracunan manusia dan hewan oleh produk makanan yang terkontaminasi oleh jamur yang memproduksi racun dari substrat biji-bijian.
3. Misetismus, menelan toksin (keracunan jamur).
4. Infeksi, invasi jaringan dengan respon host.

Kali ini kita hanya akan membahas dengan jenis terakhir yaitu jamur patogen yang menyebabkan infeksi. Sebagian besar jamur patogen tidak menghasilkan racun tetapi

menyebabkan modifikasi fisiologis selama infeksi parasit (misalnya: peningkatan tingkat metabolisme, modifikasi jalur metabolisme, dan modifikasi struktur dinding sel).

Infeksi jamur atau mycoses diklasifikasikan berdasarkan derajat keterlibatan jaringan dan cara masuk ke dalam host, yaitu:

1. **Superficial**, infeksi kulit, rambut, dan kuku.
2. **Subkutan**, infeksi terbatas pada dermis, jaringan bawah kulit atau struktur yang berdekatan.
3. **Sistemik**, infeksi dalam organ internal.
4. **Oportunistik**, menyebabkan infeksi hanya di immunocompromised.

Mikosis superfisialis yaitu mikosis yang menyerang bagian-bagian dari kulit dan mukosa, terutama corium, kuku, dan rambut.

1. Mikosis Superfisial

Mikosis superfisial (kulit) biasanya terbatas pada lapisan luar kulit, rambut, dan kuku, serta tidak menyerang jaringan hidup. Jamur tersebut disebut **dermatofit**. Dermatofita atau lebih tepat jamur keratinophilic, menghasilkan enzim ekstraseluler (keratinases) yang mampu menghidrolisis keratin.

2. Ekologi

Dermatofit (berarti tanaman kulit) menyebabkan infeksi pada manusia memiliki sumber-sumber yang berbeda dan cara penularannya, yaitu:

- a. **Antropofilik**, biasanya dikaitkan dengan hanya manusia. Penularan dari manusia ke manusia adalah melalui kontak dekat atau melalui benda-benda yang terkontaminasi.
- b. **Zoofilik**, ini biasanya berhubungan dengan hewan. Penularan ke manusia melalui kontak dekat dengan binatang (kucing, anjing, sapi) atau dengan produk yang terkontaminasi.
- c. **Geophilic**, ini biasanya ditemukan di dalam tanah dan ditularkan kepada manusia oleh paparan langsung.

Pengetahuan tentang spesies dermatofita dan sumber infeksi sangat penting bagi pengobatan yang tepat pada klien dan pengendaliannya. Invasi oleh organisme zoofilik atau geophilic dapat menyebabkan penyakit radang pada manusia.

3. Distribusi Geografis

Dermatofit terjadi di seluruh dunia, namun beberapa spesies secara geografis distribusinya terbatas.

4. Agen Penyebab

Ada 3 genera jamur, yaitu *Trichophyton*, *Microsporum*, dan *Epidermophyton*.

Trichophyton sp., menginfeksi kulit, rambut, kuku (Gambar 1.17) dan jarang menyebabkan infeksi subkutan. *Trichophyton* memerlukan waktu 2-3 minggu untuk tumbuh dalam biakan. Konidia besar (macroconidia), halus, dinding tipis, septa (0-10 septa), dan berbentuk pensil, koloni merupakan miselium yang tumbuh dalam berbagai warna.



Gambar 1.17. Onychomycosis akibat infeksi *Trichophyton* pada kuku (Salvo, 2012)

Microsporum sp. (13 spesies). *Microsporum* menginfeksi kulit, rambut, dan pada kuku jarang. Prevalensi infeksi telah menurun secara signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Ketika prevalent (15-20 tahun yang lalu), organisme ini dapat dengan mudah diidentifikasi pada kulit kepala karena rambut yang terinfeksi berpendar warna hijau terang ketika diterangi dengan cahaya UV. Miselia yang longgar dan berwarna putih menghasilkan macroconidia yang berdinding tebal, berbentuk gelendong, multiseluler, dan berduri (**echinulate**). *Microsporum canis* adalah salah satu spesies dermatofit yang paling umum menginfeksi manusia.

Epidermophyton floccosum. Spesies ini menginfeksi kulit dan kuku dan jarang pada rambut. Mereka membentuk warna kuning, biakan putih, dan biasanya mudah diidentifikasi oleh ketebalan, hifa bercabang halus, macroconidia berbentuk klub. Beberapa jenis mikosis superfisial antara lain:

a. *Tinea Capitis*

Tinea capitis adalah infeksi jamur yang menyerang stratum corneum kulit kepala dan rambut kepala, yang disebabkan oleh genus *Microsporum audouinii*, *Microsporum canis*, dan *Trichophyton sulfureum*.

Gejala Rambut yang terkena tampak kusam, mudah patah, tinggal potongan rambut pendek pada daerah yang botak. Pada infeksi berat kulit kepala menjadi edematous dan bernanah (Gambar 1.18).



Gambar 1.18. *Tinea faciei* atau "Tinea capitis pada anak (Salvo, 2012).

b. Tinea Favosa

Tinea favosa merupakan infeksi pada kulit kepala, kulit badan yang tidak berambut dan kuku. Penyebab *Trichophyton schoenleinii*. Gejala penyakit awalnya berupa bintik-bintik putih pada kulit kepala, kemudian membesar membentuk kerak yang berwarna kuning kotor dan sangat lengket pada kulit kepala. Bisa menyebabkan botak yang menetap.

c. Dermatophytosis (Tinea pedis, Athlete foot)

Dermatofitosis, infeksi jamur kronis mengenai kulit disela-sela jari kaki, dimana terjadi pengelupasan dan kulit pecah-pecah. Penyebabnya *Trichophyton* sp. Kadang-kadang oleh *Epidermophyton floccosum* atau *Candida albicans*. Pencegahan dengan menjaga agar kaki selalu kering terutama sela-sela jari, kaus kaki agar selalu bersih dan sering diganti.

d. Tinea Cruris

Tinea Cruris adalah mikosis superfisial yang mengenai paha bagian atas sebelah dalam. Pada kasus yang berat dapat menyebar ke kulit sekitarnya, daerah scrotum, perineum, perut, dan ketiak. Penyebabnya *Epidermophyton floccosum* atau *Trichophyton* sp. Pencegahan dengan menjaga hygiene pribadi, jangan meminjam pakaian, ataupun handuk penderita.

e. Tinea Versicolor (Panu)

Tinea versicolor adalah mikosis pada kulit dada, bahu, punggung, aksila, dan perut bagian atas. Gejalanya berupa macula (bercak) putih kekuningan disertai rasa gatal (Gambar 1.19).

Penyebabnya *Malassezia furfur*. Pencegahan dengan menjaga kebersihan badan dan pakaian serta menghindari penularan.



Gambar 1.19. Tinea Versicolor pada dada (Salvo, 2012)

f. *Otomycosis (myringomycosis)*

Otomikosis merupakan mikosis superfisial yang menginfeksi lubang telinga dan kulit di sekitarnya, menimbulkan rasa gatal dan sakit. Penyebabnya *Epidermophyton floccosum* dan *Trichopiton* sp.

5. Subkutan Mycoses

Ini adalah infeksi terbatas pada dermis, jaringan bawah kulit atau struktur yang berdekatan. Infeksi mungkin timbul setelah melukai kulit. Mycoses ini sangat langka dan terbatas terutama untuk daerah tropis. Mereka cenderung lambat dan kronis. Sebagai contoh adalah **sporotrichosis** disebabkan oleh *Sporothrix schenckii*, merupakan jamur dimorfik, yang dapat berubah ke bentuk ragi pada 37°C pada media kaya atau pada infeksi. Penyakit ini paling umum di Amerika, Afrika Selatan, dan Australia. Infeksi biasanya mirip gigitan serangga, tusukan duri, atau duri ikan. Kelompok pekerja tertentu tampaknya memiliki peningkatan risiko dari infeksi ini, seperti pekerja toko bunga, buruh tani, dan lainlain yang menangani jerami dan lumut. Gejala yang paling umum adalah lesi ulseratif yang dapat berkembang menjadi limfangitis.

6. Mikosis Systemik

Mikosis sistemik adalah infeksi invasif organ internal. Organisme masuk melalui paruparu, saluran pencernaan, atau melalui infus.

a. *Nocardiosis*

Nocardiosis terutama muncul sebagai penyakit paru atau abses otak di AS. Di Amerika Latin, lebih sering dianggap sebagai penyebab infeksi subkutan, dengan atau tanpa abses drainsae. Ia bahkan bisa hadir sebagai lesi di dinding dada yang mengalir ke permukaan tubuh yang mirip actinomycosis. Abses otak adalah lesi sekunder yang sering.

Spesies *Nocardia* penyebab penyakit yang paling umum pada manusia *N. brasiliensis* dan *N. asteroides*. Spesies tersebut merupakan organisme tanah yang juga dapat ditemukan endogen dalam dahak dari orang sehat. *N. asteroides* biasanya agen etiologi Nocardiosis paru, sedangkan *N. brasiliensis* sering merupakan penyebab lesi sub-kutan. Bahan yang biasa dikirim ke laboratorium, tergantung pada presentasi penyakit, adalah dahak, nanah, atau biopsi material. Organisme ini jarang membentuk butiran. *Nocardia* adalah aerobik, batang Gram positif. Obat pilihan adalah kotrimoksazol (Trimethoprim ditambah sulfametoksazol).

b. *Candidiasis*

Ada banyak spesies dari genus *Candida* yang menyebabkan penyakit ini. Infeksi yang disebabkan oleh semua spesies *Candida* disebut **kandidiasis**. *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. Infeksi *Candida* biasanya terjadi ketika klien memiliki beberapa perubahan dalam imunitas seluler, flora normal atau fisiologi normal. Klien dengan penurunan imunitas seluler mengalami penurunan resistensi terhadap infeksi jamur. Beberapa pencetus yang lain yang menyebabkan golongan *Candida* ini patogen yaitu penggunaan antibiotika yang terlalu lama, penggunaan steroid, prosedur invasif, seperti operasi jantung dan kateter, penggunaan kontraseptif/anti hamil, penggunaan immunosupresor, pakaian dalam yang terlalu ketat dan bahannya banyak mengandung nilon. Meskipun paling sering menginfeksi kulit dan mukosa, *Candida* dapat menyebabkan pneumonia, septicemia, atau endokarditis pada klien penurunan imunitas. Pembentukan infeksi dengan spesies *Candida* sesuai kondisi host. Semakin lemah host, penyakit lebih invasif. Bahan klinis yang akan dikirim ke laboratorium tergantung pada presentasi penyakit, misalnya: kultur darah, cairan vagina, urin, feses, klipng kuku atau bahan dari lesi kulit atau mucocutaneous.

c. *Actinomycosis*

Actinomycosis adalah penyakit supuratif dan granulomatosa kronis daerah cervicowajah, dada atau perut. Penyebab paling umum dari actinomycosis adalah organisme *Actinomyces israelii* dan *Actinomyces bovis* yang dapat menginfeksi manusia dan hewan. Pada manusia *A. israelii* adalah organisme endogen yang dapat diisolasi dari mulut orang sehat. Seringkali klien yang terinfeksi memiliki abses gigi atau pencabutan gigi dan organisme endogen menetap di jaringan trauma dan menyebabkan infeksi supuratif. Abses ini tidak terbatas pada rahang dan dapat ditemukan di daerah dada dan perut. Actinomycosis sering menimbulkan banyak absces yang saling berhubungan melalui sinussinus dan terjadinya fistula eksternal yang mengeluarkan cairan sanguipurulen (nanah bercampur darah) berisi granula-granula, sehingga nanah akan

menjadi bahan klinis yang dapat dikirim ke laboratorium. Ketika botol nanah diputar, terdapat butiran belerang kuning yang merupakan ciri organisme ini, hal ini dapat dilihat dengan mata telanjang. Organisme ini dapat terjadi di seluruh dunia, dapat dilihat secara histologis sebagai "butiran belerang" yang dikelilingi oleh sel-sel polimorfonuklear (PMN) yang membentuk reaksi jaringan purulen. Lesi ini harus drainase dengan pembedahan sebelum terapi antibiotik. Obat pilihan adalah dosis besar penisilin.

d. Cryptococcosis

Manifestasi yang paling umum kriptokokosis adalah meningitis. Meskipun dalam beberapa tahun terakhir dapat menyebabkan penyakit paru, sehingga tetapi dalam beberapa tahun terakhir banyak kasus penyakit paru telah diakui. *C. neoformans* adalah jamur yang sangat khas. Sel-selnya bulat, diameter 3-7 mikron, menghasilkan tunas yang khas dan dikelilingi oleh kapsul. Ada bukti bahwa kapsul dapat menekan fungsi sel T dan dapat dianggap sebagai faktor virulensi. *C. neoformans* juga menghasilkan enzim yang disebut **phenoloxidase** yang tampaknya menjadi faktor virulensi lain. Ekologi yang baik *C. neoformans* adalah kotoran merpati ayam. Pintu masuk adalah sistem pernapasan. Infeksi mungkin subakut atau kronis. Meningoencephalitis salah satu penyakit yang disebabkan oleh *C. neoformans* yang sangat fatal. Gejala-gejala klien mungkin dimulai dengan masalah penglihatan dan sakit kepala, yang kemudian berkembang menjadi delirium, kaku kuduk menyebabkan koma dan kematian.

Latihan

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Sebutkan 4 macam jamur penting dalam kesehatan manusia ketahu!
- 2) Apa yang Anda ketahui tentang khamir!
- 3) Sebutkan 4 macam penyakit yang diakibatkan jamur!
- 4) Sebutkan 3 contoh mikosis supersisial!
- 5) Sebutkan jamur yang menyebabkan infeksi sistemik pada tubuh manusia!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Lihat bahasan materi tentang sifat jamur.
- 2) Coba Anda lihat kembali materi tentang morfologi jamur.
- 3) Silakan pelajari kembali bahasan tentang penyakit akibat jamur.
- 4) Buka topik tentang penyakit akibat jamur.
- 5) Lihat bahasan sistemik.

Ringkasan

Jamur merupakan organisme eukariotik yang tidak mengandung klorolas, tetapi memiliki dinding sel, struktur filamentus, dan menghasilkan spora. Jamur patogen dapat eksis sebagai ragi atau sebagai hifa. Sebuah massa hifa disebut miselia. Ragi adalah organisme uniseluler dan miselia adalah struktur filamen multiseluler, dibentuk oleh sel tubular dengan dinding sel. Ragi berkembang biak dengan tunas. Bentuk miselium bercabang dan pola percabangan dapat membantu identifikasi morfologi. Jamur mampu menahan banyak pertahanan host. Infeksi karena jamur disebut mikosis. Mikosis terjadi tergantung pada ukuran inokulum dan kekebalan host. Infeksi jamur meliputi mikosis superfisial (dangkal) biasanya menyerang kulit, kuku, dan rambut, mikosis sistemik menyerang bagian tubuh secara umum.

Tes 4

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Berikut ini yang bukan merupakan karakteristik jamur adalah
 - A. bersel satu
 - B. sel bentuk bulat
 - C. sel bentuk panjang (hifa)
 - D. mempunyai kloroplas

- 2) Parasit jamur yang dapat ditularkan melalui kontak manusia dengan manusia atau benda yang terkontaminasi disebut
 - A. zoofilik
 - B. anthrofilik
 - C. geofilik
 - D. humanofilik

- 3) Parasit jamur berikut yang menginfeksi kulit, rambut, dan kuku adalah
 - A. mycosporum
 - B. epidermophyton
 - C. tricophyton
 - D. mikosis

- 4) Berikut ini yang termasuk mikosis sistemik adalah
 - A. candidiasis
 - B. tinea pedis
 - C. otomycosis

- D. tinea capitis
- 5) Parasit jamur berikut menyebabkan lesi, abses luas, dan fistula eksternal
- A. *Candida albicans*
 - B. *Nocardia brasiliensis*
 - C. *Cryptococcus neoformans*
 - D. *Actinomyces bovis*
- 6) Sel-sel jamur yang bercabang dan memanjang dikenal dengan
- A. hifa
 - B. ragi
 - C. kapang
 - D. dimorfik
- 7) Penyakit jamur yang terjadi akibat keracunan jamur disebut
- A. hipersensitivitas
 - B. mikosis
 - C. mesetismus
 - D. sporosis
- 8) Meningoencephalitis adalah salah satu penyakit yang sangat fatal disebabkan oleh
- A. *C. neoformans*
 - B. Candidiasis
 - C. Actinomycosis
 - D. Tinea versicolor
- 9) Pada pemeriksaan klien infeksi jamur kronis, Anda menemukan terjadi pengelupasan dan kulit pecah-pecah disela-sela jari kaki. Keadaan ini disebut
- A. tinea favosa
 - B. onychomycosis
 - C. dermatophytosis
 - D. otomycosis
- 10) Berikut ini pencetus yang menyebabkan golongan kandida menjadi patogen, kecuali
- A. penggunaan antibiotika yang terlalu lama
 - B. personal hygiene yang kurang
 - C. prosedur invasif
 - D. pakaian dalam yang terlampau ketat atau baha dari nilon

Kunci Jawaban Tes

Tes 1

- 1) (B) Aerofil, karena bakteri dengan kadar natrium tinggi adalah bakteri tertentu yang dapat hidup di laut .
- 2) (D) Mikroskop Elektron. Mikroskop elektron digunakan untuk mengamati obyek yang berukuran lebih kecil dari 0,2 μm , misalnya virus dan struktur sel.
- 3) (A) Susu. Pasteur menggunakan susu untuk mendemonstrasikan bahwa metode pemanasan dapat memblok mikroorganisme terhadap lingkungan yang mengandung nutrisi dan memusnahkannya yang dikenal dengan proses *pasteurisasi*.

- 4) (C) Mitokondria. Suatu sel prokariotik terdiri dari DNA, sitoplasma, dan suatu struktur permukaan termasuk membran plasma dan komponen dinding sel, kapsul, dan lapisan lendir (slime layer).
- 5) (B) Menghasilkan endospora. Endospora merupakan struktur perkembangbiakan yang dibentuk oleh bakteri (maupun jamur) ketika kondisi lingkungan tidak menguntungkan untuk pertumbuhan, struktur ini juga tahan terhadap panas.
- 6) (C) Tidak memiliki membran inti. Sel prokariotik secara struktural lebih sederhana dan hanya ditemukan pada organisme bersel satu dan berkoloni, yaitu bakteri dan archaea.
- 7) (A) Amfitrikh. Bakteri yang memiliki lebih dari salah satu flagela dan flagel tersebut terletak pada kedua ujung tubuhnya.
- 8) (D) Psikrofil. Mikroorganisme yang suka hidup pada suhu yang dingin, dapat tumbuh paling baik pada suhu optimum di bawah 20°C.
- 9) (C) *Streptococcus lactis*. Bakteri *Streptococcus lactis* dan *Streptococcus cremoris* bermanfaat dalam pembuatan keju dan mentega.
- 10) (A) Membedakan bakteri. Pewarnaan mikroorganisme bertujuan untuk membedakan bakteri (bakteri Gram negatif dan positif), mengamati morfologi secara kasar, dan mengidentifikasi bagian struktur sel mikroorganisme.

Tes 2

- 1) (C) Membran plasma. Struktur dasar/internal dan materi genetik (dimiliki oleh hampir semua jenis bakteri), meliputi: dinding sel, membran plasma, sitoplasma, ribosom, DNA, dan granula penyimpanan.
- 2) (D) Politrika. Ada 5 macam tipe bakteri berdasarkan jumlah dan letak flagelnya, yaitu atrikus (bakteri yang tidak memiliki flagela), monotrikus (1 flagela), lofotrikus (1 satu lebih flagela pada satu ujung sel), amfrikus (sekelompok flagela pada masing-masing ujung sel), dan peritrikus (flagela menyebar di seluruh permukaan sel).
- 3) (B) Pembelahan biner. Rekombinasi genetik adalah pemindahan secara langsung bahan genetik (DNA) di antara dua sel bakteri melalui proses berikut: transformasi, transduksi, konjugasi. Jadi mekanisme tidak diperlukan bakteri pada pembelahan genetik adalah pembelahan biner.
- 4) (D) *Neisseria meningitidis*. Bakteri Gram negatif adalah bakteri yang dinding selnya menyerap warna merah dan memiliki peptidoglikan yang tipis.
- 5) (A) *Vibrio*. Salah satu jenis bakteri yang tergolong dalam kelompok *marine bacteria*. Bakteri ini bersifat motil karena pergerakannya dikendalikan oleh flagela polar, tergolong bakteri Gram negatif dan berbentuk batang yang melengkung (seperti tanda koma).
- 6) (C) *Leuconostoc mesenteroides*. *Leuconostoc mesenteroides*, bakteri merugikan yang menyebabkan pelendiran makanan.
- 7) (A) Aerobik, anaerobik. Pengklasifikasian bakteri didasarkan pada cara memproduksi energi (anaerobik dan aerobik).
- 8) (B) *Mycobacterium leprae*. Bakteri yang termasuk bakteri tahan asam (BTA), antara lain *Mycobacterium leprae*, *Mycobacterium avium*, *Nocardia meningitis*, dan *Nocardia gonorrhoeae*.
- 9) (A) Pembelahan biner. Bakteri berkembangbiak secara aseksual dengan membelah diri (pembelahan biner) pada lingkungan yang tepat atau sesuai.

- 10) (B) Botulinum. *Clostridium botulinum*, menghasilkan racun botulinin, seringkali terdapat pada makanan kalengan

Tes 3

- 1) (C) Mantel protein dan inti asam nukleat. Virus merupakan kesatuan yang mengandung asam nukleat DNA atau RNA, mengandung protein selubung (*coat rotein*). Kadang virus tertutup oleh selubung dari lemak, protein, dan karbohidrat yang mengelilingi asam nukleat virus.
- 2) (D) Siklus litik. Siklus infeksi virus, replikasi, dan destruksi sel.
- 3) (A) Fosfolipid dua lapis. Virus ini sangat bervariasi dalam ukuran dan kompleksitas. Ada tiga komponen dasar, yaitu: asam nukleat (DNA atau RNA), mantel protein (kapsid), membran lipid. Jadi yang tidak termasuk dalam komponen pada virus adalah fosfolipid dua lapis.
- 4) (B) Bakteriofag. Virus yang menginfeksi bakteri.
- 5) (D) Mendegradasi DNA sel inang. Virulent dan virus nonvirulen dapat melakukan hal berikut: menghambat sintesis RNA sel inang, menghambat sintesis protein sel inang, dan menstimulasi sintesis makromolekul sel inang.
- 6) (C) Perlekatan virus pada reseptor di membrane sel. Replikasi penetrasi virus terjadi saat perlekatan virus pada reseptor di membrane sel.
- 7) (A) Matriks sitoplasma. Virus RNA direplikasi di dalam sel inang pada matriks sitoplasma.
- 8) (B) Human papiloma virus. Virus HIV adalah virus kompleks yang rnepunvai 2 molekul RNA di dalam intinya. Kanker leher rahim juga diduga disebabkan sebagian oleh papilomavirus (yang menyebabkan papiloma, atau kutil).
- 9) (B) Rantai tunggal RNA. Viroid terdiri atas rantai tunggal RNA, beberapa ratus nukleotida.
- 10) (A) Hepatitis virus. Mikroba yang merupakan rantai tunggal virus RNA dan tanpa selubung.

Tes 4

- 1) (D) Mempunyai kloroplas. Karakteristik jamur: 1. tumbuh-tumbuhan berbentuk sel atau benang bercabang, 2. dinding dari selulosa atau kitin atau keduanya, 3. mempunyai protoplasma yang mengandung satu atau lebih inti, 4. mempunyai protoplasma yang mengandung satu atau lebih inti, 5. berkembang biak secara aseksual, seksual, atau keduanya.
- 2) (B) Anthrofik. Parasit jamur dapat ditularkan melalui kontak manusia dengan manusia atau benda yang terkontaminasi.
- 3) (C) Tricophyton. Menginfeksi kulit, rambut dan kuku dan jarang menyebabkan infeksi subkutan. Trichophyton memerlukan waktu 2-3 minggu untuk tumbuh dalam biakan.
- 4) (A) Candidiasis. Mikosis sistemik adalah infeksi invasif organ internal, organisme masuk melalui paru-paru, saluran pencernaan atau melalui infus. Yang termasuk mikosis sistemik adalah: 1. Nocardiosis, 2. Candidiasis, 3. Actinomycosis, 4. Cryptococcosis.
- 5) (D) *Actinomyces bovis*, yang menginfeksi manusia dan hewan, sering menimbulkan banyak absces yang saling berhubungan melalui sinus-sinus dan terjadinya fistula eksternal yang mengeluarkan cairan sanguipurulen (nanah bercampur darah) berisi granula-granula, sehingga nanah akan menjadi bahan klinisyang dikirim ke laboratorium.
- 6) (B) Ragi. Khamir atau ragi, yaitu sel-sel yang berbentuk bulat, lonjong atau memanjang yang berkembang biak membentuk tunas dan membentuk koloni yang basah atau berlendir.

- 7) (C) Mesetismus > menelan toksin (keracunan jamur).
- 8) (A) *C. neoformans*. Meningoencephalitis salah satu penyakit yang disebabkan oleh *C. neoformans* yang sangat fatal. Gejala-gejala klien mungkin dimulai dengan masalah

Bakteriofag : virus yang menginfeksi bakteri, sering dengan perusakan atau lisis sel inang.

Bakterisida : suatu agen yang membunuh bakteri.

Eksotoksin : protein patogen yang disekresikan oleh bakteri.

Infeksi : masuk dan berkembang biaknya suatu organisme (agen infeksius) dalam tubuh penjamu.

penglihatan dan sakit kepala, yang kemudian berkembang menjadi delirium, kaku kuduk

Kapsomere : sebuah protein subunit individu kapsid virus.

Media Agar : kompleks polisakarida yang berasal dari ganggang laut tertentu yang merupakan pembentuk gel untuk media mikrobiologi padat atau setengah padat.

Makroelemen : elemen-elemen nutrisi yang diperlukan dalam jumlah banyak (gram).

Media kultur : bahan nutrisi yang digunakan untuk pertumbuhan mikroorganisme di laboratorium.

Mesofil : mikroorganisme yang dapat hidup secara maksimal pada suhu yang sedang.

Mikroelemen : elemen-elemen nutrisi yang diperlukan dalam jumlah sedikit (dalam mg hingga ppm). takaran

Oponisasi : pelapisan antigen dengan opsonin untuk meningkatkan fagositosis.

Psikrofil : mikroorganisme yang suka hidup pada suhu yang dingin.

Sporulasi : proses pembentukan endospora dalam sel vegetatif.

Termofil : mikroorganisme yang tumbuh optimal atau suka pada suhu yang tinggi.

Virus : parasit berukuran mikroskopik yang menginfeksi sel organisme biologis.

menyebabkan koma dan kematian.

- 9) (C) Dermatophytosis. Dermatofitosis, infeksi jamur kronis mengenai kulit di sela jari kaki, terjadi pengelupasan dan kulit pecah. Penyebabnya *Trichophyton* sp., *Epidermophyton floccosum* atau *Candida albicans*.

- 10) (B) Personal higiene yang kurang. Pencetus yang menyebabkan golongan kandida menjadi patogen adalah penggunaan antibiotika yang terlalu lama, prosedur invasif, dan pakaian dalam yang terlampau ketat atau bahan dari nilon.

Glosarium

Kapsid (*coat protein*) : susunan protein yang mengelilingi asam nukleat virus.

Daftar Pustaka

Abilo Tadesse, Meseret Alem. 2006. Medical Bacteriology. Lecture Notes, University of Gondar, In collaboration with the Ethiopia Public Health Training Initiative(EPHI), The Carter Center, the Ethiopia Ministry of Health, and the Ethiopia Ministry of Education.

Dawit Assafa, *et al.* 2004. Medical Parasitology. Lecture Notes, Jimma University, Debu University, University of Gondar, In collaboration with the Ethiopia Public Health Training Initiative(EPHI), The Carter Center, the Ethiopia Ministry of Health, and the Ethiopia Ministry of Education.

Entjang Indan. 2001. Mikrobiologi dan Parasitologi Untuk Akademi Keperawatan. Citra Aditya Bakti, Bandung.

Gillespie Stephen & Bamford Kathleen. 2009. Medical Microbiology and Infection At a Glance. Alih Bahasa: Stella Tania, edisi Ketiga, Penerbit Erlangga Jakarta.

Hasdianah. 2012. Mikrobiologi, untuk mahasiswa Kebidanan, Keperawatan, dan Kesehatan Masyarakat. Nuha Medika, Yogyakarta.

Hurlbert. 1999. MICROBIOLOGY 101/102 INTERNET TEXT: CHAPTER I: A BRIEF HISTORY OF MICROBIOLOGY. hurlbert@wsu.edu & hurlbert@pullman.com.

Jaypee. 2005. Text book of Microbiology for Nursing Student. Jaypee Brother Publishers.

Kathleen Park and Arthur. 1999. Foundation in Microbiology. 3e, The McGraw-Hill Company.

Kimball John. 1999. *Biology*. Fifth edition, alih bahasa: Sutarmi Siti dan Sugiri Nawang sari, penerbit Erlangga Jakarta.

Michael J. Cuomo, Lawrence B. Noel, Daryl B. White, *Diagnosing Medical Parasites: A Public Health Officers Guide to Assisting Laboratory and Medical Officers*

Perry and Potter. 2009. *Fundamental of Nursing*. Elsevier Singapore.

Pratiwi S.T. 2008. *Mikrobiologi Farmasi*. Gelora Aksara Pratama, Yogyakarta.

BAB II PARASITOLOGI

Dr. Padoli, SKp., M.Kes.

Mengingat bahwa mikroorganisme dan parasit yang terdapat di alam amat besar peranannya, khususnya dalam bidang keperawatan dan kesehatan, maka sudah selayaknya setiap mahasiswa yang belajar ilmu keperawatan memahami dasar-dasar parasitologi, pengendalian, serta pemanfaatannya bagi peningkatan kesejahteraan umat manusia, terutama dalam bidang keperawatan dan kesehatan. Sebagian besar protozoa hidup bebas di alam, di air, atau tempat yang basah, tetapi beberapa jenis hidup sebagai parasit pada manusia dan binatang.

Bahasan pada Bab 2 meliputi: hubungan antara parasit dan host, pengaruh parasit pada host, cara penularan, serta klasifikasi parasit. Di samping itu, juga dibahas mengenai patogenesis infeksi protozoa, pola penularan penyakit akibat protozoa, pemeriksaan protozoa, serta tindakan pencegahan dan pengendalian pada infeksi protozoa.

Setelah mempelajari Bab ini diharapkan mahasiswa dapat menjelaskan tentang ruang lingkup parasitologi, dan secara khusus mahasiswa dapat:

1. menjelaskan hubungan antara parasit dan host;
2. menjelaskan pengaruh parasit pada host;
3. menyebutkan cara penularan parasit;
4. menjelaskan konsep dasar parasitologi;
5. menjelaskan klasifikasi parasitologi dalam kedokteran;
6. menjelaskan patogenesis infeksi protozoa;
7. menjelaskan pola penularan penyakit yang disebabkan protozoa;
8. mengidentifikasi pemeriksaan laboratorium pada protozoa patogen; dan 9. menjelaskan tindakan pencegahan dan pengendalian pada infeksi protozoa.

Kegunaan mempelajari Bab ini adalah membantu Anda untuk dapat menjelaskan tentang hubungan antara parasit dan host atau penjamu, klasifikasi parasit, patogenesis infeksi protozoa, pola penularan penyakit akibat protozoa yang mendasari pelaksanaan asuhan keperawatan terhadap penyakit infeksi, dan upaya-upaya pencegahan efek parasit serta penularannya.

Agar memudahkan Anda mempelajari Bab ini, maka materi Bab ini terbagi menjadi 2 Topik, yaitu:

1. Konsep Parasitologi, yang membahas tentang hubungan antara parasit dan host atau penjamu, cara penularan parasit, dan klasifikasi parasit; dan
2. Protozoologi, yang membahas tentang patogenesis infeksi protozoa, pola penularan penyakit akibat protozoa pemeriksaan protozoa, serta tindakan pencegahan dan pengendalian pada infeksi protozoa.

Selanjutnya agar Anda berhasil dalam mempelajari materi yang tersaji dalam Bab 2 ini, perhatikan beberapa saran berikut:

1. pelajari setiap materi Topik secara bertahap;
2. usahakan mengerjakan setiap latihan dengan tertib dan sungguh-sungguh;
3. kerjakan tes yang disediakan; dan
4. diskusikan bagian-bagian yang sulit Anda pahami dengan teman sejawat atau tutor atau melalui pencarian di internet.

Topik 1

Konsep Parasitologi

Tentunya Anda telah mengetahui bahwa di sekitar kita banyak terdapat organisme yang sangat erat dengan kehidupan dan mempengaruhi kesehatan kita. Silakan Anda sebutkan kira-kira jenis mikroorganisme yang menguntungkan dan yang merugikan bagi manusia. Berikut ini akan dibahas macam parasit dan pengaruhnya pada manusia.

A. HUBUNGAN PARASIT DAN HOST

Parasit adalah organisme yang hidupnya menumpang (mengambil makanan dan kebutuhan lainnya) dari makhluk hidup lain. Organisme yang ditumpang atau mendukung parasit disebut **host** atau **inang** atau tuan rumah. **Parasitisme** adalah hubungan timbal balik antara satu organisme dengan organisme lain untuk kelangsungan hidupnya, dimana salah satu organisme dirugikan oleh organisme lainnya. Parasitologi medis adalah ilmu yang mempelajari tentang semua organisme parasit pada manusia. Parasit yang termasuk dalam parasitologi medis ialah protozoa, cacing, dan beberapa arthropoda. Menurut tempat hidupnya di tubuh manusia, parasit dibedakan menjadi endoparasit dan ektoparasit.

1. **Endoparasit** adalah parasit yang hidup di dalam tubuh manusia, misalnya: di dalam darah, otot dan usus, contohnya *Plasmodium* sp.
2. **Ektoparasit** adalah parasit yang hidup menempel pada bagian luar kulit dan kadangkala masuk ke dalam jaringan di bawah kulit, misalnya *Sarcoptes scabiei*.

Sedangkan menurut tingkat ketergantungannya, parasit dibedakan menjadi obligat parasit dan fakultatif parasit.

1. **Obligat parasit** adalah parasit yang tidak bisa hidup bila tidak menumpang pada host, misalnya *Plasmodium* spp.
2. **Fakultatif parasit** adalah parasit yang dalam keadaan tertentu dapat hidup sendiri di alam, tidak menumpang pada host, misalnya *Strongyloides stercoralis*.
3. **Parasit tidak permanen** adalah parasit yang hidupnya berpindah-pindah dalam satu tuan rumah ke tuan rumah yang lain. Contoh: nyamuk, kutu busuk.

Menurut derajat parasitisme, parasit dibagi menjadi:

1. **Komensalisme** adalah hubungan dimana suatu organisme mendapat keuntungan dari jasad lain akan tetapi organisme tersebut tidak dirugikan.
2. **Mutualisme** adalah hubungan dua jenis organisme yang keduanya mendapat keuntungan.
3. **Simbiosis** adalah hubungan permanen antara dua organisme dan tidak dapat hidup terpisah.
4. **Pemangsa** (predator) adalah parasit yang membunuh terlebih dahulu mangsanya dan kemudian memakannya.

Nah, untuk lebih memperkuat penjelasan di atas, cobalah Anda sebutkan beberapa contoh masing-masing derajat parasitisme yang terdapat pada tubuh kita, silakan ditulis pada kolom di bawah ini!

Contoh simbiosis komensalisme:
Contoh simbiosis parasitisme:
.....
.....
.....

Sebagian besar parasit yang hidup pada tubuh host tidak menyebabkan penyakit (parasit non-patogen), namun dalam parasitologi medis kita akan fokus pada parasit (patogen) yang menyebabkan penyakit pada manusia. Host (inang) adalah tempat hidup parasit. Ada beberapa macam host, antara lain:

1. **Host definitif** yaitu host tempat parasit hidup tumbuh menjadi dewasa dan berkembang biak secara seksual.
2. **Host perantara** adalah tempat parasit tumbuh menjadi bentuk infeksi yang siap ditukarkan kepada host (manusia).
3. **Host reservoir** adalah hewan yang mengandung parasit yang menjadi sumber infeksi bagi manusia.
4. **Host paratenik** adalah hewan yang mengandung stadium infeksi parasit, dan stadium infeksi ini dapat ditularkan menjadi dewasa pada host definitif.

Hubungan parasit dengan host dan menimbulkan gejala penyakit disebut **infeksi**. Penyakit yang disebabkan oleh parasit disebut **parasitosis**. Vektor adalah spesies (umumnya serangga) yang dapat menularkan parasit pada manusia dan hewan.

Setelah dijelaskan tentang berbagai jenis hubungan antara host dan parasit, berikut ini akan diperlihatkan efek yang dibawa parasit ke host dan reaksi yang berkembang pada tubuh host karena invasi parasit.

1. Pengaruh Parasit pada Host

Kerusakan yang dihasilkan parasit patogenik dalam jaringan host dapat dijelaskan dalam dua cara berikut, yaitu:

a. *Efek langsung parasit terhadap host* cedera mekanik, dapat ditimbulkan oleh tekanan parasit akibat pertumbuhan yang lebih besar, misalnya: kista hidatidosa menyebabkan penyumbatan saluran.

efek merusak dari zat beracun pada *Plasmodium falciparum*, menghasilkan zat beracun yang dapat menyebabkan kerasnya dan gejala lainnya. pengambilan nutrisi, cairan, dan metabolit oleh parasit dapat menghasilkan penyakit melalui persaingan dengan host untuk mendapatkan nutrisi.

b. *Efek tidak langsung parasit pada host*

Reaksi imunologis, kerusakan jaringan dapat disebabkan oleh respons imunologi host, misalnya: sindrom nefritis setelah infeksi *Plasmodium*.

Proliferasi berlebihan dari jaringan tertentu karena invasi oleh beberapa parasit dapat juga menyebabkan kerusakan jaringan pada manusia, misalnya fibrosis hati setelah pengendapan ovum dari *Schistosoma*.

Setelah dijelaskan tentang berbagai efek yang dibawa parasit pada tubuh host karena invasi parasit, berikut ini dijelaskan tentang parasit dalam kesehatan pada bahasan konsep dasar parasitologi berikut ini.

2. Penularan Parasit

Penularan parasit tergantung pada sumber atau reservoir infeksi, dan cara penularannya. a. *Sumber infeksi*

- 1) Manusia
- 2) Manusia merupakan sumber atau perantara terbesar infeksi parasitik (contohnya taeniasis, amoebiasis, dan lain-lain). Suatu kondisi dimana infeksi ditularkan dari satu orang ke orang lain disebut antroponosis.
- 3) Hewan
- 4) Dalam banyak penyakit parasit, hewan berperan sebagai sumber infeksi. Suatu keadaan dimana infeksi ditularkan dari hewan ke manusia disebut zoonosis (misalnya, hidatidiasis).

b. *Cara Penularan*

Penularan parasit dari satu host ke host yang lain, disebabkan oleh bentuk parasit tertentu dikenal sebagai **stadium infeksi**. Stadium infeksi pada berbagai parasit ditularkan dari satu host ke host yang lain dalam beberapa cara berikut:

- 1) Rute oral. Konsumsi makanan, air, sayuran atau tempat yang terkontaminasi oleh stadium infeksi parasit. Cara penularan ini pada beberapa parasit dikenal sebagai rute fecal oral (misalnya kista *Giardia intestinalis* dan *Entamoeba histolytica*, telur *Ascaris lumbricoides*, dan *Trichuris trichura*.
 - a) Mengonsumsi daging mentah atau setengah matang. Infeksi dapat ditularkan secara oral bila konsumsi daging mentah atau setengah matang yang mengandung parasit infeksi (misalnya: daging babi mengandung selulosa *cysticercus*, tahap larva *Taenia solium*).
 - b) Mengonsumsi ikan dan kepiting yang kurang matang atau mentah. Infeksi juga dapat ditularkan dengan konsumsi ikan dan kepiting mentah atau setengah matang yang mengandung stadium infeksi parasit (misalnya: kepiting mengandung stadium parasit infeksi, kepiting atau udang air tawar mengandung metaserkaria *Paragonimus westermani*, ikan mengandung metaserkaria *Clonorchis sinensis*, dan lain lain).
 - c) Mengonsumsi air mentah atau belum matang. Infeksi dapat ditularkan lewat makanan mentah atau air belum masak yang menyembunyikan bentuk parasit infeksi (misalnya: air kacang dada, dll mengandung metaserkaria pada *Fasciolopsis buski* dan *Fasciola hepatica*).

- 2) Penetrasi kulit dan membran mukosa Infeksi ditransmisikan dengan:
 - a) Penetrasi kulit oleh larva filaria (filariformy larva) pada cacing tambang, *Strongyloides stercoralis* yang kontak dengan tanah tercemar feces.
 - b) Tusukan kulit oleh serkaria pada *Schistosoma japonicum*, *S. Mansoni*, dan *S. haematobium* yang kontak dengan air yang terinfeksi. Bagian kulit yang dipenetrasi adalah bagian kulit yang tipis, misalnya: di daerah jari jemari, kulit perianal, dan kulit perineum.

- 3) Inokulasi vektor arthropoda
 Infeksi juga dapat ditularkan dengan inokulasi ke dalam darah melalui nyamuk, seperti pada penyakit malaria dan filariasis.

- 4) Kontak seksual
 Trichomoniasis dapat ditularkan melalui kontak seksual. Entamoebiasis dapat ditularkan melalui kontak seksual anal oral, seperti pada kalangan homoseksual.

3. Parasitologi Medis

Dalam konsep parasitologi medis, setiap parasit penting dibahas tentang morfologi, distribusi geografis, cara infeksi, siklus hidup, hubungan host/ parasit, patologi dan manifestasi klinis infeksi, diagnosis laboratorium, pengobatan dan pencegahan/tindakan pengendalian parasit. Berikut ini disajikan beberapa kriteria tersebut.

a. Morfologi

Morfologi meliputi ukuran, bentuk, warna dan posisi organel yang berbeda dalam parasit pada berbagai tahap perkembangannya. Hal ini penting dalam diagnosis laboratorium yang membantu untuk mengidentifikasi berbagai tahap pengembangan dan membedakan antara patogen dan organisme komensal. Contoh: *Entamoeba histolytica* dan *Entamoeba coli*.

b. Distribusi geografis

Beberapa dari parasit banyak ditemukan di daerah tropis. Distribusi parasit tergantung pada:

- 1) Spesifisitas host, misalnya: *Ancylostoma duodenale* membutuhkan manusia sebagai host, sementara *Ancylostoma caninum* membutuhkan anjing sebagai host.
- 2) Kebiasaan makan, misalnya konsumsi daging mentah atau kurang matang atau sayuran predisposisi Taeniasis.
- 3) Kemudahan parasit melarikan diri dari host, parasit yang dilepaskan dari tubuh bersama dengan feses dan urin lebih cepat terdistribusi dibandingkan parasit memerlukan vektor atau kontak cairan tubuh langsung untuk transmisi.
- 4) Kondisi lingkungan yang mendukung kelangsungan hidup di luar tubuh host, yaitu suhu, keberadaan air, kelembaban, dan sebagainya.
- 5) Adanya host yang sesuai, parasit yang tidak memerlukan host perantara (vektor) untuk penularan lebih luas didistribusikan daripada parasit yang membutuhkan vektor.

c. Siklus hidup parasit

Siklus hidup adalah rute yang dilalui oleh parasit dari saat masuk ke host di dalam host sampai ke luar dari host dan masuk kembali. Suatu parasit dapat melibatkan satu host atau lebih, melibatkan satu atau lebih sebagai perantara (*intermediate host*). Siklus hidup parasit terdiri dari dua fase utama, fase di dalam tubuh dan fase di luar tubuh manusia. Siklus hidup parasit di dalam tubuh memberikan informasi tentang gejala dan kelainan akibat infeksi parasit, serta metode diagnosis dan pemilihan obat yang tepat. Siklus parasit di luar tubuh, memberikan informasi penting yang berkaitan dengan epidemiologi, pencegahan, dan pengendalian.

d. Hubungan host-parasit

Infeksi parasit adalah masuknya dan perkembangan suatu parasit dalam tubuh. Setelah parasit penyebab infeksi masuk ke dalam tubuh host, parasit bereaksi dengan cara yang berbeda dan bisa mengakibatkan, antara lain:

- 1) status carrier-hubungan host-parasit yang sempurna di mana kerusakan jaringan oleh parasit diseimbangkan dengan perbaikan jaringan host. Pada titik ini parasit dan host hidup harmonis, yaitu mereka pada kesetimbangan, host sebagai pembawa parasit.

- 2) Keadaan penyakit-penyakit terjadi akibat resistensi host yang rendah atau patogenisitas parasit yang tinggi.
- 3) Penghancuran parasit-terjadi ketika resistensi host yang tinggi.

e. Pemeriksaan laboratorium

Pemeriksaan laboratorium parasitologi dilaksanakan untuk penegakan diagnosis. Spesimen yang dipilih untuk diagnosis laboratorium antara lain dapat berupa darah (hapusan darah), feses, urin, sputum, biopsi, cairan urethra atau vagina tergantung pada parasit penyebab.

f. Pencegahan (preventif)

Beberapa tindakan preventif dapat diambil untuk melawan setiap parasit penginfeksi manusia. Tindakan ini dirancang untuk memutus rantai siklus penularan dan merupakan hal yang sangat penting untuk keberhasilan pemberantasan penyakit oleh parasit. Langkah-langkah tersebut meliputi:

- 1) pengurangan sumber infeksi. Diagnosis dan pengobatan penyakit parasit merupakan komponen penting dalam pencegahan terhadap penyebaran agen penginfeksi.
- 2) kontrol sanitasi air minuman dan makanan.
- 3) pembuangan limbah yang tepat.
- 4) penggunaan insektisida dan bahan kimia lain yang digunakan untuk mengendalikan populasi vektor.
- 5) pakaian pelindung yang mencegah vektor hinggap di permukaan tubuh dan memasukkan patogen selama menghisap darah.
- 6) kebersihan pribadi yang baik.
- 7) menghindari praktek seksual yang tidak aman

4. Klasifikasi Parasitologi

Parasit yang penting dalam kedokteran berada di bawah kingdom protista dan Animalia. Protista termasuk eukarotit bersel tunggal mikroskopis yang dikenal sebagai protozoa. Sebaliknya, cacing yang multiseluler memiliki jaringan yang dapat dibedakan dengan baik dan organ kompleks merupakan animalia. Parasitologi medis umumnya diklasifikasikan menjadi:

a. Protozoologi medik, berkaitan dengan studi protozoa yang penting secara medis.

- protozoa

Parasit protozoa merupakan organisme dari sel tunggal yang secara morfologi dan fungsional dapat melakukan semua fungsi kehidupan. Protozoa parasit memiliki organ yang ditransformasi dari stadium aktif (trofozoit) ke tahap tidak aktif, kehilangan daya motilitas dan membungkus dirinya sendiri dalam dinding kuat. Tubuh protoplasma yang terbentuk dikenal sebagai stadium kista. Pada stadium kista parasit kehilangan kekuatan untuk tumbuh dan berkembang biak. Kista adalah stadium bertahan parasit dan stadium infeksi bagi host manusia.

Protozoa diklasifikasikan menjadi 4 (Tabel 2.1) berdasarkan alat pergerakannya. Klasifikasi ini meliputi: Rhizopoda (Amoeba), Flagelata (mastingopora), Ciliata (Chiliopora), dan Sporozoa.

Tabel 2.1. Klasifikasi parasit Protozoa yang penting bagi kesehatan

Protozoa	Alat gerak (lokomosi)	Genus/Spesies
Rizopoda Sarcodina/Amoebae	Pseudopodia (kaki semu)	<i>Entamoeba: Entameba histolytica</i>
		<i>Endolimax: Endolimax nana</i>
		<i>Iodameba: Iodameba butchlii</i>
		<i>Dientmeba: Dientameba fragilis</i>
Mastigopora (Flagelata)	Flagella	<i>Giardia: Giardia lamblia</i>
		<i>Trichomonas: Trichomonas vaginalis</i>
		<i>Trypanosoma: Trypanosoma brucei</i>
		<i>Leishmania: Leishmania donovani</i>
Ciliata (Chiliopora)	Silia	<i>Balantidium coli</i>
Sporozoa	Tidak ada, pergerakan amuboid sedikit	<i>Plasmodium: Plasmodium falciparum</i>
		<i>Toxoplasma: Toxoplasma gondii</i>
		<i>Cryptosporidium: Cryptosporidium parvum</i>
		<i>Isospora: Isospora belli</i>

b. *Helmintologi medik, berkaitan dengan studi parasit cacing yang mempengaruhi manusia.*
Parasit cacing merupakan hewan banyak sel, bilateral simetris, dan memiliki tiga lapisan germinal. Parasit cacing yang penting bagi manusia dibagi menjadi tiga kelompok utama dengan kekhususan kategori yang berbeda, dijelaskan dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Klasifikasi parasit Cacing yang penting bagi kesehatan

Ciri-Ciri	Metazoa (Heliminths)		
	Cestode	Trematode	Nematode
Bentuk	Pipih seperti pita, bersegmen	Pipih seperti daun, tidak bersegmen	Panjang, bulat (silindrik)

Seks	Tidak terpisah (<i>monoecious</i>), hermaprodit	Tidak terpisah (<i>monoecious</i>) Kecuali Cacing darah yang <i>dioecious</i>	Terpisah (<i>diecious</i>)
Ujung Kepala	Pengisap, dengan kait	Pengisap, tidak ada kait	Tidak ada pengisap, ada kait
Saluran pembuangan	Tidak ada	Ada tetapi tidak lengkap	Ada dan lengkap
Rongga Tubuh	Tidak ada	Tidak ada	Ada
Contoh	<ul style="list-style-type: none"> • Diphylobotrium: <i>D. latum</i> • Taenia: <i>T. saginata</i>, <i>T. solium</i> □ Echinococcus: <i>E. granulosus</i> □ Hymenolepsis: <i>H. nana</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Schistosoma: <i>S. mansoni</i> • Fasciola: <i>F. hepatica</i> 	<ul style="list-style-type: none"> □ Nematoda usus: <i>A. lumbricoides</i> □ Nematoda jaringan tubuh: <i>W. bancrofti</i>

c. Entomologi medik, berkaitan dengan studi arthropoda yang menyebabkan atau menularkan penyakit pada manusia.

▪ **Arthropoda**

Arthropoda merupakan kelompok terbesar dari spesies dalam kerajaan hewan. Ditandai dengan memiliki tubuh bilateral simetris dan bersegmen dengan pelengkap bersendi, memiliki exoskeleton keras, yang membantu membungkus dan melindungi otot dan organ lainnya. Arthropoda mempengaruhi kesehatan manusia, sebagai penyebab langsung penyakit atau pembawa penyebab untuk penularan penyakit. Arthropoda yang penting bagi kesehatan ditemukan di kelas Insecta, Arachnida, dan Crustacea yang memiliki ciri khas tersendiri (Tabel 2.3). Penyakit seperti malaria, *yellow fever*, dan *trypanosomiasis* ditularkan secara primer oleh serangga.

Tabel 2.3. Klasifikasi Arthropoda sebagai vektor penyakit

<i>Insecta</i>	<i>Arachnida</i>	<i>Crustacea</i>
1) <i>Mosquito</i> (Nyamuk): <i>Anophelese, Culicines, Aedes</i>	1. <i>Tick</i> (Sengkenit) <ul style="list-style-type: none"> • <i>Hard Ticks</i> (sengkenit keras, famili <i>Ixodidae</i>) • <i>Soft Ticks</i> (sengkenit lunak, famili <i>Argasidae</i>) 	Cyclopidae: <i>Cyclops</i>

<p>2) <i>Flies</i> (Lalat):</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Houseflies</i> (lalat rumah, <i>Musca domestica</i>) • <i>Sandflies</i> (lalat pasir, <i>Phlebotomus</i>) • <i>Tsetse flies</i> (lalat tsetse, <i>Glossina</i>) • <i>Blackflies</i> (lalat hitam, <i>Simulium</i>) 	<p>2. <i>Mites</i> (<i>Chiggers</i>, famili <i>Trombididae</i>) □</p> <p><i>Leptotrombidium</i> dan <i>Trombiculid mites</i> (tungau musim panen, tungau merah)</p> <p>□ <i>Itch mites</i> (tungau kudis, scabies, famili <i>Sarcoptidae</i>)</p>	
<p>3) <i>Human Lice</i> (Tuma, kutu):</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Head and body lice</i> (tuma kepala atau <i>Pediculus humanus var capitis</i> dan tuma badan atau <i>Pediculus humanus var corporis</i>) • <i>Crab lice</i> (tuma kemaluan atau <i>Phthirus pubis</i>) 		
<p>4) <i>Fleas</i> (Pinjal):</p> <p><i>Rat fleas</i> (pinjal tikus), beberapa pinjal tikus yang penting untuk bidang media adalah sebagai berikut: □</p> <p><i>Rat fleas</i> (oriental)</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Xenopsylla chepisi</i> • <i>Xenopsylla astila</i> • <i>Xenopsylla braziliensis</i> • <i>Rat fleas</i> (temperate zone) 		
<p>yaitu <i>Nosopsylla fasciatus</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Human fleas</i> yaitu <i>Pulex irritans</i> • <i>Dog and cat fleas</i> yaitu <i>Ctenocephalus felis</i> • <i>Reduviid bugs</i> (<i>kissing bugs</i>, <i>Penggigit Muka</i>) 		

Latihan

Nah, sekarang untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut, dengan memberikan penjelasan bebas dengan bahasa Anda sendiri pada lembar kertas tersendiri.

- 1) Jelaskan arti parasitologi!
- 2) Sebutkan dan jelaskan klasifikasi parasit menurut tempat hidupnya di tubuh manusia!
- 3) Jelaskan apa yang disebut dengan host/tuan rumah!

- 4) Sebutkan parasit yang penting dalam parasitologi kesehatan!
- 5) Jelaskan beberapa tindakan pencegahan dan pengendalian terhadap parasit penginfeksi manusia!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Lihat bahasan materi tentang hubungan parasit dan host.
- 2) Silakan pelajari kembali bahasan tentang klasifikasi parasitologi.
- 3) Coba buka topik tentang hubungan parasit dan host.
- 4) Lihat bahasan klasifikasi parasitologi.
- 5) Coba Anda lihat kembali materi tentang klasifikasi parasitologi.

Ringkasan

Parasit adalah organisme yang hidupnya menumpang pada host (inang/tuan rumah). Parasit yang hidup di tubuh manusia bisa dibawa oleh vektor. Parasit yang tidak bisa hidup tanpa host disebut parasit obligat, sedangkan parasit yang bisa hidup tanpa host disebut parasit fakultatif. Parasit yang hidupnya menempel di luar kulit manusia disebut ektoparasit, sedangkan yang hidupnya di dalam tubuh manusia disebut endoparasit. Ada beberapa hubungan seperti mutualisme, komensalisme, atau parasitisme antara parasit dan host. Hubungan ini dapat menghasilkan berbagai efek dan biasanya host cenderung bereaksi. Secara umum, protozoa, cacing, dan arthropoda merupakan parasit yang paling sering dipelajari dan paling penting dalam parasitologi medis.

Tes 1

- 1) *Plasmodium* sp. adalah salah satu parasit yang hidup di dalam sel darah merah manusia, disebut sebagai
 - A. eksoparasit
 - B. endoparasit
 - C. aksidental parasit
 - D. obligat parasit
- 2) Berikut yang meningkatkan penyebaran parasit adalah
 - A. parasit yang tidak memerlukan vektor
 - B. host yang sesuai
 - C. vektor yang tidak sesuai
 - D. kebiasaan host makan/sayur daging kurang masak

- 3) Penyakit yang disebabkan oleh parasit disebut
- parasitologi
 - parasitisme
 - parasitosis
 - parasit obligat
- 4) Berikut ini yang bukan kelompok protozoa adalah
- Rhizopoda (Amoeba)
 - Arachnida
 - Flagelata (Mastigopora)
 - Sporozoa
- 5) Setelah parasit menyebabkan infeksi pada tubuh, maka terjadi reaksi di mana kerusakan jaringan oleh parasit diseimbangkan dengan perbaikan jaringan host, kondisi ini mengakibatkan
- status carier
 - penghancuran parasit
 - mutualisme
 - reaksi imunologis
- 6) Penularan infeksi dari satu host ke host yang lain, yang disebabkan oleh parasit tertentu dapat dilakukan dengan cara berikut, kecuali
- oral-fekal
 - kontak seksual
 - inokulasi vektor
 - parenteral
- 7) Berikut ini merupakan efek langsung parasit pada host, *kecuali*
- proliferasi jaringan tubuh yang berlebihan
 - cedera mekanik
 - kerusakan jaringan tubuh
 - pengambilan nutrisi
- 8) Mengonsumsi ikan atau kepiting yang kurang matang/mentah dapat tertular parasit berikut ini
- Fasciola hepatica*
 - Schistosoma japonicum*
 - Paragonimus westermani*
 - Trichuris trichura*
- 9) Siklus parasit di luar tubuh, memberikan informasi penting yang berkaitan dengan
- pencegahan
 - metode diagnosis

- C. symptomatology parasite
- D. patologi parasit

Topik 2 Protozoologi

Pada Topik 2 kali ini, Anda akan mempelajari infeksi dan pencegahan/tindakan pengendalian parasit protozoa infeksi amoeba (amoebiasis), flagelata, ciliata, dan sporozoa.

A. PENGANTAR PROTOZOLOGI

Protozoa adalah organisme bersel satu yang hidup sendiri atau dalam bentuk koloni (proto = pertama; zoon = hewan). Tiap protozoa merupakan kesatuan lengkap yang sanggup melakukan semua fungsi kehidupan yang pada jasad lebih besar dilakukan oleh sel khusus. Protozoa mempunyai nucleus (inti) yang berisi chromosome dan terletak di dalam cytoplasma (protoplasma). Pada beberapa protozoa di dalam nukleus ini terdapat satu atau beberapa granula yang disebut **anak inti** (karyosome). Jumlah inti dapat satu atau lebih.

Bagian dalam dari sitoplasma disebut **endoplasma**. Di dalam endoplasma terdapat inti yang mengatur gizi sel dan reproduksi. Endoplasma berisi pula vakuola makanan, cadangan makanan, benda asing, vakuola kontraktil, dan benda kromatoid.

Bagian luar sitoplasma yang membungkus endoplasma disebut **ektoplasma**. Ektoplasma tampak jernih dan homogen berfungsi sebagai alat pergerakan, mengambil makanan, ekskresi, respirasi, dan pertahanan diri.

Parasit dapat berubah dari stadium aktif (trofozoit) ke stadium tidak aktif (kista) yang kehilangan daya motilitas dan membungkus dirinya sendiri dalam dinding kuat. Pada stadium kista parasit protozoa kehilangan kekuatannya untuk tumbuh dan berkembang biak. Kista merupakan stadium bertahan dan merupakan stadium infeksi bagi host manusia.

Protozoa dapat memperbanyak diri (reproduksi) secara aseksual dan seksual. Reproduksi aseksual dapat berupa pembelahan biner (*binary fusion*): satu menjadi dua, atau pembelahan ganda (*multiple fusion*): satu menjadi beberapa (lebih dari dua) sel protozoa yang baru. Reproduksi seksual dapat berupa konjugasi atau bersatunya gamet (fusi gamet). Dalam kondisi yang sesuai mereka mengadakan pembelahan secara bertahap setiap 15 menit.

Protozoa diklasifikasikan menjadi 4 berdasarkan alat gerakan (Tabel 2.4). Klasifikasi ini meliputi: Rhizopoda (Amoeba), Flagelata (Mastigopora), Ciliata (Chiliopora), dan Sporozoa.

Tabel 2.4. Klasifikasi Protozoa Patogen

Protozoa	Alat Gerak (lokomosi)	Patogen pada Manusia	Penyakit
Rizopoda (amuba)	Pseudopodia (kaki semu)	<i>Entamoeba histolytica</i>	<i>Ambiasis</i>
Flagelata	Flagella	<i>Giardia lamblia</i>	<i>Giardiasis</i>
		<i>Trichomonas vaginalis</i>	<i>Trichomoniasis</i>
		<i>Trypanosoma sp.</i>	<i>Trypanosomiasis</i>
		<i>Leishmania spp.</i>	<i>Leishmaniasis</i>
Mastigopora (siliata)	Silia	<i>Balantidium coli</i>	<i>Balantidiasis</i>
Sporozoa	Tidak ada, pergerakan amuboid sedikit	<i>Toxoplasma gondii</i>	<i>Toxoplasmosis</i>
		<i>Plasmodium</i>	<i>Malaria</i>
		<i>Isospora belli</i>	<i>Isosporiosis</i>
		<i>Cryptosporidium parvum</i>	<i>Cryptosporidiosis</i>

B. INFEKSI AMOEBIA (AMOEBIASIS)

Amoeba termasuk dalam kelas Rhizopoda filum Protozoa. Manusia merupakan host enam spesies amoeba yang hidup dalam rongga usus besar, yaitu *Entamoeba histolytica*, *Entamoeba*

coli, *Entamoeba hartmanni*, *Jodamoeba butschlii*, *Dientamoeba fragilis*, *Endolimax nana*, dan satu spesies amoeba yang hidup di dalam mulut, yaitu *Entamoeba gingivalis*. Semua amoeba ini tidak patogen, hidup sebagai komensal pada manusia, kecuali *Entamoeba histolytica*.

1. *Entamoeba histolytica*

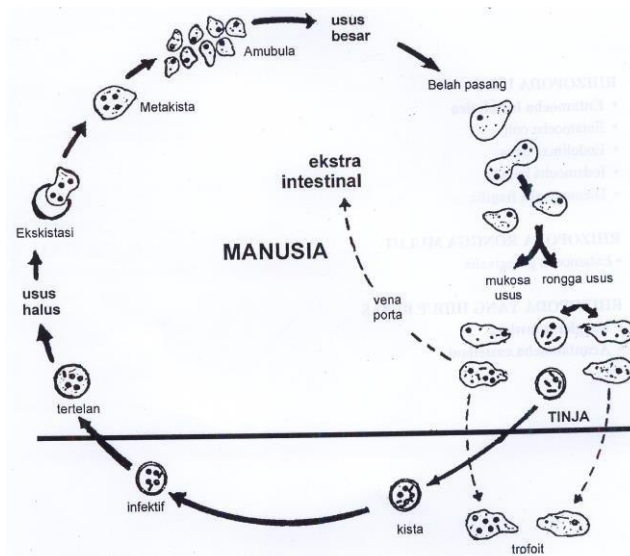
Manusia merupakan host parasit ini. Penyakit yang disebabkan disebut **amubiasis usus** (amubiasis intestinalis), sering kali disebut **disentri amuba**. Amubiasis terdapat di seluruh dunia (kosmopolit) terutama di daerah tropis dan daerah beriklim sedang.

2. Morfologi

Bentuk histolitika bersifat patogen dan mempunyai ukuran 20-40 mikron. Bentuk ini berkembang biak secara biner di jaringan dan dapat merusak jaringan tersebut, sesuai dengan nama spesiesnya *Entamoeba histolytica* (histo=jaringan, lysis=hancur). Bentuk minuta adalah bentuk pokok (esensial), tanpa bentuk minuta daur hidup tidak dapat berlangsung, besarnya 10-20 mikron. Bentuk kista dibentuk di rongga usus besar, besarnya 10-20 mikron, berbentuk bulat atau lonjong, mempunyai dinding kista dan ada inti entamoeba. Bentuk kista matang ini tidak patogen, tetapi dapat merupakan bentuk infeksi.

3. Siklus hidup

Entamoeba histolytica mempunyai 3 stadium, yaitu: 1) stadium trophozoit, 2) stadium minuta, dan 3) stadium kista (Gambar 2.1). Stadium histolitika dan bentuk minuta adalah bentuk trophozoit. Kista matang yang tertelan manusia, organisme di dalamnya akan aktif, berkembang menjadi 4 stadium trophozoit metakistik, stadium ini kemudian berkembang menjadi trophozoit di usus besar. Di rongga usus halus dinding kista dihancurkan, terjadi eksistensi dan keluarlah bentuk-bentuk minuta yang masuk ke rongga usus besar. Bentuk minuta dapat berubah menjadi stadium trophozoit yang patogen. Dengan peristaltis usus, bentuk ini dikeluarkan bersama isi ulkus rongga usus kemudian menyerang lagi mukosa usus yang sehat atau dikeluarkan bersama tinja.



Gambar 2.1. Siklus hidup *Entamoeba histolytica* (Prasetyo, 2005)

4. Patogenesis

Stadium trophozoit memasuki mukosa usus besar yang utuh (invasif) dan mengeluarkan enzim hemolisin yang dapat menghancurkan jaringan (lisis). Kemudian memasuki submukosa dengan menembus lapisan muskularis mukosa, bersarang di submukosa dan membuat kerusakan yang lebih luas. Dengan aliran darah, stadium trophozoit dapat tersebar ke hati, paru, dan otak. Stadium trophozoit ditemukan dalam jumlah besar di dasar dan dinding ulkus. Dengan peristaltik usus, stadium trophozoit ini dikeluarkan bersama isi ulkus ke rongga usus kemudian menyerang lagi mukosa usus yang sehat atau dikeluarkan bersama tinja. Tinja ini disebut tinja disentri yaitu tinja yang bercampur lendir dan darah.

5. Gejala penyakit

Disentri amoeba merupakan bentuk dari amoebiasis. Gejala disentri meliputi: buang air besar berisi darah atau lendir, sakit perut, hilangnya selera makan, turun berat badan, demam, dan rasa dingin. Tanda klinis amoebiasis kolon akut bila terdapat sindrom disentri disertai sakit perut (mules). Biasanya gejala diare berlangsung tidak lebih dari 10 kali sehari. Pada disentri basilaris, diare dapat terjadi lebih dari 10 kali sehari (sindrom disentri). Sedangkan pada amoebiasis kolon menahun biasanya terdapat gejala diare ringan diselingi dengan obstipasi. Dapat juga terjadi suatu eksaserbasi akut penyebaran ke luar usus (ekstra intestinal), terutama ke hati. Pada amoebiasis hati biasanya didapatkan gejala berat badan menurun, badan terasa lemah, demam, tidak nafsu makan disertai pembesaran hati yang disertai nyeri tekan.

6. Pemeriksaan Laboratorium

Diagnosis ditegakkan dengan menemukan *E. histolytica* bentuk trophozoit dan kista dalam tinja, pemeriksaan darah menunjukkan adanya leukositosis. Bila amoeba tidak ditemukan, pemeriksaan tinja perlu dilakukan 3 hari berturut-turut. Pemeriksaan serologi darah perlu dilakukan untuk menunjang diagnosis. Proktoskopi dapat digunakan untuk melihat luka yang terdapat di rektum dan untuk melihat kelainan di sigmoid digunakan sigmoidoskopi.

7. Pencegahan

Pengenalan tindakan sanitasi yang adekuat dan penyuluhan tentang rute penularan:

- peningkatan kebersihan perorangan, antara lain mencuci tangan sampai bersih dengan sabun dan air hangat setelah buang air besar, mencuci anus, dan sebelum makan;
- air yang dimasak sampai mendidih sebelum diminum;
- mencuci sayuran dengan asam asetat dan vinegar minimal 15 menit sebelum konsumsi salad;
- mencuci sayuran atau memasaknya sampai matang sebelum dimakan;
- buang air besar di jamban, tidak menggunakan tinja manusia untuk pupuk;
- menutup dengan baik makanan yang dihidangkan, membuang sampah di tempat sampah yang ditutup untuk menghindari lalat (Gandahusada Srisasi, 2000).

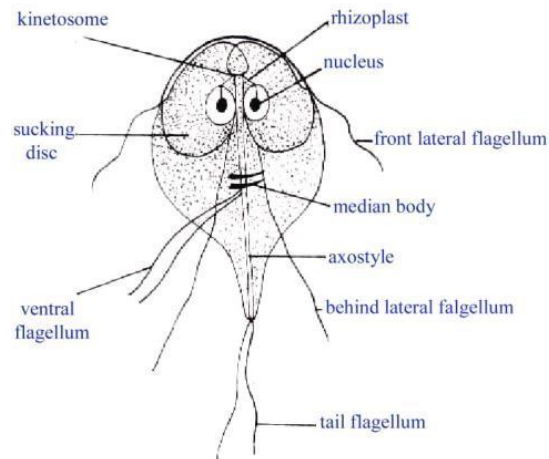
C. INFEKSI FLAGELATA

1. Giardia lamblia

Giardia lamblia adalah protozoa berflagela, mendiami usus kecil (duodenum dan jejunum) manusia. Protozoa ini adalah satu-satunya yang ada pada saluran pencernaan dan diketahui endemik dan epidemik penyebab diare pada manusia. Parasit awalnya bernama *Cercomonas intestinalis* ditemukan oleh Lambl pada tahun 1859 dan berganti nama menjadi *Giardia lamblia* oleh Stiles pada tahun 1915, untuk menghormati Profesor A. Giard dari Paris Dr. F. Lambl dari Praha.

Morfologi

Giardia lamblia (Gambar 2.2) terdiri dari 2 bagian: stadium trophozoit dan stadium kista. Stadium trophozoit berbentuk seperti buah pir yang luarnya berbentuk bulat dan ujungnya meruncing (Ara), berukuran 9-21 μ m, panjang 5-15 μ m ketika bernapas, dan tebalnya 2-4 μ m. Permukaan bagian belakang berbentuk cembung dan permukaan atas cekung). Terdapat bagian untuk mengisap, organ tambahan, menempati sepertiga sampai setengah dari permukaan ventral. Trophozoit memiliki 2 bagian yang sama besar dan memiliki dua inti, dua axostyle, dan empat pasang flagella. Dua bagian tengah terdiri atas axostyle. Sitoplasma adalah bagian luar yang berganula halus. Trophozoit motil karena kehadiran empat pasang flagella.



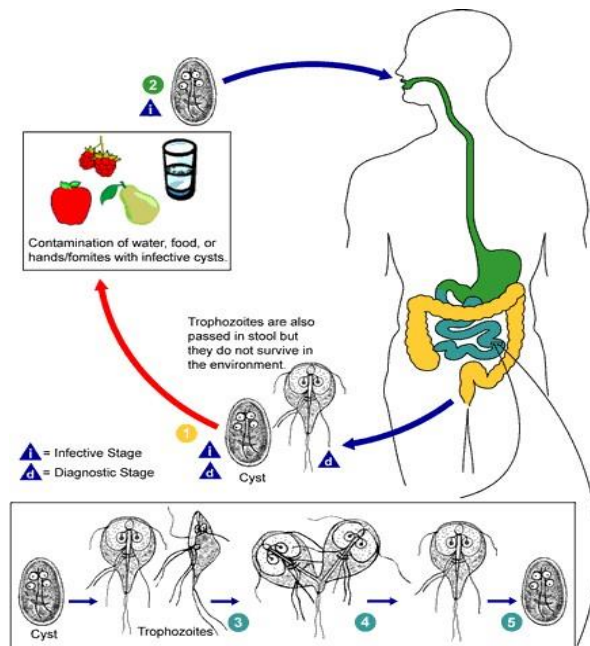
Gambar 2.2. Stadium trophozoit *Giardia lamblia*

Stadium kista: kista oval berukuran 8-12 μ m, panjang 7-10 μ m ketika bernapas (Gambar 2.2), tebal di seluruh bagian luar. Stadium kista terdiri atas sitoplasma, dimana berbentuk granular halus dan memisahkan kista dari ruang kosong. Ini memberikan penampilan kista yang dikelilingi oleh halo.

Kista matang terdiri empat inti, bergerombol di salah satu ujung atau bisa terdapat di dua ujung yang berlawanan. Juga terdiri atas axostyle dan bagian tengah yang berfungsi untuk menghisap. Axostyle yang merupakan sisa-sisa dari flagela ditempatkan secara diagonal dalam kista. Empat inti kista adalah tahap infeksi *G. lamblia*.

Siklus Hidup

Siklus hidup *G. lamblia* sangat sederhana dan berada di satu inang, yaitu manusia (Gambar 2.3).



Gambar 2.3. Siklus hidup *Giardia lamblia* (CDC, USA)

Stadium kista adalah bagian penting yang bertanggung jawab untuk pergerakan *Giardia*. Kista yang kuat, dapat bertahan hidup beberapa bulan di air dingin. Infeksi terjadi dengan menelan kista pada air yang terkontaminasi, makanan, atau melalui feses-mulut (tangan atau muntahan). Kista melewati perut dan pecah menjadi trophozoit di duodenum dalam waktu 30 menit, setiap kista menghasilkan dua empat inti (*tetranucleate*), dan trophozoit. Asam lambung mempermudah proses pecahnya kista. Di duodenum dan jejunum, trophozoit empat inti berkembang biak secara aseksual dengan pembelahan biner sehingga menghasilkan sejumlah besar trophozoit baru. Trophozoit pada permukaan mukosa usus, untuk menjaga kelembaban mereka terikat oleh pengisap oval. Ketika isi usus meninggalkan jejunum dan mulai kehilangan kelembaban, trophozoit menarik flagella, menutup diri dengan tebal semua yang ada di encyst. Trophozoit terselubung menjalani fase lain dari intinya yaitu menghasilkan empat berinti kista matang. Keempat kista matang berinti adalah bentuk infeksi dari parasit, diekskresikan dalam tinja pada siklus berikutnya.

Gejala

Giardia lamblia mendiami duodenum dan ileum atas dan trofozoit dapat tetap melekat pada mukosa usus dan jarang menyerang submukosa. Jumlah 10-20 kista dapat menyebabkan giardiasis yang ditandai gangguan pencernaan lemak dan karbohidrat pada anak-anak dan diare. Berdasarkan cara kerja patogenik mungkin dapat menyebabkan terganggunya mukosa saluran pencernaan, gangguan penyerapan ion nutrisi, atau inflamasi mukosa saluran pencernaan, atau

deconjugasi bakteri garam empedu, dan perubahan motilitas usus dengan atau tanpa pertumbuhan yang berlebihan pada bakteri.

Giardiasis menyebabkan perubahan duodenum dan jejunum yakni pemendekan mikrovili atau merusak sel epitel. Tanda yang nampak bervariasi dari tanpa gejala hingga diare parah dan malabsorpsi. Mayoritas orang yang di daerah endemik tidak menunjukkan gejala. Giardiasis akut berkembang setelah masa inkubasi 5-6 hari dan biasanya berlangsung 1 sampai 3 minggu. Gejalanya meliputi: diare, nyeri perut, mual, dan muntah. Pada beberapa pasien, yang mengalami infeksi dapat menuju ke penyakit kronis. Giardiasis kronis gejala yang berulang dan malabsorpsi dan kelemahan dapat terjadi. Kondisi ini sering menyebabkan kekurangan gizi dan menghambat pertumbuhan pada anak pra-sekolah.

Diagnosis

Giardiasis didiagnosis dengan menemukan kista atau trophozoit dalam tinja, menggunakan pemeriksaan langsung maupun prosedur konsentrasi. Dalam Giardiasis akut, trophozoit ditunjukkan langsung pada cairan tinja, kista pada tinja. Spesimen tinja diperiksa dalam keadaan baik segar. Metode alternatif untuk deteksi Giardiasis adalah *immunoassay enzim*, deteksi parasit dengan imunofluoresensi. *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA)* dan *indirect antibody fluorescent (IFA)* yang berguna dalam studi seroepidemiologik. Metode ini mendeteksi antibodi anti-*Giardia* dalam serum, yang tetap tinggi untuk jangka waktu lama.

Epidemiologi

Giardiasis terjadi di seluruh dunia, terutama pada musim panas, dan terjadi pada anak-anak. Infeksi *G. lamblia* juga banyak ditemukan di Cina, dengan kejadian yang bervariasi 0,48-10%.

Giardiasis menunjukkan dua pola epidemiologi yang berbeda: endemik dan epidemik.

Endemik di negara-negara berkembang, seperti India. Terutama terjadi pada anak-anak. Di Amerika Serikat dan negara-negara maju lainnya, lebih terjadi secara epidemik pada semua kelompok umur. Penyebab utama infeksi adalah tinja manusia yang mengandung kista *Giardia*, makanan, dan air yang terkontaminasi oleh kotoran manusia dan hewan yang mengandung kista.

Giardiasis ditularkan umumnya dengan minum air terkontaminasi oleh feses dan sering dengan makan makanan yang terkontaminasi. Hal ini juga dapat ditularkan melalui orang langsung ke orang, itu terjadi paling umum pada orang dengan sanitasi yang buruk dan kebersihan mulut yang kurang. Giardiasis dapat ditularkan melalui hubungan seks antara laki-laki homoseksual melalui anus. Pasien dengan kelemahan imun, seperti AIDS, kekurangan protein kalori semakin rentan terhadap infeksi *Giardia*.

Pencegahan dan Pengendalian

Beberapa obat resep yang tersedia untuk mengobati Giardiasis yaitu metronidazol adalah obat pilihan. Metronidazol, tinidazole, atau senyawa 5-nitroimidazole lainnya biasanya membunuh parasit dalam usus, tetapi *Giardia* pada kandung empedu atau saluran empedu dapat merusak dan menginvasi ulang usus, mengakibatkan kekambuhan. Giardiasis dapat dicegah dan dikendalikan oleh peningkatan pasokan air bersih, pembuangan kotoran manusia, mempertahankan kebersihan makanan serta kebersihan diri, dan pendidikan kesehatan. Air minum dari danau dan sungai harus direbus, disaring dan/atau diobati yodium.

2. *Trichomonas Vaginalis*

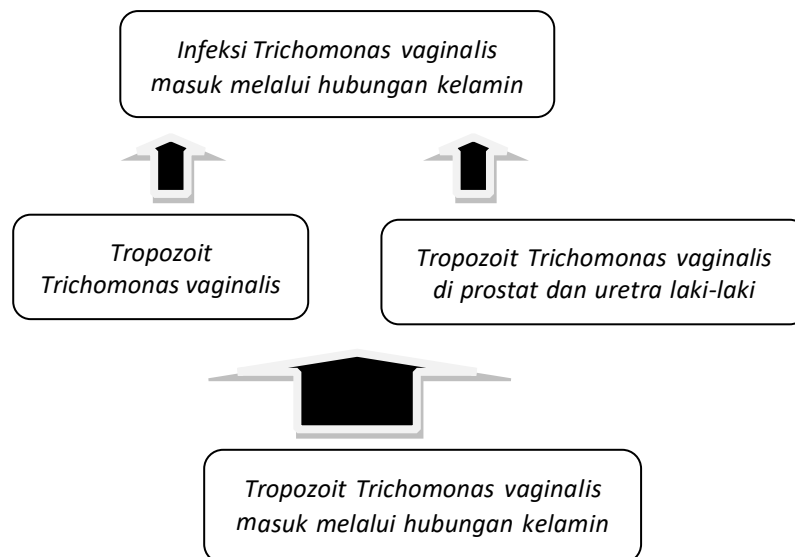
Trichomonas vaginalis merupakan filum protozoa ordo flagelata. Manusia merupakan host parasit ini dan menyebabkan **Trichomoniasis** pada vagina dan pada pria urethritis sampai prostatitis.

Morfologi

Trichomonas vaginalis merupakan organisme berbentuk menyerupai buah pir (piriformis), bergerak aktif secara bergoyang dan berputar dengan flagel anterior, berukuran 10x7µm dan mampu bereplikasi melalui pembelahan biner. Mempunyai satu inti dengan kromatin yang terdistribusi secara merata. *Trichomonas vaginalis* tidak memiliki stadium kista tetapi hanya ditemui dalam stadium **Tropozoit**. Trofozoit menetap di membrane mukosa vagina, memakan bakteri dan sel darah putih.

Siklus hidup

Pada wanita tempat hidup parasit ini di vagina bagian distal dan pada pria di urethra dan prostat (Gambar 2.4). Parasit ini hidup di mukosa vagina dengan makan bakteri dan leukosit. *Trichomonas vaginalis* berkembang biak secara pembelahan biner, di luar habitatnya parasit mati pada suhu 50°C, tetapi dapat hidup selama 5 hari pada suhu 0°C. Dalam perkembangbiakannya parasit ini mati pada pH kurang dari 4,9. Inilah sebabnya parasit ini tidak dapat hidup disekret vagina yang asam (pH 3,8-4,4). Parasit ini tidak tahan pula terhadap desinfektan zat pulasan dan antibiotik.



Gambar 2.4. Siklus Hidup Trichomonas Vaginalis

Penularan

Pada sebagian besar kasus *Trichomonas vaginalis* ditransmisikan saat terjadi hubungan kelamin, pria sering berperan sebagai pembawa parasit. Parasit ini berada pada saluran uretra pada pria, seorang pria yang membawa parasit akan menularkan pada pasangannya saat terjadi hubungan seksual, selanjutnya wanita pasangannya tersebut akan terinfeksi oleh parasit dan berkembang biak di daerah genital. Apabila wanita tersebut kemudian berhubungan seksual dengan pria yang sehat maka akan terjadi penularan kembali. Penularan dapat pula melalui alat toilet, handuk, dan sebagainya.

Gambaran Klinik

Trichomoniasis pada wanita menyebabkan *vaginitis* (radang vagina), Rasa sakit atau nyeri pada saat kencing atau hubungan seksual, rasa nyeri pada perut bagian bawah, pengeluaran lendir pada vagina (sekret vagina) atau alat kelamin, berwarna putih susu bergumpal disertai rasa gatal dan kemerahan pada alat kelamin dan sekitarnya, keputihan yang berbusa, kehijauan, berbau busuk dan gatal, timbul bercak darah setelah berhubungan seksual, bintil berisi cairan, lecet atau borok pada alat kelamin. Gejala Trichomoniasis pada pria berupa bintil berisi cairan, lecet atau borok pada penis atau alat kelamin, luka tidak sakit, keras dan berwarna merah pada alat kelamin, rasa gatal yang hebat sepanjang alat kelamin, rasa sakit yang hebat pada saat kencing, bengkak, panas dan nyeri pada pangkal paha yang kemudian berubah menjadi borok.

Pemeriksaan laboratorium

Pada wanita *Trichomonas vaginalis* ditemukan dalam sedimen urin, melalui sediaan basah sekret vagina atau scraping vagina. Pada pria ditemukan dalam urin, sediaan basah sekret prostat

atau melalui masase kelenjar urethra. Kontaminasi spesimen dengan feses dapat mengaburkan *Trichomonas vaginalis* dengan *Trichomonas hominis* yang mungkin terdapat pada feses.

Pencegahan Penularan

Pencegahan penularan *T. vaginalis* dilakukan dengan:

- pasangan seks pria dan wanita harus diobati secara bersamaan untuk menghindari infeksi ulang.
- personal hygiene yang baik serta menghindari pemakaian bersama peralatan mandi dan pakaian.
- melaksanakan perilaku seks yang aman.

D. INFEKSI CILIATA

1. *Balantidium coli*

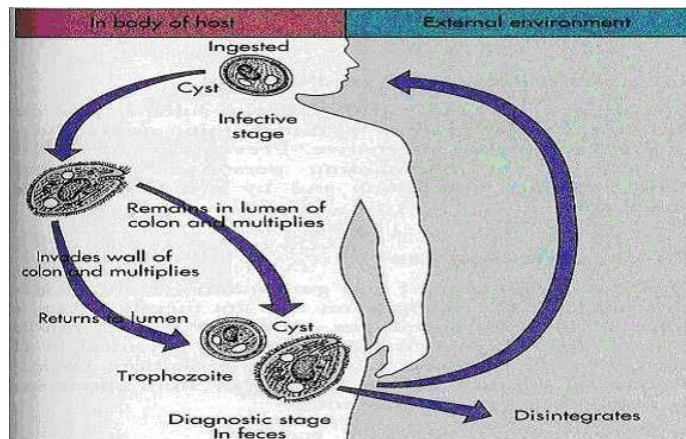
Protozoa usus *Balantidium coli* adalah satu-satunya anggota kelompok Ciliata yang patogen bagi manusia. **Balantidiasis** merupakan penyakit yang disebabkan oleh *Balantidium coli* yang mirip dengan amoebiasis, menyebabkan proteolitik dan sitotoksik yang memediasi invasi jaringan dan ulserasi usus.

Morfologi

Balantidium coli merupakan protozoa usus manusia yang berukuran paling besar. Memiliki dua stadium yaitu, stadium trofozoit dan kista. Stadium trofozoit seperti kantung, panjangnya 50-200 μm , lebarnya 40-70 μm , dan berwarna abu-abu tipis. Silianya tersusun secara longitudinal dan spiral sehingga gerakannya melingkar. Bentuk kista lonjong atau seperti bola, ukurannya 45-75 μm , warnanya hijau bening, memiliki makronukleus, memiliki vakuola kontraktil dan silia. Kista tidak tahan kering, sedangkan dalam tinja yang basah kista dapat tahan berminggu-minggu.

Siklus hidup

Siklus hidup *B. coli* sederhana, meliputi penelanan kista menular, ekskistasi, dan invasi trofozoit ke dalam lapisan mukosa usus besar, usus buntu, dan ileum terminal (Gambar 2.5). Trofozoit ditutupi dengan deretan rambut seperti silia yang membantu dalam motilitas. Morfologis lebih kompleks daripada amubae. *B. coli* memiliki corong seperti mulut primitif disebut **cytostome**, inti besar (makro nukleus), dan inti kecil (mikro nukleus).



Gambar 2.5. Siklus hidup *Balantidium coli* (Dawit Assafa, et al, 2004)

Epidemiologi

Balantidium coli didistribusikan di seluruh dunia. Babi dan monyet (jarang) merupakan inang perantara (reservoir) yang paling penting. Infeksi yang ditularkan melalui jalur fekaloral, wabah berhubungan dengan kontaminasi pasokan air dengan kotoran babi. Penyebaran dapat melalui makanan, minuman dan tempat yang terkontaminasi. Faktor risiko yang terkait dengan penyakit manusia termasuk kontak dengan babi dan kondisi higienis yang di bawah standar.

Gejala

Seperti parasit protozoa lainnya, dapat terjadi carier *B. coli* asimtomatik. Gejala penyakit ini ditandai dengan dispepsia yang meliputi sakit perut, nyeri, tenesmus, mual, anoreksia, dan tinja berair disertai darah dan nanah. Ulserasi mukosa usus, seperti amoebiasis, dapat dilihat, suatu komplikasi sekunder yang disebabkan oleh invasi bakteri ke dalam mukosa usus terkikis dapat terjadi. Tidak seperti pada amoebiasis invasi/penyebaran ekstraintestinal pada organ lain sangat jarang terjadi pada balantidiasis.

Pemeriksaan laboratorium

Pemeriksaan parasitologis secara mikroskopis dengan menggunakan spesimen tinja (feses) perlu dilakukan untuk menegakkan diagnosis. Dari pemeriksaan spesimen feses klien balantidiasis dapat ditemukan stadium trophozoit dan stadium kista. Trophozoit ini sangat besar, bervariasi dalam panjang dari 50-200 μ m dan lebar dari 40-70 μ m. Permukaan ditutupi dengan silia.

Pengobatan

Obat pilihan adalah tetrasiklin. Iodoquinol dan metronidazol adalah agen alternatif.

E. INFEKSI SPOROZOA

1. *Plasmodium* sp.

Plasmodium sp. termasuk golongan protozoa family **plasmodiidae**, dan order **Coccidiidae**. Melalui perantaraan tusukan (gigitan) nyamuk *Anopheles* spp. *Plasmodium* menyebabkan penyakit malaria. Ada empat spesies utama *Plasmodium*, yaitu: a. *Plasmodium vivax*, penyebab malaria tertiana benigna/malaria vivax.

b. *Plasmodium falciparum*, penyebab malaria tertiana maligna (ganas), dan dapat menyebabkan serebral malaria.

c. *Plasmodium malariae*, penyebab malaria kuartana/malaria malariae.

d. *Plasmodium ovale*, penyebab malaria tertiana benigna/malaria ovale. Jenis ini jarang sekali dijumpai, umumnya banyak di Afrika dan Pasifik Barat.

Patogenesis

Gejala klinis yang muncul pada infeksi malaria disebabkan secara tunggal oleh bentuk aseksual *Plasmodium* yang bersirkulasi di dalam darah. Parasit ini menginvasi serta menghancurkan sel darah merah, menetap di organ penting dan jaringan tubuh, menghambat sirkulasi mikro, serta melepaskan toksin yang akan menginduksi pelepasan sitokin yang bersifat **proinflammatory** sehingga terjadi **rigor** malaria yang klasik (Roe & Pasvol, 2009). Patologi malaria berhubungan dengan anemia, pelepasan sitokin, dan pada kasus *Plasmodium falciparum*, kerusakan organ multipel yang disebabkan oleh gangguan mikrosirkulasi. Parasitemia *Plasmodium falciparum* adalah lebih parah karena ia memparasitisi eritrosit berbagai usia. *Plasmodium vivax* dan *Plasmodium ovale* hanya menginfeksi retikulosit dan eritrosit muda sedangkan *Plasmodium malariae* hanya menyerang pada eritrosit yang lebih tua.

Siklus Hidup

Plasmodium sp. sebagai penyebab penyakit malaria memiliki siklus hidup seksual (sporogoni) berlangsung pada nyamuk *Anopheles*, dan siklus aseksual yang berlangsung pada manusia (Gambar 2.6).

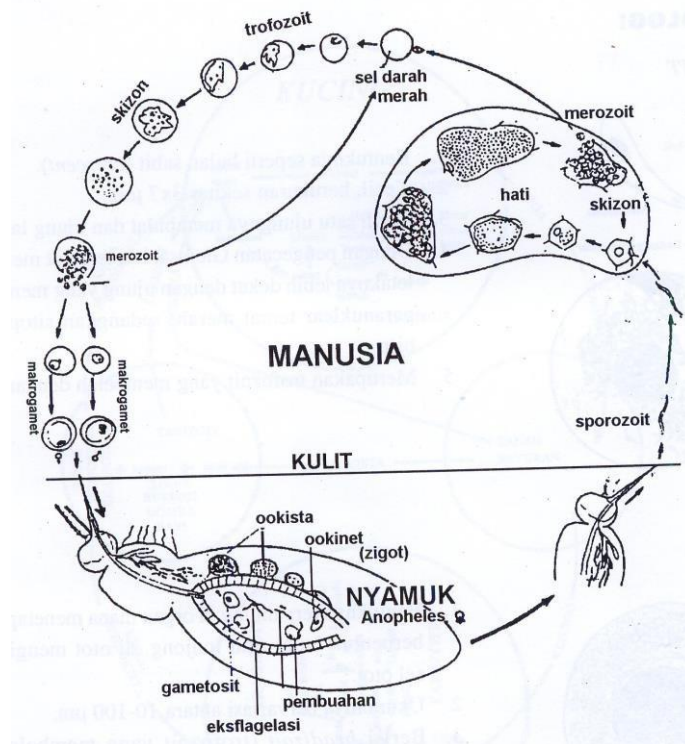
Siklus aseksual

Siklus aseksual dimulai ketika nyamuk *Anopheles* betina menusuk (menggigit) manusia dan memasukkan stadium infeksi sporozoit yang terdapat pada air liurnya ke dalam darah manusia. Melalui aliran darah sporozoit dapat memasuki hati dan menginfeksi sel hati. Disini selama 5-16 hari sporozoit mengalami reproduksi aseksual disebut sebagai proses **skizogoni** atau proses memperbanyak diri, yang akan menghasilkan kurang lebih 10.000-30.000 merozoit, yang kemudian akan dikeluarkan dari sel hati dan selanjutnya menginfeksi eritrosit. Sewaktu merozoit dilepaskan dari hepatosit masuk ke dalam sirkulasi darah, dimulailah proses skizogoni eritrositik atau reproduksi aseksual dalam sel darah merah (eritrosit). Merozoit *P. vivax* dan *P. ovale* akan

menginfeksi eritrosit tua, dan *P. falciparum* akan menginfeksi semua stadium eritrosit hingga dapat menginfeksi sampai 10-40% eritrosit. Setelah pembentukan merozoit selesai, eritrosit akan pecah dan melepaskan merozoit ke dalam plasma dan selanjutnya akan menyerang eritrosit lain dan memulai proses baru. Setiap siklus skizogoni eritrositik akan berlangsung selama 48 jam pada *Plasmodium vivax*, *Plasmodium ovale*, maupun pada *Plasmodium falciparum* dan 72 jam pada *Plasmodium malariae*. Beberapa merozoit yang menginvasi eritrosit berdeferensiasi menjadi bentuk seksual parasit yaitu gametosit yang berkembang terutama pada malam hari. Gametosit akan tertelan bersama darah yang dihisap nyamuk yang menggigit penderita, selanjutnya dimulai siklus sporogoni/gametogonium pada nyamuk.

Siklus seksual

Di mulai gametosit matang di dalam darah penderita yang terhisap oleh nyamuk, akan mengalami proses pematangan di dalam usus nyamuk untuk menjadi gamet (gametogenesis), gamet jantan (mikrogamet), dan gamet betina (makrogamet). Dalam beberapa menit mikrogamet akan membuahi makrogamet (fertilisasi) dalam waktu 3 jam setelah nyamuk menghisap darah terbentuk ookinet. Selanjutnya ookista akan pecah dan melepaskan sporozoit ke dalam sirkulasi darah nyamuk, dan bergerak menuju kelenjar ludah nyamuk kemudian akan ditransmisi kepada manusia lainnya melalui tusukan/gigitan nyamuk yang terinfeksi ini. Siklus perkembangan *Plasmodium* dalam nyamuk berkisar 7-20 hari dan akhirnya berkembang menjadi sporozoit yang bersifat infeksius dan nyamuk *Anopheles* yang terinfeksi ini akan bersifat infeksius sepanjang hidupnya.



Gambar 2.6. Siklus hidup *Plasmodium* sp. (Prasetyo, 2005)

Gejala Klinik

Gejala klinik malaria pada umumnya muncul 9-14 hari setelah gigitan nyamuk *Anopheles* yang terinfeksi. Gejala klinis yang paling sering ditemui pada malaria adalah demam. Demam yang bersifat intermiten, menggigil yang tiba-tiba, keluar keringat dan delirium. Pada infeksi awal, malaria bisa bermanifestasi sebagai malaise, sakit kepala, nyeri otot atau pegal-pegal, muntah, atau diare. Pada pemeriksaan fisik ditemukan anemia, pembesaran limpa (splenomegali) atau hati (hepatomegali).

Untuk memperdalam pemahaman Anda tentang penyakit malaria, coba Anda diskusikan dalam kelompok belajar masing-masing, morfologi, siklus hidup, gejala klinik untuk keempat jenis *Plasmodium* sp.

Diagnosis

Penting pada pemeriksaan ini adalah siklus eritrositik. Pada infeksi falciparum memperberat dan menyerang otak dan menyebabkan serebral malaria. Pewarnaan Giemsa pada sediaan darah tepi paparan tebal dan paparan tipis merupakan **gold standard** untuk diagnose malaria. Pemeriksaan diagnostik yang lain adalah analisa **quantitative buffy coat** (QBC) untuk melihat parasit malaria dan **rapid diagnostic tests** (RDT) untuk mendeteksi antigen spesifik (protein) yang dihasilkan oleh parasit malaria dan berada dalam sirkulasi darah orang yang

terinfeksi. *Polymerase chain reaction* (PCR) sangat berguna untuk menegakkan diagnosa malaria berdasarkan spesiesnya dan mendeteksi infeksi walaupun pada kadar parasitemia yang rendah.

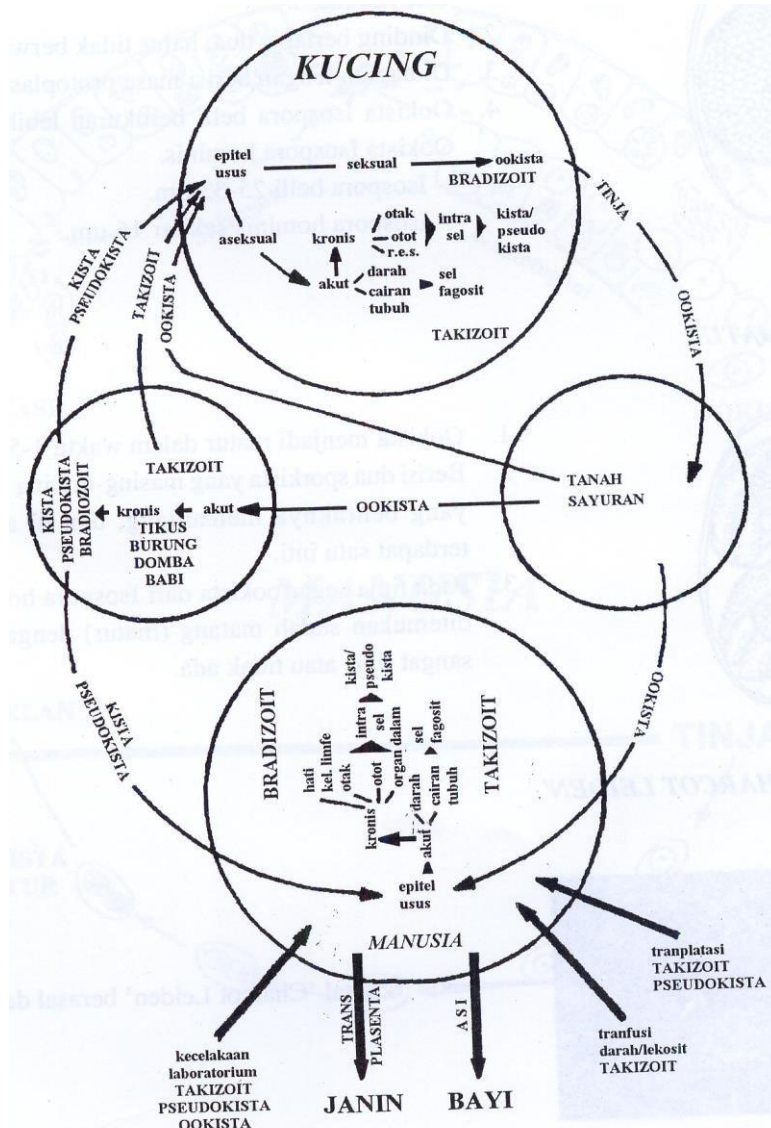
Pencegahan Malaria

Berbagai kegiatan yang dapat dilakukan untuk mengurangi malaria adalah:

- menghindari atau mengurangi kontak/gigitan nyamuk *Anopheles* (pemakaian kelambu, repelan, obat nyamuk, dan sebagainya).
- membunuh nyamuk dewasa (dengan menggunakan berbagai insektisida).
- membunuh jentik (kegiatan anti larva) baik secara kimiawi (larvisida) maupun secara biologis (ikan, tumbuhan, jamur, bakteri).
- mengurangi tempat perindukan (*source reduction*).
- mengobati klien malaria.
- penggunaan kemoprofilaksis bagi orang yang memasuki daerah endemis malaria.

2. *Toxoplasma gondii*

Toxoplasma gondii menyebabkan **toksoplasmosis**. Host definitif adalah kucing (Gambar 2.7). Manusia dan mamalia lainnya bertindak sebagai host intermediate. *Toxoplasma gondii* biasanya diperoleh melalui konsumsi atau secara kongenital transmisi transplasenta dari ibu yang terinfeksi ke janin yang dikandungnya. Setelah infeksi pada epitel usus, organisme menyebar ke organ lain, terutama otak, paru-paru, hati, dan mata. Sebagian besar infeksi primer pada orang dewasa imunokompeten tidak menunjukkan gejala. Infeksi kongenital dapat mengakibatkan aborsi, lahir mati, atau penyakit neonatal dengan hidrocephalus, ensefalitis, chorioretinitis, dan hepatosplenomegali. Demam, sakit kuning, dan kalsifikasi intrakranial juga terlihat. Diagnosis infeksi akut dan bawaan, serta mendeteksi antibodi digunakan teknik *immunofluorescence*. Pemeriksaan mikroskopis preparat pewarnaan Giemsa menunjukkan trofozoit berbentuk bulan sabit. Kista dapat dilihat dalam jaringan. Pengobatan dengan kombinasi sulfadiazine dan pyrimethamine.



Gambar 2.7. Siklus hidup *Toxoplasma gondii* (Prasetyo, 2005)

Nah, sekarang untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut, dengan memberikan penjelasan bebas dengan bahasa Anda sendiri pada lembar kertas tersendiri.

Latihan

- 1) Jelaskan 5 protozoa patogen yang menyebabkan penyakit pada manusia!
- 2) Jelaskan patogenesis *Entamoeba histolytica*!
- 3) Sebutkan gejala penyakit yang diakibatkan *Trichomonas vaginalis*!
- 4) Jelaskan siklus *Plasmodium* di tubuh manusia!
- 5) Jelaskan tindakan pencegahan terhadap penyakit malaria!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Lihat bahasan materi tentang pengantar protozoologi.
- 2) Silahkan pelajari kembali bahasan tentang Infeksi Amoeba (*Amoebiasis*). Coba Anda simak kembali materi tentang infeksi Flagelata.
- 3) Buka topik tentang infeksi sporozoa.
- 4) Lihat bahasan infeksi sporozoa-pencegahan malaria.

Ringkasan

Protozoa merupakan organisme bersel satu. Protozoa berbeda dengan eukarotik protista lainnya karena kemampuannya bergerak pada beberapa stadium siklus hidupnya. Protozoa ditemukan dalam semua habitat basah.

Sebagian besar protozoa hidup bebas di alam, beberapa ditemukan habitat komensal dalam usus manusia, salah satu organisme *E. histolytica* dapat menginvasi jaringan dan menyebabkan penyakit. Sebagian besar protozoa hidup bebas di alam, beberapa ditemukan habitat komensal dalam usus manusia, salah satu organisme *E. histolytica* dapat menginvasi jaringan dan menyebabkan penyakit. Dari organisme sporozoa, terdapat dua penyakit yang potensial mematikan manusia, yaitu malaria dan toksoplasmosis.

Dalam kebanyakan parasit protozoa, tahap perkembangan yang sering ditularkan dari satu host ke host yang lain adalah stadium kista. Proses reproduksi juga berhubungan dengan pembentukan kista. Reproduksi aseksual beberapa siliata dan flagelata dikaitkan dengan pembentukan kista, dan reproduksi seksual Sporozoa selalu menghasilkan kista. Protozoa patogen dapat menyebar dari klien yang terinfeksi ke orang lain dapat terjadi penularan fecal-oral melalui makanan dan air yang terkontaminasi. Dapat pula melalui gigitan serangga atau gesekan feses serangga yang terinfeksi pada area gigitan dan kontak seksual.

Tes 2

- 1) Ciri berikut yang tidak terdapat pada protozoa adalah
 - A. bersel satu
 - B. reproduksi seksual dengan konjugasi
 - C. trophozoit merupakan bentuk yang resisten
 - D. bentuk merozoit, sporozoit

- 2) Protozoa berikut yang merupakan jenis amoeba adalah
 - A. *Giardia lamblia*
 - B. *Trichomonas vaginalis*
 - C. *Trypanosoma* spp.
 - D. *Entamoeba histolytica*

- 3) Faktor patogenitas penting bagi protozoa untuk memasuki tubuh manusia adalah
- A. toksin yang dilepaskan parasit
 - B. perubahan dalam bentuk kista
 - C. perubahan ekspresi antigen untuk menginvasi respon imun
 - D. pertahanan host yang kurang aktif
- 4) Pernyataan berikut yang tidak benar tentang penyebaran protozoa patogen adalah
- A. menghirup udara yang terkontaminasi
 - B. penularan fecal-oral pada makanan dan air yang terkontaminasi
 - C. gigitan serangga yang terinfeksi
 - D. gesekan feses serangga yang terinfeksi pada area gigitan
- 5) Merozoit Plasmodium yang menginfeksi seluruh stadium eritrosit adalah
- A. *Plasmodium ovale*
 - B. *Plasmodium vivax*
 - C. *Plasmodium falciparum*
 - D. *Plasmodium malariae*
- 6) Mengonsumsi ikan atau kepiting yang kurang matang/mentah dapat tertular parasit berikut
- A. *Fasciola hepatica*
 - B. *Paragonimus westermani*
 - C. *Schistosoma japonicum*
 - D. *Giardia intestinalis*
- 7) Parasit protozoa berikut yang ditularkan melalui konsumsi makanan, cairan, atau sayuran yang terkontaminasi oleh feses yang mengandung parasit infeksi (fecal oral) adalah
- A. *Ascaris lumbricoides*
 - B. *Enterobius vermicularis*
 - C. *Entamoeba histolytica*
 - D. *Trichomonas vaginalis*
- 8) Protozoa berikut yang menghasilkan spora sebagai cara perkembangbiakannya adalah
- A. *Plasmodium sp.*
 - B. *Entamoeba histolytica*
 - C. *Cryptosporium*
 - D. *Giardia lamblia*
- 9) Pemeriksaan laboratorium pada amebiasis, biasanya ditegakkan dengan menemukan *E. histolytica* pada feses dalam bentuk
- A. trophozoit
 - B. histolitika

- C. minuta
 - D. kista
- 10) Parasit *Plasmodium* sp. menginfeksi manusia pada air liur nyamuk Anopheles dalam bentuk
- A. merozoit
 - B. trophozoit
 - C. gametosit
 - D. sporozoit

Kunci Jawaban Tes

Tes 1

- 1) (B) Endoparasit. Endoparasit adalah parasit yang hidup di dalam tubuh manusia, misalnya di dalam darah, otot dan usus, contohnya *Plasmodium* sp.
- 2) (D) yang dapat menularkan parasit pada manusia dan hewan. Jadi, peningkatan penyebaran parasit harus dengan vektor atau host yang sesuai .
- 3) (C) Parasitosis. Penyakit yang disebabkan oleh parasite.
- 4) (B) Arachnida. Protozoa diklasifikasikan menjadi 4 berdasarkan organ pergerakannya, meliputi: Rhizopoda (Amoeba), flagelata (mastingopora), ciliata (Chiliopora), dan sporozoa.

- 5) (A) Status carier. Hubungan parasit host yang sempurna di mana kerusakan jaringan oleh parasit diseimbangkan dengan perbaikan jaringan host. Pada titik ini parasit dan host hidup harmonis, yaitu mereka pada kesetimbangan.
- 6) (D) Parenteral. Penularan infeksi dari satu host ke host yang lain, yang disebabkan oleh parasit tertentu dapat dilakukan dengan cara: a. Rute oral, b. Penetrasi kulit dan membran mukosa, c. Inokulasi vektor antropoda, d. Kontak seksual.
- 7) (A) Poliferasi jaringan tubuh yang berlebihan. Efek langsung parasit pada host: a. Cedera mekanik, b. efek merusak dari zat beracun, c. pengambilan nutrisi. Jadi poliferasi jaringan tubuh yang berlebihan merupakan efek tidak langsung.
- 8) (C) *Paragonimus westermani*. Trematoda paru-paru yang mempunyai host definitif (pada kucing, anjing, manusia), host perantara (keong air tawar/siput) dan host perantara 2 (kepiting).
- 9) (A) Pencegahan. Siklus hidup parasit terdiri atas dua fase utama, fase di dalam tubuh dan fase di luar tubuh manusia. Siklus hidup parasit di dalam tubuh memberikan informasi tentang symptomatology dan patologi dari parasit, serta metode diagnosis dan pemilihan obat yang tepat. Siklus parasit di luar tubuh, memberikan informasi penting yang berkaitan dengan epidemiologi, pencegahan, dan pengendalian.

Tes 2

- 1) (C) Trofozoit merupakan bentuk yang resisten. Ciri protozoa: a. Bersel satu, b. Reproduksi seksual dengan konjugasi, c. Bentuk merozoit, sporozoid, d. Mempunyai nucleus (inti) yang berisi chromosome dan terletak di dalam cytoplasma (protoplasma), e. Bagian dalam dari cytoplasma disebut endoplasma.
- 2) (D) *Entamoeba histolytica*. Infeksi amoeba: *Entamoeba histolytica*, *Entamoeba coli*, *Entamoeba hartmanni*, *Jodamoeba butschlii*, *Dientamoeba fragilis*, *Endolimax nana*, dan satu spesies amoeba yang hidup di dalam mulut, yaitu *Entamoeba gingivalis*.
- 3) (B) Perubahan dalam bentuk kista. Faktor patogenitas penting protozoa untuk memasuki tubuh manusia adalah perubahan dalam bentuk kista
- 4) (A) Menghirup udara yang terkontaminasi. Protozoa patogen dapat menyebar dari satu orang yang terinfeksi ke yang lain dengan: penularan fecal-oral pada makanan dan air yang terkontaminasi, gigitan serangga atau gesekan feses serangga yang terinfeksi pada area gigitan dan kontak seksual.
- 5) (C) *Plasmodium falciparum*. *P. falciparum* akan menginfeksi semua stadium eritrosit hingga dapat menginfeksi sampai 10-40% eritrosit.
- 6) (B) *Paragonimus westermani*. Trematoda paru-paru yang mempunyai host definitif (pada kucing, anjing, manusia), host perantara (keong air tawar/siput), dan host perantara 2 (kepiting).
- 7) (D) *Trichomonas vaginalis*. Parasit protozoa yang ditularkan melalui konsumsi makanan, cairan atau sayuran yang terkontaminasi oleh feses yang mengandung parasit infeksi (fecal oral).
- 8) (A) *Plasmodium* sp. *Plasmodium* sp. sebagai penyebab penyakit malaria memiliki siklus hidup seksual (sporogoni) berlangsung pada nyamuk *Anopheles*, dan siklus aseksual yang berlangsung pada manusia.
- 9) (B) Histolitica. Diagnosis ditegakkan dengan menemukan *E. histolytica* bentuk histolitica dalam tinja, pemeriksaan darah menunjukkan adanya leukositosis. Bila amoeba tidak

ditemukan, pemeriksaan tinja perlu dilakukan 3 hari berturut-turut. Pemeriksaan serologi darah perlu dilakukan untuk menunjang diagnosis. Proktoskopi dapat digunakan untuk melihat luka yang terdapat di rektum dan untuk melihat kelainan di sigmoid digunakan sigmoidoskopi.

- 10) (A) Sporozoid. **Siklus aseksual**. Stadium ini dimulai ketika nyamuk *Anopheles* betina menggigit manusia dan memasukkan sporozoit yang terdapat pada air liurnya ke dalam darah manusia.

Glosarium

Carrier : seorang yang mengandung penyakit dalam tubuh tetapi orang tersebut tidak menampakkan adanya penyakit.

Ecto Parasit : parasit yang hidup di permukaan tubuh host.

Endo Parasit : parasit yang hidup di dalam tubuh host.

Fase sporogoni : fase di mana Plasmodium berkembang biak membentuk spora di tubuh.

Host = inang : jasad yang mengandung parasite.

Host difinitif : host yang mengandung parasit bentuk dewasa dan parasitnya bereproduksi secara seksual.

Infeksi : masuknya atau adanya parasit dalam tubuh host.

Infestasi : adanya parasit dipermukaan badan host.

Larva : anak hewan avertebrata yang masih harus mengalami modifikasi menjadi lebih besar atau lebih kecil untuk mencapai bentuk dewasa.

Merozoit : bentuk plasmodium yang menyerang sel darah merah manusia. **Mikologi** : merupakan cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang jamur (fungi).

Myasis : invasi larva lalat pada jaringan host yang hidup.

Parasit : organisme yang hidupnya menumpang (mengambil makanan dan kebutuhan lainnya) dari makhluk hidup lain.

Proglotid : segmen tubuh dari cestoda.

Sporozoit : bentuk *Plasmodium* yang masuk ke dalam tubuh manusia melalui gigitan nyamuk *Anopheles* betina.

Tropozoit (*trophozoite*): bakteri atau protozoa, terutama dari kelas sporozoa, yang berada pada tahap aktif dalam siklus hidupnya.

Vektor : serangga yang menularkan penyakit.

Zoonosis : suatu penyakit parasit pada hewan yang dapat ditularkan pada manusia, contoh: balantidiasis.

Daftar Pustaka

Assafa Dawit, *et al.* 2004. Medical Parasitology. Degree and Diploma Programs For Health Science Students. Ethiopia Public Health Training Initiative.

Dawit Assafa, *et al.* 2004. Medical Parasitology. Lecture Notes, Jimma University, Debu University, University of Gondar, In collaboration with the Ethiopia Public Health Training Initiative (EPHI), The Carter Center, the Ethiopia Ministry of Health, and the Ethiopia Ministry of Education.

Entjang Indan. 2001. Mikrobiologi dan Parasitologi Untuk Akademi Keperawatan. Bandung, PT Citra Aditya Bakti.

- Ganda Hussada S, Herry D, Pribadi Wita. 2000. Parasitologi Kedokteran. edisi ketiga, Balai Penerbit FKUI, Jakarta.
- Jaypee. 2005. Text book of Microbiology for Nursing Student. Jaypee Brother Publishers.
- Lu Gang Text Book of Human Parasitology, <http://gzy.hainmc.edu.cn/jingpin/jsc/content/TextBookofHumanParasitology.pdf>
- Michael J. Cuomo, Lawrence B. Noel, Daryl B. White. Diagnosing Medical Parasites: A Public Health Officers Guide to Assisting Laboratory and Medical Officers.
- Prasetyo RH. 2002. Pengantar Praktikum Helmintologi Kedokteran. Edisi 2, Airlangga University Press.
- Prasetyo RH. 2005. Pengantar Praktikum Protozoologi Kedokteran. Edisi 2, Airlangga University Press.
- Ryan Kenneth J. 2004. Sherris Medical Microbiologyan Introduction To Infectious Diseases. 4th Edition, Mcgraw-Hill.
- Salvo AD. 2012. Microbiology and Immunology-on line. University of South Caroline school of Medicine.

BAB III HELMINTOLOGI DAN ENTOMOLOGI

Dr. Padoli, SKp., M.Kes.

PENDAHULUAN

Sebelum mempelajari Bab 3 ini, sebaiknya Anda telah menguasai Bab 1 dan 2. Penyakit infeksi yang disebabkan oleh parasit cacing dan artropoda masih tinggi prevelansinya, terutama pada penduduk di daerah tropik seperti di Indonesia. Hal ini merupakan masalah yang cukup besar bagi bidang kesehatan masyarakat, dikarenakan Indonesia berada dalam kondisi geografis dengan temperatur dan kelembaban yang sesuai, sehingga mendukung kehidupan parasit, proses siklus hidup, dan cara penularannya.

Bahasan pada Bab 3 ini meliputi klasifikasi cacing, gangguan berbagai jenis cacing pada manusia, gambaran arthropoda dan pengaruhnya pada kesehatan, serta tindakan dalam pengendalian vektor. Di samping itu, juga dibahas mengenai jenis kekebalan tubuh, faktor yang mempengaruhi imunogenositas, struktur dan fungsi imunoglobulin (antibodi), serta mekanisme pertahanan tubuh terhadap mikroorganisme.

Setelah mempelajari bab ini diharapkan mahasiswa dapat menjelaskan tentang ruang lingkup helmintologi dan entomologi, dan secara khusus mahasiswa dapat:

1. menyebutkan klasifikasi cacing;
2. menjelaskan gangguan nematoda;
3. menjelaskan gangguan trematoda;
4. menjelaskan gangguan cestoda;
5. menjelaskan gambaran umum dan pentingnya arthropoda dalam kesehatan;
6. menyebutkan gangguan kesehatan terkait arthropoda;
7. menyebutkan tindakan pengendalian vektor;
8. menyebutkan jenis kekebalan tubuh;
9. menjelaskan faktor yang mempengaruhi imunogenositas;
10. menjelaskan struktur dan fungsi imunoglobulin (antibodi); dan
11. menjelaskan mekanisme pertahanan tubuh terhadap mikroorganisme.

Kegunaan mempelajari bab ini adalah membantu Anda untuk dapat menjelaskan tentang klasifikasi cacing, gangguan berbagai jenis cacing pada manusia, gambaran umum dan gangguan kesehatan terkait arthropoda, tindakan pengendalian vektor pembawa penyakit, serta pertahanan tubuh terhadap mikroorganisme.

Agar memudahkan Anda mempelajari Bab 3 ini, maka materi yang akan dibahas terbagi menjadi 3 topik, yaitu:

1. **Helmintologi**, yang membahas tentang pengertian helmintologi, klasifikasi cacing, gangguan berbagai jenis cacing, seperti Nematoda, Thrematoda, dan Cestoda pada manusia;
2. **Entomologi**, yang membahas tentang gambaran Arthropoda, pentingnya Arthropoda dalam kesehatan, gangguan kesehatan terkait Arthropoda, dan tindakan pengendalian vektor; dan
3. **Imunologi Dasar**, yang membahas tentang jenis kekebalan tubuh, faktor yang mempengaruhi imunogenositas, struktur dan fungsi imunoglobulin (antibodi), serta mekanisme pertahanan tubuh terhadap mikroorganisme.

Selanjutnya agar Anda berhasil dalam mempelajari materi yang tersaji dalam bab 3 ini, perhatikan beberapa saran berikut:

1. pelajari setiap materi topik secara bertahap;
2. usahakan mengerjakan setiap latihan dengan tertib dan sungguh-sungguh;

3. kerjakan tes yang disediakan; dan
4. diskusikan bagian-bagian yang sulit Anda pahami dengan teman sejawat atau melalui pencarian di internet.

Topik 1

Ruang Lingkup Helmintologi

Nah sekarang Anda telah mengetahui macam-macam parasit yang berkaitan dengan kesehatan manusia. Berikut ini akan dibahas lebih dalam tentang klasifikasi, siklus hidup, infeksi, dan pencegahan penyakit cacing (*helminthes*) pada manusia.

A. PENGERTIAN HELMINTOLOGI

Helmintologi adalah ilmu yang mempelajari parasit berupa cacing. Penyakit karena cacing (**helminthiasis**) banyak tersebar di seluruh dunia terutama di daerah tropis. Hal ini berkaitan dengan faktor cuaca dan tingkat sosio-ekonomi masyarakat.

Sebagian cacing memerlukan vertebrata atau avertebrata tertentu sebagai host, misalnya ikan, siput, crustaceae atau serangga dalam siklus hidupnya. Di daerah tropis, host ini juga banyak berhubungan dengan manusia, karena tidak adanya pengendalian dari masyarakat setempat.

Serangga seperti lalat dan nyamuk penghisap darah, di samping sebagai intermediet host, juga merupakan bagian dari lingkaran hidup cacing. Penyebaran telur cacing yang keluar bersama dengan feses klien berkaitan erat dengan pengetahuan tentang sanitasi. Kebiasaan buang air besar yang tidak higienis berdampak pada meningkatnya jumlah klien helminthiasis.

Begitu juga kebiasaan makan masyarakat menyebabkan penularan jenis cacing tertentu, misalnya makan makanan yang masih mentah atau setengah matang. Bila di dalam makanan tersebut terdapat kista atau larva cacing maka siklus hidup cacing menjadi lengkap ketika terjadi infeksi pada manusia.

Berbeda dengan infeksi organisme lain, seperti protozoa, dalam tubuh manusia cacing dewasa tidak memperbanyak diri. Cacing yang bersifat parasit pada manusia terbagi dalam 2 golongan besar, yaitu cacing gilig/silindris (*Nemathelminthes*) dan cacing pipih (*Platyhelminthes*).

B. KLASIFIKASI CACING

Berdasarkan taksonomi, parasit cacing dibagi menjadi: 1.

Nemathelminthes (cacing gilig, nema = benang); dan

2. *Platyhelminthes* (cacing pipih).

Stadium dewasa cacing yang termasuk ***Nemathelminthes*** (kelas *Nematoda*) berbentuk bulat memanjang (gilig, silindris) dan pada potongan transversal tampak rongga badan yang berisi organ, cacing ini mempunyai alat kelamin terpisah. Dalam parasitologi kedokteran *Nematoda* dibagi menjadi *Nematoda* usus yang hidup di rongga usus dan *Nematoda* jaringan yang hidup di jaringan berbagai organ tubuh.

Cacing dewasa yang termasuk ***Platyhelminthes*** mempunyai badan pipih tidak berongga dan bersifat hemaprodit. *Platyhelminthes* dibagi menjadi kelas *Trematoda* (cacing daun) dan kelas *Cestoda* (cacing pita). Cacing ***Trematoda*** berbentuk daun tidak bersegmen, sedangkan cacing ***Cestoda*** berbentuk pita dan bersegmen.

C. GANGGUAN NEMATODA

Besar dan panjang cacing *Nematoda* beragam mulai dari beberapa milimeter sampai yang lebih dari satu meter. Cacing ini mempunyai kepala, ekor, dinding dan rongga badan, serta alat-alat lain yang agak lengkap. Biasanya sistem pencernaan, ekskresi, dan reproduksi terpisah (unisexual). Pada umumnya cacing bertelur, tetapi ada juga yang vivipar dan yang berkembang biak secara partenogenesis.

1. Nematoda Usus (Nematoda Intestinal)

Manusia adalah host beberapa Nematoda usus. Nematoda usus ini menjadi penyebab terbesar masalah kesehatan masyarakat Indonesia. Di antara Nematoda usus terdapat sejumlah spesies yang ditularkan melalui tanah dan disebut **soil transmitted helminths** yaitu *Ascaris lumbricoides*, hookworm, *Strongyloides stercoralis*, dan *Trichuris trichiura*.

a. *Ascaris lumbricoides* (Cacing Gelang)

Cacing *Ascaris lumbricoides* paling umum menginfeksi manusia dan manusia merupakan satu-satunya hostnya. Penyakit yang disebabkan disebut **askariasis**. *Ascaris lumbricoides* merupakan cacing gelang, pada umumnya menginfeksi lebih dari 700 juta orang di seluruh dunia.

1) Morfologi

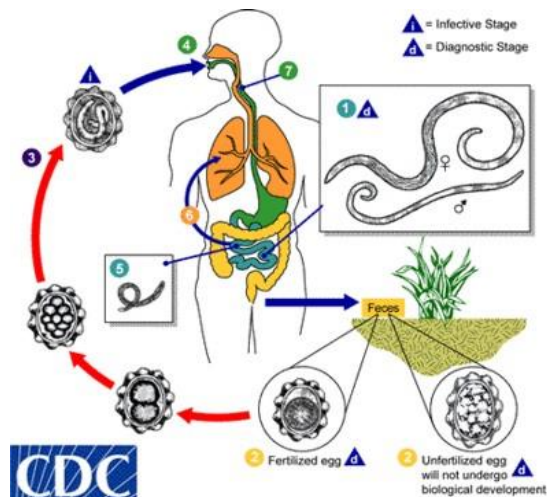
Cacing gelang dewasa bentuknya mirip dengan cacing tanah, tubuh berwarna kuning kecoklatan.

Cacing jantan berukuran 10-30 cm, dan yang betina berukuran 23-35 cm. Stadium dewasa hidup di rongga/lumen usus. Seekor cacing betina dapat bertelur sekitar 100.000-200.000 butir sehari, yang kemudian dibuang ke dalam tinja dan menetas di dalam tanah. Telur-telur ini ada yang dibuahi dan tidak dibuahi. Dalam keadaan yang sesuai, telur yang dibuahi berkembang menjadi bentuk yang infeksius dalam waktu kurang lebih 3 minggu.

2) Siklus hidup

Bentuk infeksius telur berisi embrio, bila tertelan oleh manusia, menetas di usus halus. Larvanya menembus dinding usus halus menuju pembuluh darah atau saluran limfe, lalu dialirkan ke jantung, kemudian mengikuti aliran darah ke paru. Larva di paru-paru menembus pembuluh darah kapiler alveoli, lalu dinding alveoli, masuk rongga/lumen alveoli, kemudian naik ke trakea melalui bronkiolus dan bronkus. Dari trakea larva ini menuju ke faring, sehingga menimbulkan rangsangan pada faring. Klien batuk karena rangsangan ini dan larva akan tertelan ke dalam esofagus, lalu menuju ke usus halus.

Di usus halus larva berubah menjadi cacing dewasa dan pada usia 2 bulan akan bertelur. Telur yang dihasilkan keluar dari tubuh host bersama tinja (Gambar 3.1).



Gambar 3.1.
Siklus *Ascaris lumbricoides* (CDC, USA)

3) Gambaran klinik

Gangguan yang disebabkan cacing dewasa biasanya ringan. Kadang-kadang klien mengalami gejala gangguan usus ringan, seperti mual, nafsu makan berkurang, diare atau konstipasi. Pada infeksi berat, terutama pada anak dapat terjadi malabsorpsi sehingga memperberat keadaan malnutrisi. Efek yang sering terjadi bila cacing ini menggumpal dalam usus dapat menyebabkan obstruksi usus (ileus).

Pemeriksaan parasitologis untuk menegakkan diagnosis adalah dengan pemeriksaan tinja secara langsung (telur dan cacing dewasa), pemeriksaan cairan empedu (telur), pemeriksaan bahan muntahan (cacing dewasa), pemeriksaan sputum (larva), atau apabila cacing dewasa keluar sendiri melalui tinja, mulut atau hidung maka dengan sendirinya diagnosis sudah dapat ditegakkan.

4) *Epidemiologi*

Prevalensi askariasis tinggi pada anak-anak, kurangnya penggunaan jamban keluarga, pada daerah tertentu terdapat kebiasaan memakai feses sebagai pupuk.

b. *Ancylostoma braziliense* dan *Ancylostoma caninum*

Cacing ini menjadi penyebab **creeping eruption** pada manusia. Kucing dan anjing merupakan host definitif. Parasit ini ditemukan di daerah tropik dan subtropik termasuk di Indonesia.

Braziliense mempunyai 2 pasang gigi yang tidak sama besarnya. Cacing jantan memiliki panjang antara 4,7-6,3 mm, sedangkan yang betina panjangnya antara 6,1-8,4 mm. *A. caninum*

mempunyai 3 pasang gigi. Cacing jantan panjangnya kurang lebih 10 mm dan cacing betina kurang lebih 14 mm.

Larva tidak menjadi dewasa dalam tubuh manusia dan menyebabkan kelainan pada kulit yang disebut creeping eruption, creeping disease atau cutaneous larva migrans. **Creeping eruption** adalah suatu dermatitis dengan gambaran khas berupa kelainan intrakutan serpiginoza, yang antara lain disebabkan *Ancylostoma braziliense* dan *Ancylostoma caninum*.

Setelah terinfeksi dalam beberapa hari terbentuk terowongan intrakutan sempit, yang tampak sebagai garis merah, sedikit menimbul, terasa sangat gatal dan bertambah panjang menurut gerakan larva di dalam kulit. Sepanjang garis yang berkelok-kelok dapat terjadi infeksi sekunder karena kulit digaruk. Kelainan kulit terutama ditemukan pada kaki klien, lengan bawah, punggung, dan pantat. Diagnosis creeping eruption dapat ditegakkan dengan melihat gambaran klinis yang khas pada kulit dan dengan biopsi.

c. *Trichuris trichiura* (*Trichocephalus dispar*) (cacing cambuk)

Penyakit yang disebabkan oleh penyakit ini disebut **trikuriasis**. Manusia merupakan host cacing ini. Cacing ini bersifat kosmopolit, ditemukan di daerah panas dan lembab seperti di Indonesia.

1) Morfologi

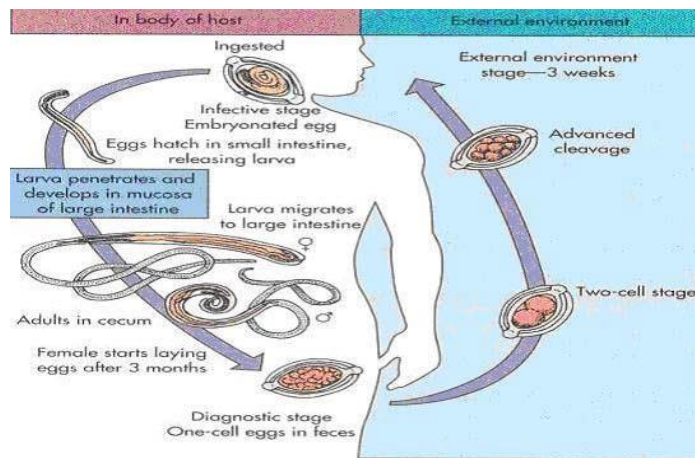
Cacing jantan memiliki panjang kurang lebih 4 cm, sedangkan cacing betina kurang lebih 5 cm.

Bagian anterior langsing seperti cambuk dengan panjang kurang lebih 3/5 dari panjang seluruh tubuhnya, sedangkan bagian posterior lebih gemuk.

2) Siklus hidup

Cacing dewasa ini hidup di dalam kolon asendens dan sekum dengan bagian anteriornya yang seperti cambuk masuk ke dalam mukosa usus (Gambar 3.2). Seekor cacing betina diperkirakan bisa menghasilkan telur kurang lebih 3.000-10.000 butir setiap harinya. Ukuran telur 50 µm, berbentuk seperti tempayan, kulit berwarna oranye, dan isi berwarna kuning. Telur yang telah dibuahi keluar dari host bersama feses klien. Telur tersebut menjadi matang dalam waktu 3-6 minggu pada tanah yang lembab dan tempat yang teduh. Telur yang matang adalah telur yang berisi larva dan merupakan bentuk infeksius. Infeksi langsung apabila host baru secara tidak sengaja menelan telur matang. Larva kemudian keluar melalui dinding telur dan masuk ke dalam usus halus. Setelah dewasa cacing turun ke usus bagian distal dan masuk ke daerah kolon. Masa pertumbuhan mulai dari telur yang tertelan sampai cacing dewasa betina bertelur kurang lebih 30-90 hari. Cacing ini pada manusia terutama hidup di sekum, tapi dapat juga ditemukan di kolon asendens. Pada

infeksi berat terutama pada anak cacing ini tersebar di seluruh kolon rektum. Kadang terlihat di mukosa rektum yang mengalami prolaps akibat megejanya klien saat defekasi.



Gambar 3.2.

Siklus hidup *Trichuris trichiura* (Dawit Assafa, et al, 2004)

3) Gejala Klinik

Cacing ini memasukkan kepalanya ke dalam mukosa usus, menimbulkan iritasi dan peradangan pada mukosa usus, menghisap darah hostnya, sehingga dapat menyebabkan anemi. Klien umumnya anak-anak dengan infeksi *Trichuris* yang berat dan menahun menunjukkan gejala feses bercampur darah dan lendir (sindrom disentri), berat badan turun, dan terkadang juga disertai dengan prolapsus rektum. Diagnosis dibuat dengan menemukan telur cacing di dalam feses klien.

4) Pencegahan

Di daerah yang sangat endemik infeksi dapat dicegah dengan pengobatan klien trikuriasis, pembuatan jamban yang baik dan pendidikan tentang sanitasi dan kebersihan perorangan, terutama anak-anak. Selalu mencuci tangan setelah dari kamar mandi/WC, mencuci tangan sebelum makan, mencuci dengan baik buah dan sayur yang dimakan mentah adalah penting apalagi di negara yang memakai tinja sebagai pupuk.

d. *Strongyloides stercoralis* (Cacing Benang)

Manusia merupakan host utama cacing ini, penyakit yang ditimbulkannya disebut **strongilodiasis**. Nematoda ini terdapat di daerah tropis dan subtropis, sedangkan di daerah yang beriklim dingin jarang ditemukan. Pada umumnya yang hidup parasitik pada manusia adalah cacing betina. Cacing betina yang parasitik ini berbentuk benang halus, tidak berwarna, semi transparans, panjangnya $\pm 2,2$ mm dilengkapi sepasang uterus, dan sistem reproduksinya ovovivipar.

Cara berkembangbiaknya diduga secara partenogenesis. Telur bentuk parasitik diletakkan di mukosa usus, kemudian telur tersebut menetas menjadi larva rabditiform yang masuk ke rongga usus serta dikeluarkan bersama tinja. Nematoda ini mempunyai 3 macam siklus hidup.

1) Siklus hidup

Cacing jantan dan betina dewasa tinggal di usus kecil. Setelah pembuahan, cacing betina menembus mukosa usus kecil dan bertelur di submukosa. Telur menetas dan larva menembus mukosa kembali ke lumen usus. Jika kondisi lingkungan menguntungkan, larva akan keluar dengan tinja ke dalam tanah. Sesudah 2-3 hari di tanah, mereka berubah menjadi dewasa, bertelur, dan larva menetas bisa berubah menjadi dewasa, dan seterusnya. Jika kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan, larva dalam tinja akan berkembang dan berubah menjadi larva bentuk filaria yang infeksius, yang menembus usus (auto-infeksi). Larva menembus kulit dari tanah atau dengan autoinfeksi interna yang dibawa oleh darah ke paru, naik ke trakea, turun ke kerongkongan dan matang di usus kecil menjadi dewasa. Kurang lebih 28 hari setelah infeksi, cacing betina sudah bisa memproduksi telur.

2) Gambaran Klinik

Ketika larva filariformis dalam jumlah besar menembus kulit, timbul kelainan kulit yang dinamakan **creeping eruption** yang sering disertai rasa gatal yang hebat. Infeksi ringan dengan *Strongyloides* pada umumnya tidak menimbulkan gejala. Larva di paru dapat menyebabkan pneumonia, pasien kadang mengeluh rasa sakit, seperti tertusuk-tusuk di daerah epigastrium tengah dan tidak menjalar. Mungkin ada mual, muntah, diare berlendir, dan konstipasi saling bergantian. Sering ditemukan pada orang yang mengalami gangguan imunitas dan dapat menimbulkan kematian, karena terjadi hiperinfeksi akibat autoinfeksi interna.

3) Diagnosis

Strongiloidiasis ialah apabila menemukan larva rabditiform dalam feses segar, dalam biakan darah atau dalam aspirasi duodenum. Biakan feses sekurang-kurangnya selama 2x24 jam menghasilkan larva filariform dan cacing dewasa *Strongyloides stercoralis* yang hidup bebas.

e. *Enterobius vermicularis* (*Oxyuris vermicularis*/cacing kremi)

Manusia adalah satu-satunya host dan penyakitnya disebut **enterobiasis** atau **oksiuriasis**.

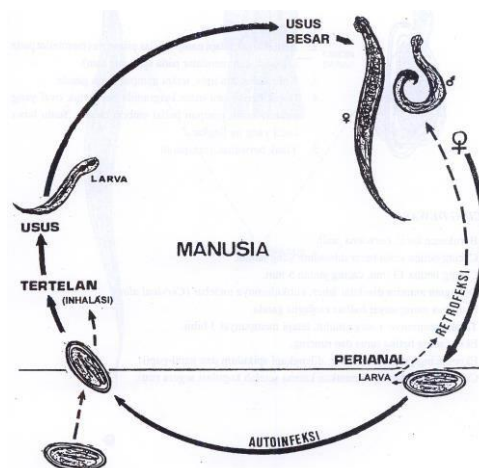
1) Morfologi

Cacing betina memiliki panjang 8-13 cm. Pada ujung anterior ada pelebaran kutikulum seperti sayap yang disebut **alae**. Bulbus esofagus jelas sekali, ekornya panjang dan runcing. Uterus cacing yang gravid melebar dan penuh dengan telur. Cacing jantan berukuran 2-5 cm, juga memiliki sayap dan ekornya melingkar sehingga berbentuk seperti tanda tanya (?). Spikulum pada ekor jarang ditemukan.

2) Siklus hidup

Habitat cacing dewasa biasanya di rongga sekum, usus besar, dan di usus halus yang berdekatan dengan rongga sekum. Makanannya adalah isi dari usus. Infeksi cacing kremi terjadi melalui infeksi langsung pasien (fecal-oral), inhalasi Aerosol debu yang terkontaminasi.

Cacing dewasa tinggal di usus besar. Setelah pembuahan, cacing jantan mati. Cacing betina yang gravid mengandung 11.000-15.000 butir telur, bermigrasi ke daerah perianal untuk bertelur dengan cara kontraksi uterus. Hal ini terjadi pada malam hari. Telur jarang dikeluarkan di usus, sehingga jarang ditemukan di dalam tinja. Telur menjadi matang dalam waktu kira-kira 6 jam setelah dikeluarkan pada suhu badan. Telur resisten terhadap desinfektan dan udara dingin. Dalam keadaan lembab telur dapat hidup sampai 13 hari. Waktu yang diperlukan untuk siklus hidupnya, mulai dari tertelannya telur matang sampai menjadi cacing dewasa gravid yang bermigrasi ke daerah perineal, berlangsung kira-kira 2-2 bulan (Gambar 3.3).



Gambar 3.3.

Siklus hidup *Enterobius vermicularis* (Prasetyo, 2002)

3) Gambaran Klinik

Beberapa gejala karena infeksi cacing *Enterobius vermicularis* yaitu kurang nafsu makan, berat badan turun, dan insomnia. Migrasi dari cacing menyebabkan reaksi alergi di sekitar anus dan pada malam hari menyebabkan gatal nokturnal (pruritus ani) dan enuresis. Cacing dapat mengobstruksi apendik menyebabkan apendisitis.

4) Diagnosis

Dianosis ditegakkan dengan menemukan telur dan cacing dewasa. Telur cacing dapat ditemukan dengan mudah melalui pemeriksaan menggunakan anal swab yang ditempelkan di sekitar anus pada waktu pagi hari sebelum buang air besar.

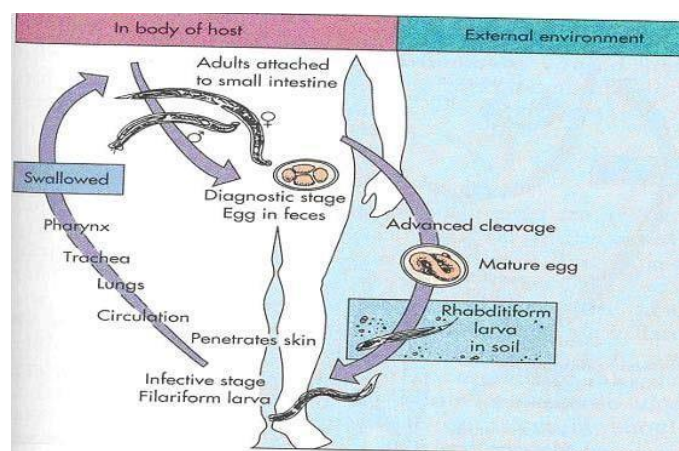
f. Hookworm (*Cacing kait, cacing tambang*)

Ada 2 jenis yang hostnya adalah manusia, yaitu *Necator americanus* dan *Ancylostoma duodenale*. Cacing ini menyebabkan **nekatoriasis** dan **ankilostomiasis**.

Cacing dewasa hidup di rongga usus halus melekat pada mukosa dinding usus. Cacing jantan berukuran kurang lebih 8 cm, dan betinanya berukuran kurang lebih 10 cm. Cacing betina *N. americanus* mengeluarkan telur kira-kira 9.000 butir setiap hari, sedangkan *A. duodenale* kira-kira 10.000 butir setiap hari. Bentuk badan dalam keadaan hidup *N. americanus* biasanya menyerupai huruf S, sedangkan *A. duodenale* menyerupai huruf C.

1) Siklus Hidup

Cacing dewasa hidupnya di dalam usus. Cacing betina bertelur, yang mengandung embrio belum matang dalam tahap 4 sel. Ketika telur keluar bersama tinja ke dalam tanah dan di bawah kondisi yang menguntungkan seperti suhu, kelembaban, dan oksigen, telur menetas menjadi larva berbentuk rhabdita, kemudian tumbuh menjadi larva bentuk filaria, dan menjadi infeksi (Gambar 3.4). Penularan penyakit terjadi bilamana larva cacing (bentuk filari) menembus kulit yang tidak terlindungi, masuk ke dalam aliran darah, sampai ke paru, menembus dinding alveolus, naik ke saluran napas bagian atas sampai di epiglottis, pindah ke esophagus kemudian tertelan, sampai di intestinum, menjadi dewasa, dan cacing betinanya menghasilkan telur dan mengulang siklus tadi. Infeksi terjadi bila larva filariform menembus kulit. Infeksi *A. duodenale* juga mungkin dengan menelan larva filariform.



Gambar 3.4.

Siklus hidup cacing tambang (Dawit Assafa, *et al*, 2004)

2) Gambaran Klinik

Bila banyak larva sekaligus menembus kulit, maka terjadi perubahan kulit yang disebut **ground itch**. Cacing dewasa di dalam usus menyebabkan anemi defisiensi besi. Tiap cacing *N. americanus* menyebabkan kehilangan darah sebanyak 0,005-0,1 cc sehari, sedangkan *A. duodenale* 0,08-0,34 cc. Biasanya terjadi anemia hipokrom mikrositer, dan eosinofilia. Penyakit ini tidak menyebabkan kematian, tetapi daya tahan berkurang dan prestasi kerja menurun.

3) Diagnosis

Diagnosis ditegakkan dengan menemukan telur dalam tinja segar. Dalam tinja yang lama mungkin ditemukan larva. Pencegahan dapat dilakukan dengan selalu mengenakan alas kaki. Pengobatan dilakukan dengan pemberian mebendazole tablet 2 kali sehari selama 3 hari.

2. Nematoda Jaringan/Darah

a. *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi*, dan *Brugia timori*

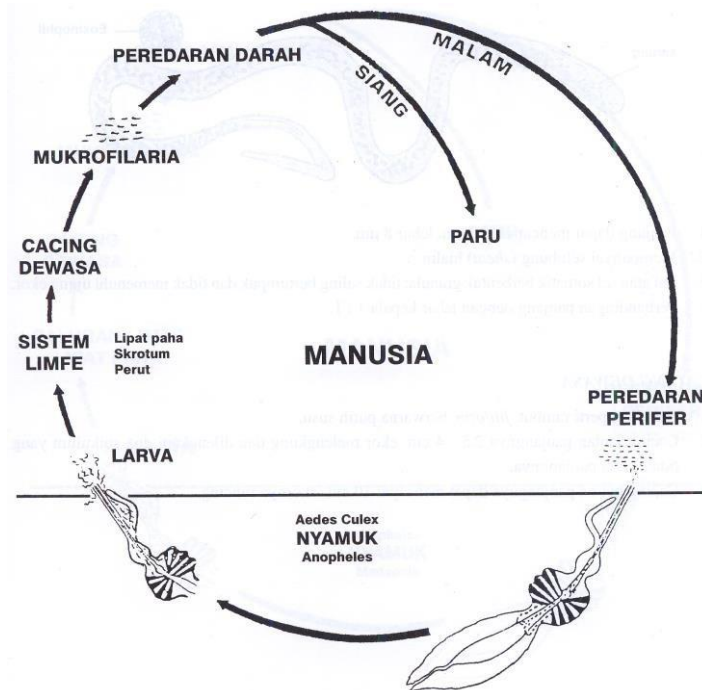
Wuchereria bancrofti, *Brugia malayi*, dan *Brugia timori*, dikenal sebagai Nematoda filaria, menyebabkan penyakit kaki gajah atau elefantiasis/filariasis. Cacing dewasa bentuknya seperti rambut, filiformis, berwarna putih susu. *W. Bancrofti* jantan panjangnya 2,5-4 cm, ekor melengkung, cacing betina panjangnya dapat mencapai 10 cm, ekornya runcing. Cacing betina *Brugaria malayi* panjangnya dapat mencapai 55 mm, cacing jantan 23 mm. Cacing betina *Brugaria timori* panjangnya 39 mm dan yang jantan 23 mm. Ketiga spesies cacing ini dikenal juga sebagai cacing filaria limfatik, sebab habitat cacing dewasa adalah di dalam sistem limfe (saluran dan kelenjar limfe) manusia yang menjadi host definitifnya, maupun dalam sistem limfe hewan yang menjadi host reservoir (kera dan kucing hutan). Cacing filaria ini ditularkan melalui gigitan nyamuk yang menjadi vektornya.

Wuchereria sp. dalam siklus hidupnya memerlukan serangga (insect) sebagai vektor/host intermedietnya. Filariasis bancrofti tipe urban vektornya adalah nyamuk *Culex quenequefasciatus/C. fatigans* dan tipe rural, vektornya nyamuk *Anopheles* atau nyamuk *Aedes*. Filariasis malayi vektornya adalah nyamuk *Mansonia* atau nyamuk *Anophles* yang tempat perindukannya di rawa-rawa dekat hutan. Cacing dewasa yang hidup di saluran getah bening, setelah kawin akan menghasilkan mikrofilaria (180-290 mikron) yang masuk ke aliran darah.

1) Siklus hidup cacing filaria

Cacing ini hidup pada pembuluh limfe di kaki. Pada saat dewasa, cacing ini menghasilkan telur kemudian akan menetas menghasilkan mikrofilaria. Selanjutnya, mikrofilaria beredar di

dalam darah. Mikrofilaria dapat berpindah ke peredaran darah tepi di bawah kulit. Jika pada waktu itu ada nyamuk yang menggigit, maka mikrofilaria tersebut dapat menembus dinding usus nyamuk lalu masuk ke dalam otot dada nyamuk, kemudian setelah mengalami pertumbuhan, larva ini akan masuk ke alat penusuk. Jika nyamuk menusuk (menggigit) manusia, maka manusia akan tertular penyakit ini, demikian seterusnya (Gambar 3.5).



Gambar 3.5.
Siklus hidup *Wucheria bancrofti* (Prasetyo, 2002)

2) Siklus Hidup

Invasi mikrofilaria melalui kulit dengan tusukan (gigitan) host perantara arthropoda. Mikrofilaria menyerang kelenjar dan saluran limfatik, biasanya ekstremitas bawah, di mana mereka berkembang menjadi cacing dewasa. Mikrofilaria bergerak ke dalam aliran darah. Mereka tetap dalam sirkulasi paru siang hari, muncul ke dalam sirkulasi perifer hanya pada malam hari, bertepatan dengan kebiasaan menggigit vektor. Jumlah cacing dewasa yang banyak dapat menyebabkan penyumbatan aliran limfe dan lymphedema yang besar, sehingga kaki membengkak seperti kaki gajah (elephantiasis). 3) Gambaran klinik.

Cacing dewasa menyumbat aliran getah bening di kelenjar getah bening dan pembuluh limfatik mengalirkan ke tungkai bawah dan alat kelamin eksternal. Tungkai bawah dan genitalia eksterna menjadi bengkak. Kulit menjadi tebal dan pecah-pecah. Penyakit ini disebut **elephantiasis bancroftian**. Gejala utama dan temuan meliputi: limfangitis, lymphedema, demam, sakit kepala, mialgia, hidrokela, dan chyluria.

4) Diagnosis

Pemeriksaan apus darah tepi dengan tehnik paparan tebal dan setelah pewarnaan dengan Giemsa atau Leishman untuk mendeteksi mikrofilaria. Pengambilan spesimen darah tepi harus diambil pada malam hari dan kondisi istirahat. Pengobatan dengan Diethyl carbamazine (DEC) sebesar 2 mg/kg 3x sehari selama 2 minggu.

3. Trematoda (Cacing Daun)

Trematoda umumnya bersifat hermaphrodit, kecuali cacing Schistosoma, mempunyai batil isap mulut dan batil isap perut. Host definitif cacing trematoda adalah kucing, anjing, kambing, sapi, babi, tikus, burung, luak, harimau, dan manusia. Menurut habitat cacing dewasa dalam tubuh host, trematoda di bagi dalam:

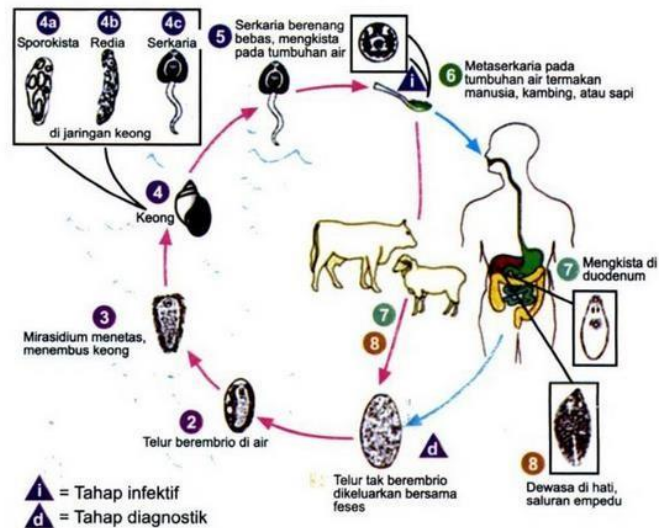
- a. Trematoda hati (**liver fluke**): Clonorchis sinencis, Opistharcis felineus, Fasciola hepatica.
- b. Trematoda usus (**intestinal fluke**): Fasciolaposis busky, Echinostomatidae dan Heterophyidae.
- c. Trematoda paru (**lung fluke**): Paragonimus westermani.
- d. Trematoda darah (**blood fluke**): Schistoma japonicum, Schistoma mansoni, dan Schistoma haematobium.

Fasciola hepatica

Host cacing ini adalah kambing dan sapi, kadang parasit ini ditemukan pada manusia. Penyakit yang ditimbulkannya disebut **fasiolasis**. Parasit ini ditemukan Amerika Latin, Perancis, dan negara-negara sekitar Laut Tengah.

Morfologi

Cacing dewasa mempunyai bentuk pipih seperti daun, besarnya kira-kira 30x13 mm. Pada bagian anterior berbentuk seperti kerucut dan pada puncak kerucut terdapat batil isap mulut yang besarnya ± 1 mm, sedangkan pada bagian dasar kerucut terdapat batil isap perut yang besarnya $\pm 1,6$ mm. Telur cacing berukuran 140x90 mikron, telur menjadi matang dalam air setelah 9-15 hari dan berisi mirasidium. Telur kemudian menetas dan mirasidium keluar dan mencari keong air, di dalam keong air terjadi perkembangan menjadi serkaria. Serkaria keluar dari keong air dan berenang mencari host perantara II, yaitu tumbuhan air (Gambar 3.6).



Gambar 3.6.

Siklus hidup *Fasciola hepatica* (Muslim, 2009)

Infeksi terjadi dengan makan tumbuhan air yang mengandung serkaria. Migrasi cacing dewasa muda ke empedu menimbulkan kerusakan parenkim hati. Saluran empedu mengalami peradangan, penebalan, dan sumbatan sehingga menimbulkan sirosis periportal. Diagnosis ditegakkan dengan menemukan telur dalam tinja, cairan duodenum atau cairan empedu.

4. Cestoda (Cacing Pita)

Badan cacing dewasa terdiri atas: **skoleks**, yaitu kepala yang merupakan alat untuk melekat, dilengkapi dengan batil isap atau dengan lekuk isap; **leher**, yaitu tempat pertumbuhan badan; dan **strobila**, yaitu badan yang terdiri atas segmen-segmen yang disebut proglotid. Tiap proglotid dewasa mempunyai susunan alat kelamin jantan dan betina yang lengkap. Keadaan ini disebut **hermafrodit**. Infeksi terjadi dengan menelan larva berbentuk infeksius atau menelan telur.

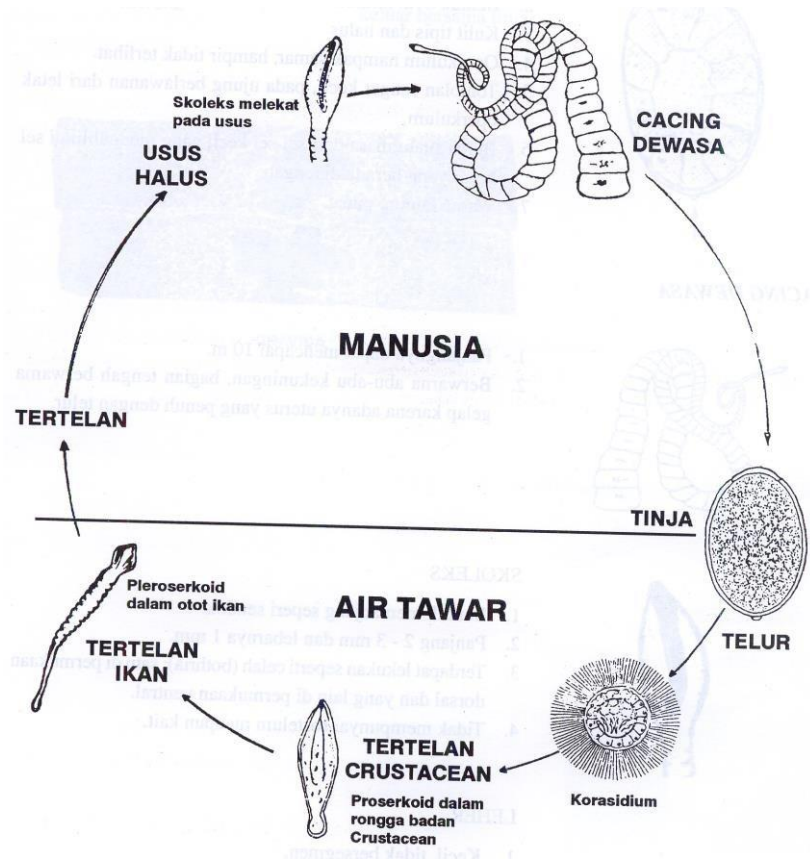
a. *Dipyllobothrium latum*

Dipyllobothrium latum atau cacing pita ikan merupakan cacing pita terluas dan terpanjang, berwarna abu-abu kekuningan, bagian tengah berwarna gelap karena adanya uterus yang penuh dengan telur. Cacing dewasa panjangnya dapat mencapai 10-30 meter, menempel pada dinding intestinum dengan scolex. Panjang scolex dengan lehernya 5-10 mm, jumlah proglotidnya bisa mencapai 3.000 atau lebih. Satu cacing bisa mengeluarkan 1.000.000 telur setiap harinya.

1) Siklus hidup

Telur *Dipyllobothrium latum* harus jatuh ke dalam air agar bisa menetas menjadi coracidium. Coracidium (larva) ini harus dimakan oleh *Cyclops* atau *Diaptomus* untuk bisa melanjutkan siklus hidupnya. Di dalam tubuh *Cyclops* larva akan tumbuh menjadi larva proserkoid. Bila *Cyclops* yang mengandung larva proserkoid dimakan oleh ikan tertentu (intermediat host

kedua), maka larva cacing akan berkembang menjadi pleroserkoid. Pleroserkoid ini akan berada di dalam daging ikan. Bila daging ikan mentah yang mengandung pleroserkoid atau dimasak tidak sempurna dimakan manusia, maka akan terjadi penularan. Manusia terinfeksi dengan memakan ikan mentah. Di dalam usus manusia, pleroserkoid akan berkembang menjadi cacing dewasa (Gambar 3.7).



Gambar 3.7.
Siklus hidup *Diphyllobotrium latum* (Prasetyo, 2002)

2) Gambaran klinis

Gejala dari infeksi cacing ini biasanya asyptomatis, tetapi kadang-kadang menyebabkan kram berat, nyeri perut, muntah, kelemahan, dan penurunan berat badan. Anemia hipokrom mikrositer/pernisiosa juga dapat terjadi, karena gangguan penyerapan vitamin B12 di jejunum.

3) Pencegahan

Melalui pelarangan pembuangan limbah yang tidak diobati ke dalam air tawar/danau. Perlindungan pribadi dengan memasak segala jenis ikan air tawar.

b. *Taenia solium*

Taenia solium atau cacing pita babi dewasa panjang 2-4 m dapat mencapai 8 m, dan menempel pada scolexnya sedangkan cysticercusnya terdapat di jaringan otot atau jaringan

subcutan. Jumlah segmen proglotid pada umumnya tidak lebih dari 1000. Segmen gravida dilepaskan dalam bentuk rantai segmen terdiri dari 5-6 segmen. Proglotid gravida dapat mengeluarkan sekitar 30.000-50.000 telur. Telur yang keluar dari proglotid gravida, baik setelah proglotid lepas dari strobila ataupun belum, keluar dari tubuh manusia bersama feces.

1) Siklus Hidup

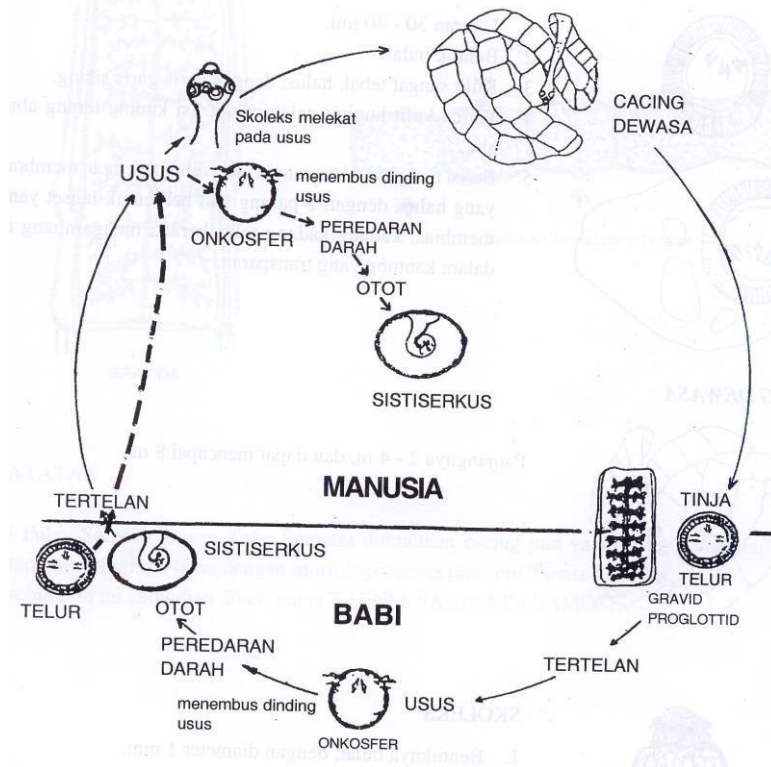
Telur yang jatuh di tanah bila termakan oleh manusia atau babi, sampai di intestinum akan menetas kemudian menembus dinding intestinum masuk ke dalam aliran lympho atau aliran darah dan beredar ke seluruh tubuh. Sebagian besar akan masuk ke dalam otot, lidah, leher, batang otak, mata, dan sistem saraf atau ke dalam jaringan subcutan. Dalam waktu 60-70 hari akan berkembang menjadi *cysticercus* yang menetap di dalam otot atau jaringan subcutan. Bila manusia makan daging babi yang mengandung *cysticerci*, tidak dimasak dengan benar, maka *cysticerci* ini di dalam intestinum akan menetas menjadi larva dan dalam waktu 5-12 minggu tumbuh menjadi cacing dewasa yang menetap di dalam intestinum (Gambar 3.8).

2) Gambaran klinik

Orang yang terinfeksi mungkin mengeluh sakit epigastrium, nafsu makan bertambah, lemas, dan berat badan berkurang. Bila *cysticerci* berada di jaringan otak, sumsum tulang belakang, mata atau otot jantung akibatnya menjadi serius bahkan bisa mematikan.

3) Pencegahan

Pencegahan *Taenia solium* dengan pengobatan pada orang yang terinfeksi, memasak, dan mengolah daging babi tepat dan pembuangan kotoran manusia yang tepat (baik kebersihan/sanitasi). Pengobatan dengan pemberian Niclosamide sebanyak 2 gram peroral.



Gambar 3.8.
Siklus hidup *Taenia solium* (Prasetyo, 2002)

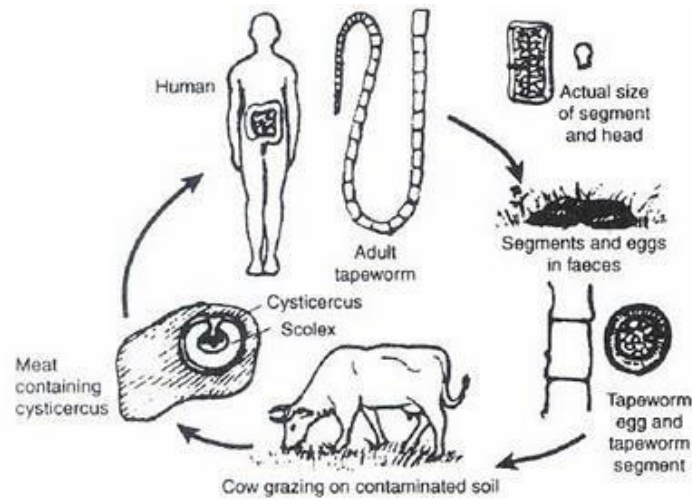
c. *Taenia saginata*

1) Morfologi

Taenia saginata atau cacing pita sapi, berwarna putih tembus cahaya, cacing dewasa panjangnya 4-12 meter, dapat mencapai 24 m, dan hidup di dalam intestinum.

2) Siklus Hidup

Telur cacing yang keluar bersama feces klien bila jatuh di tanah dan termakan oleh sapi atau kerbau, di dalam intestinum sapi akan menetas menjadi larva. Larva ini akan menembus dinding usus, masuk ke dalam aliran darah dan menyebar ke seluruh tubuh sapi. Bila sampai ke jaringan otot, akan menetap dan berkembang menjadi calon kepala yang terlindung dalam kista (*ysticercus*). Manusia yang bersifat sebagai host definitif akan tertular *Taenia saginata* bila memakan kista (*cystisercus*) daging sapi mentah atau daging sapi yang belum masak betul. Di dalam usus dinding *cysticercus* akan pecah dan calon kepala berkembang menjadi cacing dewasa dengan cara tumbuh secara bertahap. Dalam waktu 12 minggu sudah dapat menghasilkan telur lagi (Gambar 3.9).



Gambar 3.9.
Siklus hidup *Taenia saginata* (Lu Gang, 2015)

3) Gambaran klinik

Orang yang terinfeksi mungkin mengeluh sakit epigastrium, nafsu makan bertambah, lemas, dan berat badan berkurang. Kadang-kadang disertai vertigo, nausea, muntah, sakit kepala, diare dan dapat menyebabkan obstruksi ileus.

4) Pengendalian dan pencegahan

Penatalaksanaan dengan pemberian niklosamida, empat tablet dikunyah dalam dosis tunggal, mebendazole 100mg dua kali sehari selama tiga hari. Pencegahan dilakukan dengan memasak menyeluruh daging (di atas 57°C) dan pembuangan feces manusia yang tepat. Feses diperiksa kembali setelah 3 dan 6 bulan untuk memastikan bahwa infeksi telah terobati.

d. *Echinococcus granulosus*

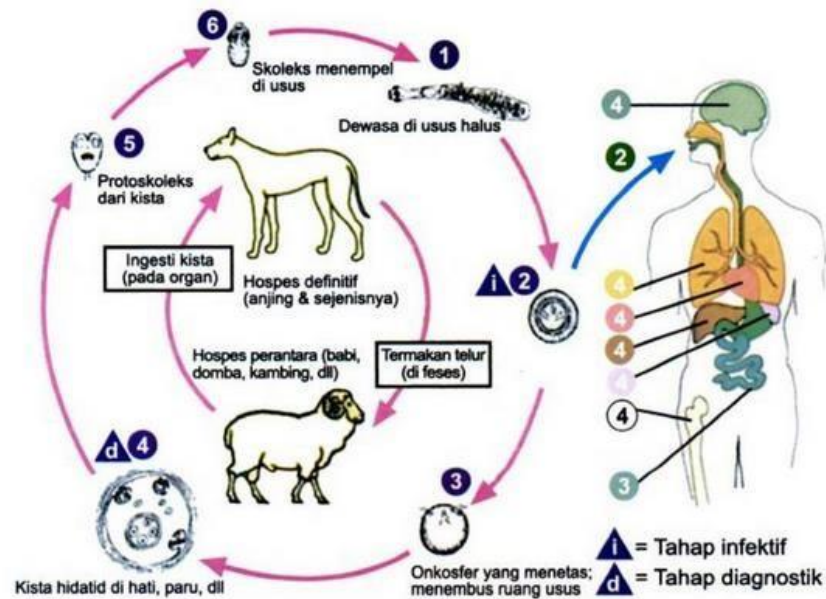
1) Morfologi

Echinococcus granulosus adalah Cestoda yang paling kecil, panjangnya hanya 1,5-6 mm. Cacing ini terdiri atas scolex, 1 proglotid muda, 1 proglotid tua dan 1 proglotid gravida. Sebagai host definitifnya adalah anjing, sedangkan manusia sebagai host intermediatnya.

2) Siklus hidup

Manusia tertulari cacing ini karena makan makanan atau minuman yang terkontaminasi telur *Echinococcus granulosus* yang berasal dari feces anjing yang sakit. Di dalam duodenum telur akan menetas menjadi larva. Larva ini akan menembus dinding duodenum, masuk ke dalam aliran darah dan menyebar ke seluruh tubuh, misalnya paru-paru, hati, otak. Pada organ-organ ini, larva berkembang menjadi kista hidatid. Sekitar 60-70% dari larva akan menjadi kista hydatid (hydatidcyst) di dalam liver dan klien mengalami hidatiasis. Di dalam

siklus hidup *Echinococcus granulosus* akan menjadi lengkap bila kista hydatid ini dimakan oleh carnivora, misalnya anjing (Gambar 3.10).



Gambar 3.10. Siklus hidup *Echinococcus granulosus* (Muslim, 2009)

3) Gambaran Klinik

Pada awalnya kista hydatid ini tidak menimbulkan gejala, akan tetapi dengan semakin besarnya kista, dapat menyebabkan batuk dengan hemoptisis pada penyakit paru-paru hidatidiasis, hepatomegali dengan sakit perut dan ketidaknyamanan, tekanan dari perluasan kista, pecahnya kista berakibat reaksi alergi yang parah anafilaksis.

Latihan

Nah, sekarang untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut, dengan memberikan penjelasan bebas dengan bahasa Anda sendiri pada lembar kertas tersendiri.

- 1) Sebutkan jenis host dan vektor *Wuchereria bancrofti* dan *Brugia malayi*!
- 2) Sebutkan populasi berisiko terinfeksi Nematoda usus!
- 3) Jelaskan cara penularan cacing kait (*hookworm*)!
- 4) Sebutkan jenis-jenis Trematoda berdasarkan habitat dalam tubuh manusia!
- 5) Jelaskan perbedaan *Taenia saginata* dengan *Taenia solium*!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Lihat bahasan materi tentang Nematoda jaringan/darah.
- 2) Silakan pelajari kembali bahasan tentang epidemiologi Nematoda usus.
- 3) Coba buka topik tentang Cacing kait (hookworm).
- 4) Lihat bahasan gangguan Trematoda (cacing daun).
- 5) Coba Anda lihat kembali materi tentang gangguan Cestoda (cacing pita).

Ringkasan

Helmintologi medis berkaitan dengan studi cacingan atau cacing parasit. Parasit jenis cacing yang menjadikan manusia sebagai host sebagian besar hidup di dalam usus halus dan kolon manusia, walaupun ada yang hidup di dalam organ lain. Cacing merupakan metazoa trofoblas (organisme banyak sel), menyebabkan berbagai penyakit pada manusia, yang berakibat anemia dan kekurangan gizi. Namun sedikit infeksi cacingan menyebabkan penyakit yang mengancam jiwa. Pada anak cacingan menyebabkan gangguan tumbuh kembang anak dan penurunan prestasi akademik.

Penularan cacing sebagian besar melalui feses klien yang mengandung telur cacing yang tidak sengaja tertelan oleh host (inang). Cacing dapat memasuki tubuh melalui rute yang berbeda-beda, meliputi: mulut, kulit, dan saluran pernapasan dengan cara menghirup udara yang mengandung telur cacing. Paparan manusia untuk parasit dapat terjadi melalui salah satu cara berikut:

1. tanah yang terkontaminasi (geo-cacingan), air (serkaria dari cacing darah), dan makanan (*Taenia* dalam daging mentah).
2. serangga pengisap darah atau arthropoda (seperti cacing filaria).
3. hewan domestik atau liar pembawa parasit (seperti dalam *Echinococcus* pada anjing).
4. orang ke orang (seperti dalam *Enterobius vermicularis*, *Hymenolopis nana*).
5. auto-infeksi, seperti pada *Enterobius vermicularis*.

Oleh karena itu, menjaga kebersihan lingkungan seperti mencuci tangan sebelum makan, mencuci bahan makanan sebelum dimasak, selalu menggunakan alas kaki, dan tidak buang air besar di sembarang tempat, tidak menggunakan tinja sebagai pupuk sangat berperan penting untuk mencegah masuknya cacing ke dalam tubuh manusia.

Cacing diklasifikasikan menjadi tiga kelompok besar, yaitu: 1) Trematoda (cacing daun), 2) Nematoda (cacing gilik), 3) Cestoda (cacing pita). Trematoda dan Cestoda merupakan kelompok cacing pipih.

Tes 1

- 1) Penularan atau invasi cacing tambang (hook worm) dapat dihindari dengan
 - A. mencuci sayuran dan memasak sayuran sampai matang
 - B. memasak daging sampai masak
 - C. menggunakan alas kaki
 - D. mencuci tangan dengan antiseptik

- 2) Parasit cacing berikut yang menyebabkan penyakit kaki gajah/elephantiasis adalah
 - A. *Enterobius vermicularis*
 - B. *Wuchereria bancrofti*
 - C. Nyamuk *Mansonia*
 - D. *Ascharis lumbricoides*

- 3) Parasit Nematoda usus berikut yang dapat mengakibatkan gejala nafsu makan menurun, gatal gatal di sekitar anus pada malam hari, insomnia bahkan dapat menyebabkan apendisitis adalah
 - A. *Ascharis lumbricoides*
 - B. *Taenia saginata*
 - C. *Echinococcus granulosus*
 - D. *Enterobius vermicularis*

- 4) Pengolahan dan pemrosesan daging babi yang tidak tepat, dapat mengakibatkan seseorang tertular parasit cacing jenis
 - A. *Tania solium*
 - B. *Tania saginata*
 - C. *Echinococcus granulosus*
 - D. *Ancylostoma caninum*

- 5) Spesimen untuk pemeriksaan menemukan mikrofilaria adalah
 - A. apusan darah
 - B. feces
 - C. sputum
 - D. urine

- 6) Parasit cacing berikut yang ditularkan melalui konsumsi daging mentah atau dimasak kurang matang adalah
 - A. *Enterobius vermikularis*
 - B. *Entamoeba histolytica*
 - C. *Taenia solium*
 - D. *Sreongyloides stercoralis*

- 7) Parasit cacing berikut yang ditularkan melalui konsumsi makanan, cairan atau sayuran yang terkontaminasi oleh feces yang mengandung parasit infeksi (fecal oral) adalah
 - A. *Giardia intestinalis*

- B. Entamoeba histolytica
 - C. Tenia Solium
 - D. Enterobius vermicularis
- 8) Parasit cacing berikut yang merupakan klas cacing pita (Cestoda) adalah
- A. Schistoma japonicum
 - B. Tenia saginata
 - C. Oxyuris vermicularis
 - D. Trichuris trichiura
- 9) Manusia dapat tertular parasit cacing *Taenia saginata* bila mengkonsumsi daging yang terkontaminasi karena tidak dimasak dengan matang. Daging tersebut adalah
- A. babi
 - B. anjing
 - C. ayam
 - D. sapi
- 10) Pengaruh parasit cacing umumnya menyebabkan kekurangan gizi akibat kompetisi nutrisi dalam saluran pencernaan. Satu parasit dapat pula menggumpal di usus dan menyebabkan ileus, adalah
- A. Ancylostoma braziliense
 - B. Trichuris trichiura
 - C. Ascaris lumbricoides
 - D. Strongyloides stercoralis

Topik 2

Entomologi

A. KLASIFIKASI ARTHROPODA

Entomologi berasal dari kata **entomon** mempunyai arti serangga dan logos yang berarti ilmu/pengetahuan. Jadi entomologi ialah ilmu yang mempelajari tentang serangga dan binatang yang termasuk phylum Arthropoda. Arthropoda adalah golongan binatang yang beruas-ruas/berbuku-buku. Sedangkan Arthropoda itu sendiri berasal dari kata **arthron** yang berarti ruas-ruas dan podes yang berarti kaki.

Arthropoda memiliki tubuh bersegmen-segmen, tonjolan tubuhnya selalu berpasangan (sayap, antena, dan kaki), bertubuh bilateral simetris, memiliki rangka luar (eksoskeleton), memiliki alat pencernaan yang dilengkapi mulut, dan anus. Arthropoda merupakan salah satu filum yang terbesar jumlahnya karena hampir 75% dari seluruh jumlah binatang. Ada tiga kelas arthropoda yang penting dalam kesehatan, yaitu:

1. Kelas Insecta, terdiri atas nyamuk, kutu penghisap darah, kutu busuk, kutu rambut, lalat, dan lain-lain
2. Kelas Arachnida, terdiri atas kutu pengisap darah, tungau dan kalajengking.
3. Kelas Crustacea, terdiri atas *Cyclops*.

B. KEPENTINGAN ARTHROPODA DALAM PARASITOLOGI

Peran Arthropoda yang mempengaruhi kesehatan manusia, dapat dibedakan menjadi dua cara, yaitu:

1. **Arthropoda sebagai penyebab langsung penyakit/ketidakhnyamanan** Efek langsung yang terlihat pada Arthropoda antara lain:

a. Kejengkelan

Kejengkelan muncul datang dari kegiatan serangga yang mengganggu, seperti terbang di sekitar atau mendarat di kepala dan makanan, mengisap darah, meskipun arthropoda tidak mengambil darah yang cukup untuk menyebabkan masalah medis pada manusia.

b. Entomophobia

Entomofobia adalah ketakutan irasional terhadap serangga. Salah satu bentuk ekstrim dari entomofobia adalah **delusi parasitosis**, di mana individu menjadi yakin bahwa mereka penuh dengan serangga padahal sebenarnya tidak ada kutu. Keadaan dapat menyebabkan alarm yang tidak semestinya dan kecemasan, yang mengarah pada penggunaan insektisida yang tidak beralasan, misalnya: perasaan ngeri, karena takut adanya bentuk serangga

c. Envenomisasi (Envenomization)

Envenomisasi adalah pengenalan racun ke dalam tubuh manusia dan hewan. Arthropoda juga dapat memasukkan racun ke host. Ada beberapa macam cara, toksin dapat dimasukkan ke tubuh manusia yaitu melalui gigitan (kelabang, laba-laba), sengatan (lebah, kalajengking), tusukan (nyamuk, kutu busuk), dan kontak langsung (ulat).

d. *Reaksi alergi*

Respon hipersensitif terhadap protein serangga. Semua mekanisme yang terkait dengan pengenalan racun juga dapat menyebabkan paparan alergen. Berat ringannya akibat racun tergantung pada faktor individu dan spesies arthropoda. Racunnya dapat bersifat hemolitik, hemorragik, neurotoksik, atau nekrotik. Bahkan, kematian akibat lebah dan sengatan lebah biasanya dikaitkan dengan reaksi hipersensitif daripada efek langsung dari racun. Contoh: bulu sayap mayfly (Ephemeroptera) dapat menimbulkan alergi, gangguan pernapasan, dan sesak napas.

e. *Dermatosis dan dermatitis*

Dermatosis adalah penyakit kulit dan dermatitis adalah peradangan kulit. Dermatitis dan dermatitis dapat disebabkan oleh kegiatan arthropoda. Banyak spesies tungau, seperti tungau kudis menghasilkan iritasi kulit akut. Tusukan nyamuk dapat menyebabkan gatal-gatal yang mungkin diikuti dengan infeksi sekunder.

Nah untuk melengkapi pengetahuan Anda tentang efek langsung arthropoda pada kesehatan manusia, cobalah Anda sebutkan beberapa contoh arthropoda disekitar Anda dan akibat yang ditimbulkannya pada kolom di bawah ini!

Istilah umum Arthropoda	Nama Ilmiah	Akibat yang ditimbulkannya
Kalajengking (Scorpion)	<i>Androctonus australis</i> <i>Centruroides irtatus</i>	Rasa sakit akibat sengatan, racun bersifat hemolisis, neurotoksis, kadang mematikan
.....
.....
.....

2. Arthropoda sebagai perantara penularan (vektor) penyakit Arthropoda

dapat menyebabkan penyakit melalui dua cara, yaitu:

a. *Transmisi mekanik (Mechanical carrier)*

Arthropoda membawa atau memindahkan bibit penyakit tanpa mengubah perkembangan atau multiplikasinya. Misalnya lalat rumah yang secara kebetulan hinggap di feces, memindahkan *Shigella dysenteriae* ke makanan yang terbuka sehingga terjadi penularan penyakit disentri.

b. *Tranmisi biologis (Biological carrier)*

Arthropoda menjadi pembawa biologis terhadap penularan penyakit, dengan melibatkan tahap-tahap tertentu dalam siklus hidup parasit terjadi dalam tubuh serangga, misalnya nyamuk *Anopheles*.

Dalam kapasitasnya sebagai host intermediet, transmisi biologi ada beberapa tipe:

1. Propagatif

Di dalam tubuh arthropoda terjadi penggandaan jumlah parasit, tetapi tidak disertai adanya perubahan perkembangan atau bentuk, misalnya: virus *Yellow fever* pada nyamuk *Aedes*.

2. Cyclopropagatif

Terjadi penggandaan jumlah dan perubahan perkembangan atau bentuk parasit sebagai kelanjutan siklus hidupnya, misalnya *Plasmodium sp.* pada nyamuk *Anopheles*.

3. Cyclodevelopmental

Di dalam tubuh arthropoda terjadi perubahan perkembangan parasit bentuk maupun strukturnya tetapi tidak ada penggandaan atau penambahan jumlah. Misalnya parasit *Wucherera bancrofti* pada *Culex* (sejenis nyamuk), nyamuk *Mansonia*.

4. Transovarian

Arthropoda mengeluarkan progeny parasit melalui telur, misalnya *Rickettsia typhi* dalam serangga.

Beberapa penyakit yang ditularkan arthropoda dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut ini.

Tabel 3.1. Vektor arthropoda, jenis parasit, dan penyakit

Vektor Arthropoda	Jenis Parasit	Penyakit	Reservoir
<i>Anopheles sp.</i>	<i>Plasmodium sp.</i>	<i>Malaria</i>	<i>Manusia</i>
<i>Aedes aegypti</i> <i>Anopheles sp.</i> <i>Mansonia sp.</i> <i>Culex fatigans</i>	<i>Wuchereria bancrofti</i> <i>W. malayi</i>	<i>Filariasis</i>	<i>Manusia</i>
<i>Xenopsylla cheopsis</i>	<i>Pasteurella pestis</i>	<i>Pest bubo</i>	<i>tikus</i>
<i>Pediculus humanus</i>	<i>Rickettsia rowazeki</i>	<i>Epidemic typhus</i>	<i>manusia</i>
<i>Aedes aegypti</i>	Virus dengue	<i>Demam berdarah (DHF)</i>	<i>manusia</i>
<i>Aedes aegypti</i>	Virus yellow fever	Yellow fever	<i>monyet</i>

Setelah kita mengetahui secara garis besarnya, mari kita uraikan beberapa gangguan kesehatan yang berhubungan dengan golongan serangga.

C. GANGGUAN YANG KESEHATAN YANG BERHUBUNGAN DENGAN ARTHROPODA

1. Lalat (Fly)

Myiasis adalah invasi larva lalat dipterous pada jaringan manusia dan hewan vertebrata lainnya. Larva ini biasanya hidup pada makanan manusia, atau jaringan hewan yang nekrotik/busuk, atau feses. Lalat rumah dapat menyebarkan sejumlah penyakit manusia karena kebiasaan mereka mengunjungi hampir tanpa pandang bulu kotoran dan bahan higienis lain dan bahan pangan masyarakat lainnya. Patogen dapat ditularkan melalui tiga cara yang mungkin, yaitu:

- a. dengan kaki, rambut tubuh, dan mulut lalat yang terkontaminasi.
- b. lalat sering muntah pada makanan, dan makanan ini dapat menyebabkan infeksi.
- c. mungkin metode yang paling penting dari penyebaran adalah buang air besar, yang sering terjadi pada makanan.

Melalui mekanisme di atas lalat rumah menyebarkan sejumlah penyakit bakteri, virus, dan protozoa, misalnya lalat pasir menyebarkan leishmaniasis, tsetse lalat mengirimkan trypanosomes.

2. Nyamuk

Nyamuk menyebabkan sejumlah penyakit pada manusia. Perbedaan jenis nyamuk dan parasit yang ditularkan tertera pada tabel 3.2 berikut ini.

Tabel 3.2. Nyamuk dan parasit yang ditularkan

Nyamuk	Parasit
<i>Anopheles</i>	<i>Plasmodium</i> sp.
<i>Culex</i>	<i>Wuchereria bancrofti</i>
<i>Aedes</i>	<i>Wuchereria bancrofti</i> , yellow fever virus
<i>Mansonia</i>	<i>Brugia malayi</i>

3. Pinjal/Kutu penghisap darah (Flea)

Kutu bisa ektoparasit, yang kadang-kadang dapat menyebabkan dermatitis alergi dan host intermediat untuk bakteri seperti *Yersinia pestis* tertentu dan *Rickettsia typhi*. Di Amerika tropis dan Afrika kutu yang paling merepotkan adalah tungau penetrasi, panjangnya sekitar 1 mm tapi setelah menggali ke dalam kulit, mungkin membengkak menjadi 1 cm dan menyebabkan iritasi ekstrim. Operasi pengangkatan diperlukan. Kadang-kadang kondisi juga mungkin rumit oleh infeksi bakteri sekunder, yang biasanya terjadi di negara kita.

4. Tuma/Kutu rambut (*Lice*)

Kutu rambut biasanya ektoparasit, dan mereka dapat hidup di bagian tubuh yang berbeda.

Tiga jenis kutu pengisap penting bagi kesehatan manusia, yaitu: a. *Pediculus humanus capitis*, kutu kepala (Gambar 3.11).

b. *Pediculus humanus corporis*, kutu tubuh.

c. *Phitrius pubis*, kutu kemaluan/kepiting.

Kutu menghabiskan seluruh hidup mereka pada satu host yang sangat spesifik dan pakan jantan dan betina pada darah meninggalkan satu host hanya untuk mentransfer ke yang lain. Kutu juga bertanggung jawab untuk transmisi penyakit, seperti kambuhan demam dan epidemi tifus.



Gambar 3.11.

Pediculus humanus capitis (Salvo, 2012)

Kutu badan mirip dengan kutu kepala kecuali ditemukan pada tubuh dan pakaian. Diagnosa didasarkan pada penemuan telur di lapisan pakaian. Kutu kemaluan dikenal sebagai kutu kepiting, menginvasi rambut kasar di daerah kemaluan pada orang dewasa atau bulu mata pada anak-anak. Transmisi pada orang dewasa biasanya melalui kontak seksual. Diagnosa didasarkan pada pencarian kutu atau telurnya di daerah penuh, kutu kepiting mungkin sulit di lihat pada pangkal rambut.

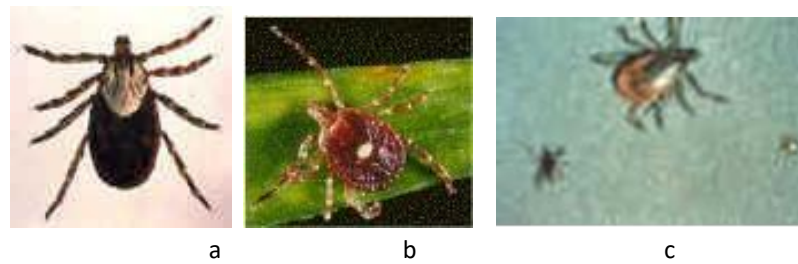
5. Kutu busuk (Bug)

Selain menjadi ektoparasit dan gangguan pada manusia, kutu busuk seperti *Triatoma* (*Kissing bug*) adalah vektor penyakit *Trypanosoma cruzi*, yang terlihat di beberapa negara Amerika Latin.

6. Sengkenit/Serangga pengisap darah (*Tick*)

Sengkenit atau kutu penghisap darah, besarnya ± 1 cm, ditemukan di seluruh dunia (Gambar 3.12). Mereka hidup sebagai ektoparasit dan menghisap darah pada mamalia, burung, dan reptilia. Mereka tidak memiliki segmentasi dan dorso-ventro datar dengan empat pasang

kaki. Kutu dapat mencapai bagian tubuh manapun, tetapi sering ditemukan pada garis rambut, sekitar telinga, pangkal paha, ketiak, dan sebagainya.



Gambar 3.12.

a. Rocky Mountain wood tick, b. Lone star tic, c. *Ixodes scapularis* (Salvo, 2012)

Kutu penghisap darah dapat menyebabkan cedera mekanik pada kulit, karena dapat menghasilkan racun, yang mempengaruhi pelepasan asetilkolin pada sambungan neuromuskuler menyebabkan paralisis. Pada waktu menghisap darah, toksin dikeluarkan bersama ludah yang mengandung antikoagulan. Hal ini pada gilirannya menghasilkan kelumpuhan motorik, bahkan menimbulkan kematian jika mengenai otot pernapasan (**tick paralysis**). Kutu juga menularkan penyakit seperti **francella** dan penyakit **Rickettsia**. Sengkenit banyak ditemukan pada peternakan sapi di pulau-pulau di Nusa Tenggara, sehingga kasus paralisis karena sengkenit mungkin banyak di daerah peternakan tersebut.

7. Tungau (Mite)

Tungau *Sarcoptes* menyebabkan gatal, erupsi/letusan populer di kulit biasanya disebut sebagai **kudis** (skabies). Tungau kudis (*Sarcoptes scabiei*) adalah penyebab kudis dan didistribusikan di seluruh dunia (Gambar 3.13). Wabah penyakit dapat terjadi untuk waktu yang lama, tetapi tungau mungkin umum terdapat pada masyarakat sangat miskin dengan fasilitas cuci yang tidak memadai. Tungau ditularkan melalui kontak liang ke dalam kulit di sela jari, kemudian menyebar ke pergelangan tangan, siku, dan seluruh tubuh. Bokong, payudara wanita, dan alat kelamin eksternal mungkin dapat terkena. Liang tungau di bawah lapisan permukaan kulit merupakan tempat penyimpanan telur. Larva berada di dalam liang dan mengembara di kulit dan membuat liang baru dan berkembang di sana untuk melanjutkan siklus. Gejala kudis disebabkan oleh sensitisasi pasien terhadap tungau dan telur dan bersifat nokturnal. Pustula septik dapat berkembang setelah menggaruk, jika kebersihan kurang. Diagnosa dibuat dari ruam yang khas pada kulit dan dengan mengoleskan tinta hitam dan mengamati liang ketika tinta diusapkan. Pemeriksaan mikroskopis dari kerokan kulit menunjukkan keberadaan tungau. Pengobatan melibatkan swabbing di seluruh tubuh dari leher ke bawah dengan malathion 1% atau benzena

hexachloride (crotamiton untuk bayi). Jika memungkinkan, seluruh keluarga harus diobati. Kontak dengan orang yang terinfeksi harus dihindari. Pakaian harus dicuci dalam air panas.



Gambar 3.13.
Tungau kudis (*Sarcoptes scabiei*) (Salvo, 2012)

Nah setelah kita mengetahui jenis dan akibat yang ditimbulkan oleh Arthropoda, kita bisa mempelajari bagaimana mengendalikan Arthropoda pada bagian berikut ini.

D. PENGENDALIAN VEKTOR ARTHROPODA

Pengendalian Arthropoda yang dimaksud adalah upaya untuk mengurangi jumlah arthropoda dan menghambat hubungannya dengan manusia. Pengendalian Arthropoda juga merupakan salah satu cara untuk mencegah penularan penyakit. Beberapa pendekatan utama yang digunakan untuk mengendalikan vektor, adalah:

1. Metode Mekanik

Pengendalian secara mekanik dilakukan dengan memasang hambatan mekanis, misalnya dengan kelambu, jala api.

2. Pengendalian Ekologis

Prosedur pengendalian ekologi melibatkan penghapusan, pengrusakan, modifikasi, atau isolasi bahan-bahan yang mungkin mendukung kelangsungan hidup suatu serangga. Misalnya perbaikan sanitasi merupakan cara yang sangat efektif dalam pengendalian lalat dan kecoa. Pengeringan air tergenang atau daerah berawa, merupakan cara yang efektif mengendalikan nyamuk atau serangga lainnya.

3. Metode Kimia

Penggunaan bahan kimia alami atau sintesis yang secara langsung menyebabkan kematian, penolakan, atau ketertarikan serangga. Berdasarkan sasaran yang akan dibunuhnya, dikenal

istilah insektisida (membunuh serangga), larvasida (membunuh larva/jentik), dan pediculisida (kutu).

4. Metode Biologi

Pengendalian secara biologi mengacu pada pengaturan vektor (serangga) menggunakan predator, seperti jenis ikan tertentu, yang memakan larva dari beberapa arthropoda, dan agen mikroba. Ada beberapa keuntungan dalam menggunakan agen pengendali biologis. Tidak seperti pestisida, agen kontrol biologis aman untuk digunakan dan tidak menimbulkan ancaman bagi lingkungan.

5. Proteksi Individual

Perlindungan perorangan merupakan upaya seseorang untuk menghindari gigitan arthropoda sebagai upaya pencegahan penularan penyakit atau agar darahnya tidak dihisap dan mencegah akibat lainnya. Perlindungan perorangan dapat dilakukan dengan memakai pakaian penutup tubuh, tidur berkelembu dan menggunakan zat pengusir serangga (**insect repellent**) pada bagian tubuh yang terbuka.

6. Kontrol genetika

Melibatkan manipulasi mekanisme hereditas. Di beberapa pusat penelitian nyamuk jantan steril digunakan dalam upaya untuk bersaing dengan nyamuk alami dan dengan demikian mengurangi generasi baru nyamuk.

Latihan

Nah, sekarang untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut, dengan memberikan penjelasan bebas dengan bahasa Anda sendiri pada lembar kertas tersendiri.

- 1) Sebutkan 4 contoh serangga kelas Insecta!
- 2) Sebutkan cara Arthropoda membawa agen penyebab penyakit pada manusia!
- 3) Sebutkan 4 efek langsung Arthropoda terhadap penyakit yang Anda ketahui!
- 4) Jelaskan bagaimana cara lalat menyebarkan parasit patogen!
- 5) Sebutkan lima cara pengendalian vektor Arthropoda!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Lihat bahasan materi tentang klasifikasi Arthropoda.
- 2) Silakan pelajari kembali bahasan tentang kepentingan Arthropoda dalam parasitologi.

- 3) Coba buka topik tentang Arthropoda sebagai agen penyebab.
- 4) Lihat bahasan gangguan kesehatan yang berhubungan dengan Arthropoda.
- 5) Coba Anda lihat kembali materi tentang pengendalian vektor Arthropoda.

Ringkasan

Entomologi medis adalah ilmu yang berhubungan dengan studi Arthropoda, yang memainkan peran penting dalam transmisi sejumlah penyakit pada manusia. Arthropoda mempengaruhi kesehatan manusia dengan menjadi salah satu agen langsung untuk penyakit atau ketidaknyamanan atau agen untuk penularan penyakit. Pada penyebaran mekanik, patogen tidak berkembang biak di Arthropoda, sedangkan Arthropoda yang merupakan bagian integral dari siklus hidup patogen pada penyebaran biologis. Tiga kelas Arthropoda yang penting dalam kesehatan adalah kelas Insecta, Crustacea, dan Arachnida, yang memiliki ciri khas masing-masing. Sebuah pemahaman yang jelas tentang klasifikasi dan karakteristik masing-masing kelas adalah sangat penting dalam merancang cara-cara pengendalian vektor.

Tes 2

- 1) Bidang kajian entomologi adalah
 - A. Nematoda
 - B. Protozoa
 - C. Arthropoda
 - D. Mycosa
- 2) Penyakit berikut yang tidak terkait dengan serangga adalah
 - A. ascariasis
 - B. tuberkulosis
 - C. malaria
 - D. filariasis
- 3) Sebagai host intermediet, Arthropoda dapat terlibat dalam penggandaan jumlah dan perkembangan parasit di dalam tubuhnya, Arthropoda ini termasuk tipe
 - A. proagatif
 - B. ciclodevelopment
 - C. ciclopropagatif
 - D. transmisi biologi
- 4) Pengeringan air yang tergenang atau daerah rawa dapat membantu mengendalikan serangga sebagai vektor parasit secara

- A. metode biologi
 - B. pengendalian ekologi
 - C. metode mekanis
 - D. proteksi individual
- 5) Jenis Arthropoda berikut yang menularkan penyakit filariasis (kaki gajah) adalah
- A. lalat
 - B. nyamuk
 - C. kutu
 - D. kala jengking
- 6) Vektor virus yellow fever adalah A. *Aedes aegypti*
- B. *Anopheles* sp.
 - C. *Mansonia* sp.
 - D. *Xenopsylla cheopsis*
- 7) Cara berikut dilakukan lalat rumah untuk menyebarkan sejumlah penyakit manusia pada bahan higienis dan makanan, *kecuali* A. kaki dan rambut lalat yang terkontaminasi
- B. lalat muntah pada makanan selama makan
 - C. buang air besar pada makanan manusia
 - D. bertelur pada makanan
- 8) Penyakit kudis adalah salah satu penyakit kulit yang disebabkan oleh
- A. lalat (*fly*)
 - B. kutu busuk (*bug*)
 - C. kutu rambut (*lice*)
 - D. tungau (*mite*)
- 9) Metode berikut yang digunakan untuk mengendalikan Arthropoda secara mekanik adalah
- A. pemberian larvasida pada bak mandi
 - B. pemakaian pedikulosida pada kutu rambut
 - C. penggunaan jaring atau kelambu
 - D. pemerliharaan ikan pemakan larva

Topik 3

Imunologi Dasar

Tubuh kita harus mempertahankan diri melawan potensial bahaya baik yang datang dari lingkungan luar sekeliling kita maupun dari lingkungan dalam kita. Materi sebelumnya membahas tentang agen luar tubuh yang dapat menginvasi, mengganggu, serta menyebabkan penyakit infeksi pada tubuh kita. Penginvasi ini meliputi: virus, bakteri, protozoa, atau parasit yang lebih besar. Kerusakan sel akibat agen luar dapat pula menyebabkan kerusakan DNA, sel menjadi ganas (malignan), dan tubuh harus melawan sel sendiri yang tidak normal. Strategi pertahanan pada tubuh dikenal sebagai kekebalan atau imunitas (immunity). Pada topik 3 ini akan membahas respon kekebalan nonspesifik dan sistem kekebalan spesifik yang digunakan untuk melindungi tubuh.

A. PENGERTIAN IMUNOLOGI

Vertebrata (termasuk manusia) secara terus menerus terpajan mikroorganisme dan produk metaboliknya yang dapat menyebabkan penyakit. Untungnya hewan ini dilengkapi suatu sistem kekebalan yang melindunginya melawan konsekuensi yang merugikan ini. Sistem kekebalan atau sistem imun terdiri atas sel, jaringan, dan organ, yang mengenal benda asing dan mikroorganisme serta bekerja menetralkan atau menghancurkannya. Imunitas (latin *immunis*) merujuk kemampuan umum host untuk bertahan terhadap infeksi atau penyakit tertentu. Imunologi adalah ilmu yang mempelajari respon imun terhadap benda asing dan bagaimana respon yang digunakan untuk melawan infeksi, termasuk perbedaan self dan nonself dan semua aspek biologi, kimia, dan fisik sistem imun (Prescott, 2002). Imunologi adalah ilmu yang mempelajari tentang perlindungan dari makromolekul asing atau organisme penyerang dan respons terhadapnya (Gene Mayer, 2010). Selain itu, kita mengembangkan respon kekebalan terhadap protein kita sendiri (dan molekul lainnya) pada autoimunitas dan melawan sel-sel kita sendiri yang menyimpang pada imunitas tumor.

B. JENIS KEKEBALAN TUBUH

Sistem kekebalan tubuh terdiri atas dua subdivisi utama, yaitu:

1. Sistem pertahanan tubuh alamiah atau nonspesifik (innat immunity system)

Sistem kekebalan tubuh alamiah ini dibawa sejak lahir merupakan garis pertahanan pertama terhadap invasi mikroorganisme dan mempunyai kemampuan untuk segera mengenal mikroorganisme tertentu dan menghancurkannya. Selain itu, sistem kekebalan tubuh bawaan juga memiliki fitur anatomis yang berfungsi sebagai penghalang terhadap infeksi.

2. Sistem pertahanan tubuh yang adaptif/didapat (adaptive immune system), specific immunity

Sistem kekebalan adaptif bertindak sebagai garis pertahanan kedua melawan benda asing, seperti bakteri, virus, toksin, dan juga memberi perlindungan terhadap paparan kembali patogen yang sama. Bahan yang dikenal sebagai benda asing dan memprovokasi respon imun disebut **antigen**. Antigen menyebabkan sel spesifik untuk memproduksi protein yang disebut **antibodi**. Pada sistem pertahanan tubuh ini antibodi memegang peranan utama.

Setiap subdivisi utama sistem kekebalan tubuh memiliki komponen seluler maupun humoral di mana mereka melaksanakan fungsi pelindung. Meskipun kedua jenis dari sistem kekebalan tubuh memiliki fungsi yang berbeda, ada interaksi antara sistem ini (yaitu komponen bawaan pengaruhi sistem kekebalan sistem imun adaptif, dan sebaliknya).

3. Kekebalan tubuh alamiah (Innate/Non-Specific Immunity)

Sistem pertahanan tubuh alamiah ini melawan masuknya agen yang tidak dikehendai untuk semua agen. Ada 4 katagori imununitas bawaan (non-spesifik), yaitu: barier fisik/anatomis, barier kimia, barier seluler, dan diferensiasi spesifik. *a. Barier anatomi terhadap infeksi*

1) Barier fisik/mekanik

Struktur epitel permukaan kulit dan lapisan epitel internal, membentuk barier fisik yang sangat kedap terhadap agen yang infeksius. Dengan demikian, kulit bertindak sebagai garis pertama pertahanan terhadap invasi organisme. Deskuamasi epitel kulit juga membantu menghilangkan bakteri dan agen infeksi lainnya yang menempel pada permukaan epitel. Di samping itu, ketika mikroorganisme patogenik masuk ke jaringan bawah kulit, akan dikonter seperangkat sel khusus yang disebut **skin-associated lymphoid tissue (SALT)**. Fungsi utama SALT adalah membatasi mikroba penginvansi dan mencegah masuk ke pembuluh darah.

Gerakan silia atau peristaltik membantu untuk menjaga saluran udara dan saluran pencernaan bebas dari mikroorganisme. Aksi pembilasan air mata dan air liur membantu mencegah

infeksi pada mata dan mulut. Efek perangkap lendir yang melapisi saluran pernapasan dan pencernaan membantu melindungi paru-paru dan sistem pencernaan dari infeksi. Menyertai dengan permukaan pelindung adalah agen kimia dan biologik. Flora normal kulit dan dalam saluran pencernaan dapat mencegah kolonisasi bakteri patogen dengan mengeluarkan zat beracun atau dengan bersaing dengan bakteri patogen untuk nutrisi atau pencapaian ke permukaan sel.

2) **Barrier kimia**

Barrier atau hambatan kimia meliputi: asam lemak dalam keringat menghambat pertumbuhan bakteri. Lisozim dan fosfolipase ditemukan pada air mata, air liur, dan sekresi hidung dapat merusak dinding sel bakteri dan mengacaukan membran bakteri. pH rendah dari keringat dan sekresi lambung mencegah pertumbuhan bakteri. Defensin (protein berat molekul rendah) ditemukan di paru-paru dan saluran pencernaan memiliki aktivitas antimikroba. Surfaktan dalam paru-paru bertindak sebagai opsonins (zat yang meningkatkan fagositosis partikel oleh sel fagosit).

3) **Barrier seluler terhadap infeksi**

Sel-sel ini yang merusak dan menelan beberapa benda asing yang tidak dikehendaki yang masuk ke dalam tubuh. Sel-sel fagosit masuk dalam katagori ini. Bagian dari respon inflamasi adalah perekrutan eosinophiles PMN dan makrofag ke area infeksi. Sel-sel ini merupakan garis pertahanan utama dalam sistem kekebalan tubuh nonspesifik.

- Neutrofil, sel **polimorfonuklear** (PMN) direkrut ke daerah infeksi di mana mereka memfagosit organisme penyerang dan membunuhnya secara intraseluler. Selain itu, PMN berkontribusi terhadap kerusakan jaringan kolateral yang terjadi selama peradangan.
- Makrofag-makrofag. Jaringan dan monosit yang baru direkrut berdiferensiasi menjadi makrofag, berfungsi memfagositosis dan membunuh mikroorganisme secara intraseluler. Selain itu, makrofag mampu membunuh sel ekstraseluler terinfeksi atau sel self target yang telah berubah. Selanjutnya, makrofag berkontribusi terhadap perbaikan jaringan dan bertindak sebagai antigenpresenting cell (APC), yang dibutuhkan untuk induksi respons imun spesifik.
- Natural killer (NK) and lymphokine activated killer (LAK) cells. NK and LAK cells dapat membunuh sel yang terinfeksi virus nonspesifik dan sel tumor. Sel-sel ini bukan merupakan bagian dari respon inflamasi tetapi mereka penting dalam imunitas nonspesifik terhadap infeksi virus dan pengawasan tumor.
- Eosinofil. Eosinofil memiliki protein bergranular yang efektif membunuh parasit tertentu.

b. *Barrier humoral terhadap infeksi*

Barrier anatomi sangat efektif dalam mencegah kolonisasi jaringan oleh mikroorganisme. Namun, ketika ada kerusakan jaringan barrier anatomi rusak dan infeksi dapat terjadi. Setelah

agen infeksi menembus jaringan, mekanisme pertahanan bawaan lain ikut bermain, yaitu peradangan akut. Faktor humoral memainkan peran penting dalam peradangan, yang ditandai dengan edema dan rekrutmen sel fagosit. Faktor-faktor humoral ditemukan dalam serum atau mereka terbentuk di lokasi infeksi, yang meliputi:

- 1) Sistem komplemen, merupakan mekanisme pertahanan humoral nonspesifik. Sekali komplemen diaktivasi dapat meningkatkan permeabilitas kapiler, merekrut sel fagosit, melisis, dan opsonisasi bakteri.
- 2) Sistem koagulasi, sistem koagulasi diaktifkan tergantung pada beratnya injuri. Beberapa produk sistem koagulasi berkontribusi terhadap pertahanan nonspesifik karena kemampuannya meningkatkan permeabilitas kapiler dan bertindak sebagai agen kemotaksis fagosit sel dan antimikrobia.
- 3) Lactoferrin dan transferrin, dengan mengikat besi, suatu nutrient esensial bakteri, protein ini menghambat pertumbuhan bakteri.
- 4) Interferons, merupakan protein yang mampu membatasi replikasi virus dalam sel.
- 5) Lisosim, memecah dinding sel bakteri.
- 6) Interleukin-1 (IL-1), menginduksi demam dan menghasilkan protein fase akut, beberapa merupakan antimikroba karena mampu mengopsonisasi bakteri.

4. Sistem pertahanan tubuh yang adaptif/spesifik

Sistem kekebalan spesifik Vertebrata memiliki tiga fungsi utama, yakni mengenal sesuatu yang asing bagi tubuh (nonself), merespon benda asing, dan mengingat penginvasi asing. Respons pengenalan sangat spesifik, mampu membedakan satu patogen dengan lainnya, mengidentifikasi sel kanker, dan mengenal protein serta sel tubuh sendiri juga perbedaan protein *nonself*, sel, jaringan dan organ. Setelah pengenalan terhadap penginvasi, sistem imun spesifik merespons dengan merekrut sel dan molekul untuk menyerang penginvasi (disebut **respon efektor**). Respons efektor juga mengeliminasi benda asing yang kurang berbahaya terhadap host untuk mencegah infeksi.

Empat ciri yang membedakan kekebalan spesifik dengan pertahanan non spesifik adalah:

a. Spesifitas

Imunitas diarahkan langsung melawan patogen atau bahan asing tertentu dan imunitas terhadap patogen atau bahan biasanya tidak mengkonter kekebalan lain.

b. Memori

Ketika terpajan kembali oleh patogen atau bahan yang sama, tubuh bereaksi cepat.

c. Diversitas

Sistem ini mampu menggerakkan sejumlah molekul yang berbeda, seperti antibodi yang mengenal miliaran antigen yang berbeda.

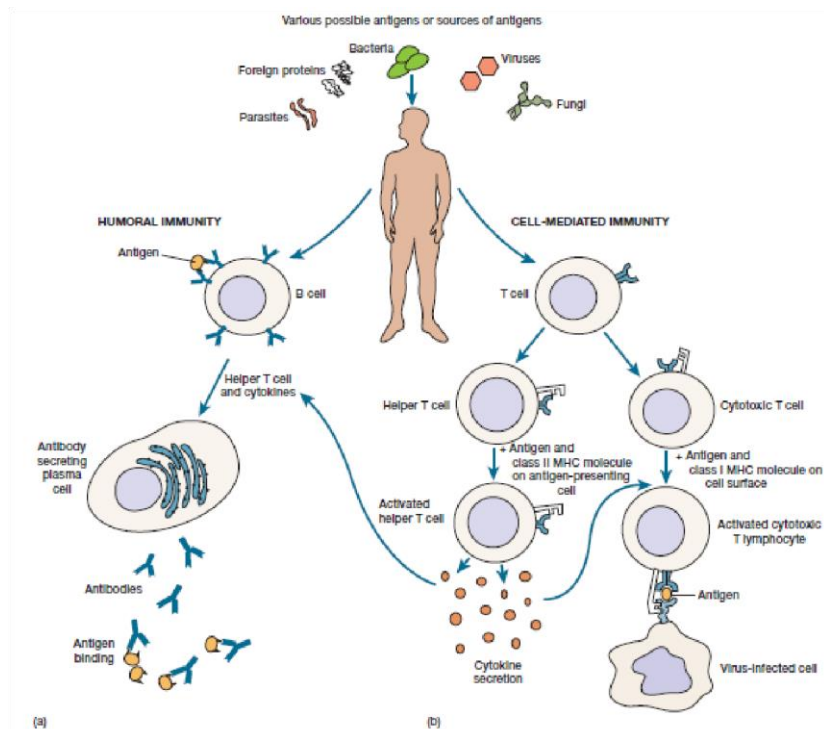
d. Diskriminasi antara self dan nonself

Sistem imun spesifik hampir selalu merespons hanya terhadap antigen nonself dan tidak menghancurkan organisme yang bertahan.

Kekebalan (imunitas) spesifik ada dua cabang yaitu **imunitas humoral** (antibody-mediated) dan **imunitas seluler** (cell-mediated) (Gambar 3.14). Kekebalan humoral (antibody-mediated), merujuk penamaan cairan atau **humor** tubuh, yang didasarkan pada kerja protein terlarut (antibodi) yang terdapat pada cairan tubuh dan membran plasma limfosit B. Sirkulasi antibodi mengikat bakteri, racun, dan virus ekstraseluler, menetralkan, menandai untuk menghancurkannya.

Kekebalan seluler (cell-mediated) didasarkan pada kerja khusus limfosit T yang secara langsung menyerang sel terinfeksi virus atau parasit, sel atau organ transplantasi dan sel kanker. Sel T dapat menghancurkan sel tersebut atau melepaskan bahan kimia (sitokin) yang meningkatkan kekebalan spesifik dan pertahanan nonspesifik, seperti fagositosis dan inflamasi.

Sistem pertahanan spesifik (specific immunity) melibatkan beberapa sel plasma darah dan system limfatic yang disebut **limfosit** (satu jenis leukosit atau sel darah putih) yang secara genetik dipicu untuk merespon antigen khusus. Suatu jenis limfosit belajar kekhususan ini di dalam kelenjar thymus (sehingga sel ini disebut sel T). Selama anak-anak, sel T-limfosit yang belum matang yang diproduksi di sumsum tulang, bermigrasi ke kelenjar thimus. Di sini sel limfosit mengambil spesialis, belajar merespon hanya satu partikel antigen. Mereka kemudian meningkatkan kemampuannya dalam darah, jaringan atau nodus limfe, menunggu kontak dengan antigen khusus. Ketika mereka menemui antigen, mereka akan bereaksi pada keadaan ini yang didesain untuk merusak antigen itu.



Gambar 3.14.
Imunitas Humoral dan Seluler

Pada cabang humoral, a) sel B berinteraksi dengan antigen dan berdiferensiasi menjadi sel plasma yang mensekresi antibodi. Antibodi mengikat antigen dan menandainya untuk menghancurkan dengan mekanisme lain. b) pada respons cell-mediated subpopulasi sel T diaktifkan oleh antigen bersama MHC. Respons sel T helper diaktifkan dengan memproduksi sitokin yang memfasilitasi respons humoral dan cell-mediated. Sel T sitotoksik merespons antigen dengan mengembangkan ke limfosit T sitotoksik yang membunuh sel terinfeksi virus dan sel lain yang telah berubah. Sel T dan B berdiferensiasi menjadi sel memori yang terlibat dalam respon berkelanjutan (Prescott, 2002).

Ada dua jenis T limfosit yaitu B-cell dan T-cell. Secara makroskopik mereka sama, dan dibentuk dari asal yang sama yaitu **bone marrow**, tetapi ketika diaktifkan oleh antigen spesifik sel T dan B berperilaku dengan cara yang sangat berbeda. Sel B dan sel T keduanya dibentuk di dalam sumsum tulang, tetapi mulai disana sampai mereka matang penuh, sel T bermigrasi ke thimus (Blow, 2005).

a. *Sel B dan Antibodi*

Sel limfosit B diaktifkan dengan kontak dengan antigen yang mana mereka mempunyai kekhususan. Biasanya satu sel B diaktifkan dengan cara ini, dan akan didapatkan pembelahan sel sampai ribuan, semua aktif melawan satu antigen spesifik yang sama. Aktivasi pada sel limfosit B mengakibatkan sel B dikonversi menjadi sel-sel plasma, yang selanjutnya memulai melepaskan

protein yang disebut antibodi. Antibodi-antibodi ini membawa spesifikasi yang sama seperti sel B induk dan diaktifkan sel plasma. Jenis reaksi imun ini disebut *humoral immunity*. Dengan mengikat antigen, antibodi memberikan fungsi luas yang berharga, yang penting dalam melawan antigen.

Antibodi melakukan beberapa fungsi melawan antigen berikut:

- Mereka yang mengirim beberapa antigen berbahaya, khususnya virus dan beberapa protozoa.
- Menetralkan beberapa toksin, contohnya, toksin tetanus yang dilepaskan oleh bakteri *clostridium*.
- Mencegah adesi beberapa organisme, dan selanjutnya mencegah invasi jaringan
- Mampu mengimobilisasi antigen tertentu, khususnya bakteri yang menggunakan flagela untuk bergerak
- Mengaktifkan sistem komplemen
- Membentuk kompleks dengan antigen, dan kompleks ini menjadi target untuk fagositosis.

b. *Sel T*

Ada dua turunan utama sel *T* yang dikembangkan dalam kelenjar *thymus*, *sel T helper* (Th), dan sel *T cytotoxic* (Tc). Sel *Th* (*T helper cell*) ada dua bentuk utama yaitu **Th1** yang menghasilkan sitokin (*cytokine*) yang penting untuk membunuh organisme intraseluler dan untuk menggerakkan *Tc cell*, dan **Th2** yang juga menghasilkan sitokin yang penting untuk multiplikasi sel *B* (Blow, 2005).

Sel *T* sitotoksik (*Tc*) adalah sel yang secara aktual membunuh antigen, dengan mengembangkan kontak khusus dengan antigen yang diikuti dengan perusakan mematkan membran antigen. Sel *T* menghasilkan protein yang disebut perforin yang disimpan pada granule dalam sitoplasma. Sekali kontak dengan antigen, perforin yang dilepaskan dari granular, perforin bergabung pada membran antigen, membentuk lubang, merusak membrane, dan kematian antigen.

Sel *B* dan sel *T* limfosit menghasilkan sel memori ketika diaktifkan terpapar dengan antigen. Sel memori dihasilkan setelah kontak pertama kali dengan antigen menetap dalam sirkulasi dan sistem limfatik dan memberikan pertahanan yang cepat dan lebih kuat beberapa antigen yang sama pada paparan yang kedua. Sel-sel *T* memori dengan cepat mengkonversi ke sel plasma dengan cepat dan mensekresi antibodi ketika dihadapkan pada paparan kedua atau berantai pada antigen spesifik.

Specific immunity yang berhubungan dengan aktivasi sel *T* dikenal dengan *cell mediated immunity*. Aktifasi suatu *T cell* melalui antigen ditelan dan dipecah oleh *antigen presenting cell* (APC). Protein antigen akan diekspresikan pada permukaan APC dalam kombinasi dengan protein

major histocompatibility complex (MHC) yang dihasilkan oleh APC. Sel T mengikat APC menggunakan ikatan molekul *lymphocyte function antigen* (LFA-1) (mengikat CD54), CD 2 (mengikat CD48), TCR (mengikat MHC), CD 8 (mengikat B7). Produksi Interleukin 2 (IL-2) penting sebagai stimulasi proses. Setelah aktivasi, T cell akan memperbanyak diri dalam jumlah besar termasuk sel *memory* (Blow, 2005).

Jenis Kekebalan didapat (*Acquired immunity*)

Kekebalan didapat mengacu pada jenis kekebalan spesifik host yang berkembang setelah pajanan antigen atau setelah pemindahan antibodi atau limfosit dari suatu donor imun. Kekebalan didapat dapat diperoleh dengan cara alami atau buatan dan secara aktif ataupun pasif.

Kekebalan didapat alami secara aktif terjadi ketika sistem kekebalan individu kontak dengan stimulus antigen seperti infeksi. Sistem imun merespons dengan memproduksi antibodi dan mengaktifkan limfosit yang menonaktifkan atau merusak antigen. Kekebalan yang dihasilkan dapat sepanjang hidup, seperti campak atau cacar air atau untuk beberapa tahun seperti tetanus.

Kekebalan didapat alami secara pasif melibatkan pemindahan antibodi dari host ke host yang lain. Contoh, sebagian antibodi ibu hamil melintasi plasenta ke janinnya. Jika ibu kebal terhadap penyakit seperti polio atau difteri, plasenta juga memindahkan pada janin dan bayi baru lahir kekebalan terhadap penyakit ini. Antibodi tertentu dapat diberikan oleh ibu pada bayinya melalui colostrum dari kelenjar payudara. Antibodi ibu penting untuk kekebalan bayi baru lahir sampai sistem kekebalan bayi matang.

Kekebalan didapat buatan secara aktif, terjadi ketika hewan diberikan sediaan antigen untuk menginduksi pembentukan antibodi dan limfosit. Sediaan ini disebut **vaksin** dan prosedurnya disebut vaksinasi (imunisasi). Suatu vaksin terdiri dari sediaan mikroorganisme yang dimatikan, mikroorganisme yang hidup, dilemahkan atau toksin bakteri yang dinonaktifkan (toksoid) yang diberikan pada binatang untuk menginduksi kekebalan buatan.

Kekebalan didapat buatan secara pasif terjadi ketika antibodi yang diproduksi binatang atau metode invitro khusus yang diberikan pada host. Meskipun jenis kekebalan ini cepat, hanya berguna untuk beberapa minggu atau bulan. Contoh antitoksin botulinum yang dihasilkan seekor kuda dan diberikan pada manusia yang menderita keracunan makanan botulism.

C. ANTIGEN-ANTIBODI

Bahan seperti protein, nukleoprotein, polisakarida, dan beberapa glikolipid yang menyebabkan respons imun dan respons reaksi dengan produk disebut **antigen** (Prescott, 2002). Antigen (Ag) adalah sebuah zat yang bereaksi dengan produk-produk dari respons imun spesifik.

Sel bakteri, virus ataupun racun yang terdiri atas protein bertindak sebagai antigen bila masuk ke dalam jaringan tubuh sehingga merangsang dibentuknya antibodi. Sedangkan **imunogen** adalah sebuah zat yang menginduksi respons imun spesifik. **Epitop** atau tempat antigenik determinan adalah bagian dari antigen yang menggabungkan dengan produk dari respon imun spesifik (antibodi) atau sel reseptor T.

Haptens adalah sebuah zat yang non-immunogenik tetapi dapat bereaksi dengan produk-produk dari respon imun spesifik. Haptens adalah molekul kecil yang tidak pernah bisa menginduksi respon imun bila diberikan sendiri tetapi ketika digabungkan ke molekul pembawa dapat menginduksi respons imun. Haptens bebas, namun dapat bereaksi dengan produk dari respon imun setelah produk tersebut diperoleh. Haptens memiliki sifat antigenisitas tapi tidak imunogenisitas. Beberapa karbohidrat dan lemak, bila ia sendiri masuk ke dalam jaringan tubuh, tidak akan bersifat antigen, tetapi bila berikatan dengan suatu protein akan bersifat antigen dan merangsang dibentuknya antibodi. Obat-obat tertentu bila diberikan kepada seseorang yang sensitif, dapat merupakan haptens karena berikatan dengan protein tubuh, sehingga merangsang dibentuknya antibodi, menyebabkan orang tersebut mengalami reaksi alergi terhadap obat tersebut.

D. FAKTOR YANG MEMPENGARUHI IMUNOGENOSITAS

1. Immunogen

a. Keasingan

Sistem kekebalan tubuh biasanya membedakan antara self dan non-self sehingga hanya molekul asing yang imunogenik.

b. Ukuran

Tidak ada ukuran mutlak atas yang suatu zat akan imunogenik. Namun, secara umum, semakin besar molekul lebih memungkinkan imunogenik.

c. Komposisi kimia

Secara umum, semakin kompleks substansi secara kimiawi akan lebih imunogenik. Determinan antigenik diciptakan oleh urutan utama residu dalam polimer atau sekunder, struktur tersier, atau molekul kuaterner.

d. Bentuk fisik

Secara umum antigen partikulat lebih imunogenik daripada yang larut dan antigen terdenaturasi lebih imunogenik daripada bentuk asli.

e. *Degradasi*

Antigen yang mudah difagosit umumnya lebih imunogenik. Hal ini karena untuk sebagian besar antigen (antigen T-dependen, lihat di bawah) pengembangan respon imun mensyaratkan bahwa antigen akan difagosit, diproses, dan dihadirkan kepada sel T helper oleh antigen presenting cell (APC).

2. Sistem Biologik

Faktor genetik. Beberapa bahan yang imunogenik pada satu individu belum tentu imunogenik pada yang individu lainnya. Spesies atau individu mungkin mengalami perubahan gen atau gennya kurang yang mengkode reseptor untuk antigen pada sel B dan sel T atau mereka tidak memiliki gen yang tepat yang diperlukan untuk APC pada antigen ke sel T helper.

3. Faktor usia

Usia dapat juga mempengaruhi imunogenisitas. Orang yang sangat muda atau sangat tua memiliki penurunan kemampuan terhadap jumlah dan respons imun dalam merespon imunogen.

4. Metode pemberian

a. *Dosis*

Pemberian dosis suatu imunogen mempengaruhi imunogenisitas. Ada suatu dosis antigen di atas atau di bawah yang mana respons imun tidak optimal.

b. *Rute*

Umumnya rute subkutan lebih baik dari rute intravena atau intragastrik. Rute antigen dapat juga mengubah respons asal.

c. *Adjuvan*

Substansi yang dapat meningkatkan respon imun terhadap imunogen disebut adjuvan. Penggunaan adjuvan, bagaimanapun sering hampered by undesirable side effects, seperti demam dan inflamasi.

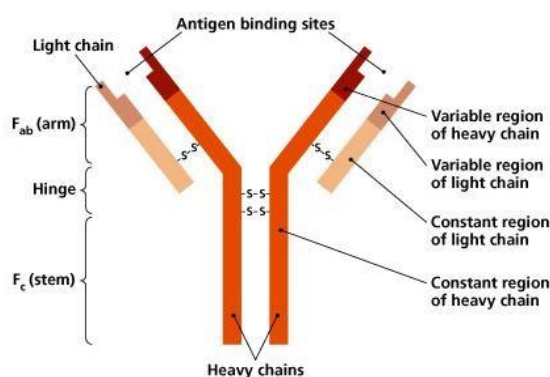
E. STRUKTUR DAN FUNGSI IMUNOGLOBULIN (ANTIBODI)

Antibodi atau immunoglobulin (Ig) adalah glikoprotein yang dibuat dalam merespon suatu antigen dan dapat mengenal dan mengikat antigen. Antibodi terdapat dalam serum darah, cairan di jaringan, dan permukaan mukosa hewan vertebrata. Serum glikoprotein dapat dipisahkan sesuai muatan dalam medan listrik dan diklasifikasikan menjadi albumin, alpha 1 globulin, alpha 2 globulin, beta globulin, dan gamma globulin.

Interaksi antigen dengan antibodi bersifat non-covalen dan pada umumnya sangat spesifik. Antibodi hanya diproduksi oleh limfosit B dan disebarkan ke seluruh tubuh secara eksositosis dalam bentuk plasma dan cairan sekresi. Pada dasarnya satu unit struktur antibodi pada mamalia adalah glikoprotein (berat molekul sekitar 150.000 dalton) yang terdiri atas empat rantai polipeptida (Gambar 3.15). Semua antibodi mempunyai bentuk struktur yang sama, yaitu dua rantai ringan/pendek (variable light/VL) dan dua rantai berat/panjang (variable heavy/VH). Bentuk tersebut dihubungkan dengan bentuk kovalen (disulfida) dan erat hubungannya dengan sequens asam amino yang mempunyai struktur sekunder dan tertier.

Setiap rantai pendek (VL) berat molekulnya sekitar 25.000 dalton, dimana ada dua jenis rantai pendek, yaitu lambda (λ) atau kappa (κ). Pada manusia terdiri atas 60% adalah kappa dan 40% lambda, sedangkan pada mencit 95% kappa dan 5% lambda. Satu molekul antibodi hanya mengandung lambda saja atau kappa saja dan tidak pernah keduanya.

Setiap rantai panjang (VH) mempunyai berat molekul sekitar 50.000 dalton, yang terdiri atas daerah variabel (V) dan konstan. Rantai panjang (VH) dan rantai pendek (VL) terdiri atas sejumlah homolog yang mengandung kelompok sequence asam amino yang mirip tetapi tidak identik. Unit-unit homolog tersebut terdiri atas 110 asam amino yang disebut **domain imunoglobulin**. Rantai panjang mengandung satu domain variabel (VH) dan tiga dari empat domain konstan lainnya (CH1, CH2, CH3, CH4, bergantung pada klas dan isotipe antibodi). Daerah antara CH1 dan CH2 disebut **daerah hinge** (engsel), yang memudahkan pergerakan/fleksibilitas dari lengan Fab dari bentuk Y molekul antibodi tersebut. Hal itu menyebabkan lengan tersebut dapat membuka atau menutup untuk dapat mengikat dua antigen determinan yang terpisahkan oleh jarak di antara kedua lengan tersebut.



Gambar 3.15.
Struktur antibodi (Prescott, 2002)

Rantai panjang juga dapat meningkatkan fungsi aktifitas dari molekul antibodi. Ada 5 klas antibody, yaitu: IgG, IgA, IgM, IgE, dan IgD, yang dibedakan menurut jenis rantai panjangnya

masing-masing, yaitu: γ , α , μ , ϵ , dan δ . Klas antibodi IgD, IgE, dan IgG terbentuk dari struktur tunggal, sedangkan IgA mengandung dua atau tiga unit dan IgM terdiri atas 5 yang dihubungkan dengan sambungan disulfide (Tabel 3.4).

Tabel 3. 4. Sifat dan bentuk klas antibodi IgA, IgE, IgD dan IgM pada manusia

Antibodi	Rantai (CL)	Subtipe	Rantai panjang (CH)
IgA	Kappa/lambda	IgA1	Alfa 1
	Kappa/lambda	IgA2	Alfa 2
IgE	Kappa/lambda	-	ϵ δ μ
IgD	Kappa/lambda	-	
IgM	Kappa/lambda	-	

Fungsi Umum Immunoglobulins:

Antibodi merupakan protein larut, disintesis dalam merespon antigen asing, dan reaksinya dengan patogen memberikan kekebalan spesifik.

1. Mengikat Antigen

Imunoglobulin mengikat secara khusus untuk satu atau antigen terkait erat. Setiap imunoglobulin sebenarnya mengikat determinan antigenik tertentu. Antigen mengikat oleh antibodi adalah fungsi utama dari antibodi dan dapat mengakibatkan perlindungan tuan rumah. Valensi antibodi mengacu pada jumlah determinan antigenik yakni molekul antibodi individual yang dapat mengikat. Valensi semua antibodi setidaknya dua dan dalam beberapa kasus lebih.

2. Fungsi Efektor

Imunoglobulin memediasi berbagai fungsi-fungsi efektor. Biasanya kemampuan untuk melaksanakan fungsi efektor tertentu mensyaratkan bahwa antibodi berikatan pada antigen. Tidak setiap imunoglobulin akan memediasi semua fungsi efektor. Fungsi efektor tersebut meliputi:

- Fiksasi komplemen, hal ini menyebabkan lisis sel dan pelepasan molekul biologis aktif.
- Mengikat berbagai jenis sel-sel fagositosis, limfosit, trombosit, sel mast, dan basofil yang memiliki reseptor yang mengikat imunoglobulin. Pengikatan ini dapat mengaktifkan sel-sel untuk melakukan beberapa fungsi. Beberapa imunoglobulin juga mengikat reseptor pada trofoblas plasenta, yang menyebabkan transfer imunoglobulin melalui plasenta. Akibatnya, antibodi ibu ditransfer memberikan kekebalan pada janin dan bayi baru lahir.

Immunoglobulin A (IgA), merupakan 15-20% total imunoglobulin plasma antibodi penting untuk proteksi permulaan melawan invasi antigen. Antibodi ini ditemukan pada berbagai sekresi

pertahanan, seperti cairan lakrimal, mukus (pada saluran pencernaan dan pernapasan), saliva (memproteksi mulut), air susu ibu (melindungi permukaan saluran pencernaan bayi), keringat dan cairan empedu.

Immunoglobulin D (IgD) (hanya dalam jumlah sedikit total imunoglobulin plasma), merupakan antibodi yang paling sedikit dimengerti. Ditemukan pada permukaan beberapa sel limfosit B dan mungkin mempunyai peran dalam aktivasi sel B.

Immunoglobulin E (IgE), normalnya pada jumlah sedikit dari total imunoglobulin plasma, tetapi kadarnya sering meningkat pada individu yang menderita alergi. IgE memiliki kemampuan yang berbeda, tidak hanya mengikat antigen tetapi juga mengikat sel mast pada saat yang sama. Sel mast ditemukan pada beberapa jenis jaringan dan mengandung suatu kimia cocktail yang menginduksi inflamasi ketika dilepaskan, kimia khusus yang disebut histamin. Histamin, dan kimia lain yang sama, menginduksi inflamasi karena melalui inflamasi sistem imun bekerja sesuai. Kurangnya inflamasi akan meletakkan sistem imun pada suatu kekurangan yang serius. Dengan pengikatan pada sel mast IgE dapat berefek pelepasan kimia inflamasi pada saat ketika antigen juga mengikat IgE. Peningkatan jumlah IgE mengarah pada ketidaksesuaian aktivasi sel mast dan inflamasi, seperti terlihat pada gangguan alergi: hay fever, dermatitis kontak, dan asthma.

Immunoglobulin G (IgG) (70-75% total imunoglobulin plasma), merupakan antibodi kedua yang merespon infeksi pada tubuh, tetapi merupakan antibodi terpenting dalam melawan infeksi. IgG paling banyak ditemukan dalam plasma darah dan jaringan cair, menembus plasenta dan memberikan imunitas pada janin selama dalam kandungan, sampai bayi berumur 9 bulan setelah lahir.

Immunoglobulin M (IgM) (10% total imunoglobulin plasma darah), merupakan antibodi pertama kali yang merespon suatu infeksi, tetapi menjadi suatu molekul besar dalam darah, sehingga tidak mampu melawan infeksi dalam jaringan cairan, yang selanjutnya menjadi pekerjaan IgG. IgM merupakan antibodi terbaik yang mengaktifkan komplemen, suatu proses yang dikenal sebagai fiksasi komplemen.

F. MEKANISME PERTAHANAN TUBUH TERHADAP MIKROORGANISME

Masuknya suatu kuman atau mikroorganisme ke dalam tubuh seseorang akan membangkitkan sistem pertahanan tubuh, pergerakan sel neutrofil untuk memfagositosis kuman tersebut, namun usaha penghancuran ini tidak selalu berhasil. Pada keadaan kuman yang patogen dan virulen, sel neutrofil yang berumur pendek akan hancur dan kuman akan segera meninggalkannya. Dalam mekanisme pertahanan tubuh alamiah atau bawaan, komponen yang

memegang peranan penting adalah **komplemen**. Dalam menghadapi invasi suatu mikroorganisme, komplemen dapat melaksanakan aktivitasnya melalui 3 jalan, yaitu:

1. Komplemen langsung menyerang bakteri. Komplemen 3 (C3) terikat pada protein bakteri menginvasi.
2. Untuk patogen atau bakteri tertentu yang tidak dapat diserang oleh komplemen karena dilindungi oleh kapsul atau mantel (*S. pneumoniae*), maka tubuh akan menghadapinya, melalui: a) pengikatan polisakarida kuman oleh reseptor dari sel makrofag untuk selanjutnya dicerna oleh sel makrofag; b) sel makrofag yang bertemu kuman tersebut memproduksi interleukin 6 yang merangsang hepar untuk memproduksi protein yang dapat mengikat manose yang menonjol keluar dari permukaan tubuh kuman melalui kasulnya.
3. Antibodi yang dibentuk sebagai akibat suatu infeksi dapat mengikat kuman penyebab infeksi tersebut. Ikatan ini akan mengaktifkan komplemen 1a yang selanjutnya dapat mengaktifkan komplemen lainnya.

G. MEKANISME PERTAHANAN TUBUH TERHADAP INVASI JASAD MIKROORGANISME EKSTRASELULER

Beberapa patogen yang menginfeksi tubuh seseorang, seperti *S. pneumoniae*, hidup di luar sel, dalam cairan tubuh dekat pembuluh darah. Dalam menghadapi invasi mikroorganisme seperti ini, tubuh mengerahkan sel limfosit B yang mempunyai antibodi (Ab) pada permukaannya dan berfungsi sebagai reseptor antigen dari kuman tersebut. Bila antibodi pada permukaan sel limfosit B tersebut menemukan antigen dari bakteri dalam sirkulasi darah atau cairan tubuh, maka antigen tersebut diikat oleh antibodi tersebut untuk selanjutnya dimasukkan ke dalam vesikel di dalam sel limfosit. Di dalam vesikel, antigen diproses atau dipecah oleh enzim menjadi beberapa fragmen peptida. Suatu molekul MHC kelas II yang diproduksi oleh retikulum endoplasmik dari sel B tersebut yang memiliki kantong/celah yang khusus diciptakan untuk mengikat antigen, namun masih terkunci oleh suatu rantai asam amino khusus sehingga tidak aktif. Di dalam vesikel ini, rantai pengunci tersebut dilepaskan dan MHC II tersebut menjadi aktif sehingga dapat mengikat peptida antigen yang ditemukan dalam vesikel. Kompleks ini selanjutnya mengangkut peptida yang diikatnya ke permukaan sel, sehingga dapat dikenal oleh sel limfosit T-CD4 helper (Th2) dan diikat oleh reseptornya. Sel TH2 yang telah aktif ini, akan memproduksi sitokin yang dapat mengaktifkan sel limfosit B, untuk selanjutnya sel B limfosit berproliferasi dan berdiferensiasi menjadi sel plasma yang memproduksi antibodi (Ig) dan sel memori. Antibodi yang disekresi oleh sel plasma tersebut mengikat antigen pada bakteri ekstraseluler yang selanjutnya akan diikat oleh reseptor sel makrofag atau sel fagosit untuk dihancurkan dan mengakhiri infeksi (Paul 1993). Ikatan antigen dan antibodi juga mengaktifkan

kaskade komplemen sehingga membantu menghancurkan kuman baik secara lisis sel kuman maupun fagositosis.

Latihan

Nah, sekarang untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut, dengan memberikan penjelasan bebas dengan bahasa Anda sendiri pada lembar kertas tersendiri.

- 1) Sebutkan komponen sistem pertahanan atau kekebalan tubuh alamiah!
- 2) Jelaskan jenis dan fungsi sel T limfosit!
- 3) Sebutkan klas antibodi dan fungsinya!
- 4) Jelaskan apa yang disebut dengan antigen, imunogen, dan hapten!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Lihat bahasan materi tentang sistem pertahanan atau kekebalan tubuh alamiah.
- 2) Silakan pelajari kembali bahasan tentang sistem pertahanan tubuh spesifik.
- 3) Coba buka topik tentang Arthropoda sebagai agen penyebab.
- 4) Lihat bahasan struktur dan fungsi imunoglobulin.

Ringkasan

Sistem kekebalan tubuh dibagi menjadi dua tipe utama, yaitu bawaan atau tidak spesifik (non-specific immunity) dan adaptif atau spesifik (specific immunity). Sistem kekebalan tubuh bawaan adalah baris pertahanan pertama terhadap invasi organisme agen benda asing yang tidak dikehendaki. Ada 4 katagori non-specific immunity, yaitu: barrier fisik, barrier kimia, barrier seluler, dan diferensiasi spesies. Sel-sel ini meliputi makrofag dan neutrofil yang menelan organisme asing dan membunuh mereka tanpa memerlukan antibodi.

Sistem kekebalan adaptif (specific immunity) melibatkan beberapa sel plasma darah dan sistem limfatik yang disebut limfosit yang secara genetik dipicu untuk merespon antigen khusus. Ada dua turunan utama sel T, yaitu: sel T helper (Th) dan sel T cytotoxic (Tc). Sel Th ada dua bentuk utama, yaitu TH1 yang menghasilkan cytokine yang penting untuk membunuh organisme intraseluler dan untuk menggerakkan sel Tc yang secara aktual membunuh antigen, dan Th2 yang juga menghasilkan cytokine yang penting untuk multiplikasi sel B, menghasilkan sel plasma yang selanjutnya mulai melepaskan antibodi dan memori cell ketika diaktifkan terpapar dengan antigen.

Tes 3

- 1) Berikut ini yang membedakan suatu antigen dari imunogen adalah
 - A. antigen adalah molekul asing
 - B. antigen menyebabkan produksi antibodi
 - C. antigen tidak selalu menghasilkan respon imun D. antigen biasanya protein atau polisakarida

- 2) Fraksi serum Gamma globulin terutama mengandung
 - A. IgA
 - B. IgD
 - C. IgE
 - D. IgG

- 3) Pada imunoglobulin, ikatan antigen terletak pada
 - A. rantai pendek
 - B. rantai panjang
 - C. regio Fab
 - D. regio Fc

- 4) Berikut ini yang tidak termasuk sel primer imunitas nonspesifik adalah ...
 - A. sel T limfosit
 - B. neutrofil
 - C. natural killer sel
 - D. makrofag

- 5) Barrier kimia pada kekebalan alamiah yang merupakan pertahanan pertama adalah
 - A. mukus
 - B. antibodi
 - C. histamin
 - D. HCl

- 6) Protein yang dihasilkan oleh tubuh akibat dirangsang dari zat kimia asing (antigen) adalah
 - A. limfosit B
 - B. sel T dan reseptor sel T adaptif
 - C. imunoglobulin
 - D. sel plasma

- 7) Air susu ibu yang dihisap bayi saat usia dua bulan, mengandung imunoglobulin ibu jenis
- A. IgA
 - B. IgE
 - C. IgG
 - D. IgM
- 8) Pada vaksinasi melawan penyakit mikobakterial seperti tuberkulosis, respon imun yang paling penting distimulasi adalah
- A. makrofag-aktivasi cell-mediated immunity
 - B. sel T sitotoksik
 - C. antibodi pada lumen usus
 - D. neutrofil
- 9) Berikut ini komponen kekebalan alami yang tidak memproteksi struktur permukaan tubuh adalah
- A. kulit
 - B. mukus
 - C. amilase saliva
 - D. mikroflora usus
- 10) Sel limfosit T yang diaktifkan kontak dengan antigen adalah
- A. sel B
 - B. sel T
 - C. antibodi
 - D. imunogen

Kunci Jawaban Tes

Tes 1

- 1) C
- 2) B
- 3) D
- 4) A
- 5) A

- 6) C
- 7) D
- 8) B
- 9) D
- 10) C

Tes 2

- 1) C
- 2) B
- 3) A
- 4) C
- 5) B
- 6) A
- 7) D
- 8) D
- 9) C

Tes 3

- 1) C
- 2) D
- 3) B 4) A 5) D
- 6) C
- 7) C 8) A 9) C
- 10) A

Glosarium

- Carrier** : seorang yang mengandung penyakit dalam tubuh tetapi orang tersebut tidak menampakkan adanya penyakit.
- Ectoparasit** : parasit yang hidup di permukaan tubuh host.
- Endoparasit** : parasit yang hidup di dalam tubuh host.
- Fase sporogoni** : adalah fase di mana *Plasmodium* berkembang biak membentuk spora di tubuh.
- Host = host** : jasad yang mengandung parasite.
- Host difinitif** : host yang mengandung parasit bentuk dewasa dan parasitnya bereproduksi secara seksual.
- Infeksi** : masuknya atau adanya parasit dalam tubuh host.
- Infestasi** : adanya parasit di permukaan badan host.

Larva	: anak hewan Avertebrata yang masih harus mengalami modifikasi menjadi lebih besar atau lebih kecil untuk mencapai bentuk dewasa.
Merozoit	: adalah bentuk <i>Plasmodium</i> yang menyerang sel darah merah manusia.
Mikologi	: merupakan cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang jamur (fungi).
Myasis	: invasi larva lalat pada jaringan host.
Parasit	: organisme yang hidupnya menumpang (mengambil makanan dan kebutuhan lainnya) dari makhluk hidup lain.
Proglotid	: segmen tubuh dari Cestoda.
Sporozoit	: bentuk <i>Plasmodium</i> yang masuk ke dalam tubuh manusia melalui gigitan nyamuk <i>Anopheles</i> betina.
Tropozoit	: (trophozoite): bakteri atau protozoa, terutama dari kelas sporozoa, yang berada pada tahap aktif dalam siklus hidupnya.
Vektor	: serangga yang menularkan penyakit.
Zoonosis	: suatu penyakit parasit pada binatang yang dapat ditularkan pada manusia, contoh: balantidiasis.

Daftar Pustaka

- Abilo Tadesse, Meseret Alem. 2006. Medical Bacteriology. Lecture Notes, University of Gondar, In collaboration with the Ethiopia Public Health Training Initiative (EPHI), The Carter Center, the Ethiopia Ministry of Health, and the Ethiopia Ministry of Education.
- Dawit Assafa, *et al.* 2004. Medical Parasitology, Degree and Diploma Programs For Health Science Students. Jimma University, Debub University, University of Gondar, In collaboration with the Ethiopia Public Health Training Initiative (EPHI), The Carter Center, the Ethiopia Ministry of Health, and the Ethiopia Ministry of Education.
- Entjang Indan. (2001). Mikrobiologi dan Parasitologi Untuk Akademi Keperawatan. Bandung, PT Citra Aditya Bakti.
- Ganda Hussada S, Herry D, Pribadi Wita. 2000. Parasitologi Kedokteran. Edisi ketiga, Balai Penerbit FKUI, Jakarta.

- Gene Mayer. 2010. Microbiology and Immunology. On-line, University of Sout Caroline School of Medicine, Saturday, July 06, 2015.
- Handoyo I. 2003. Pengantar Imunologi Dasar. Airlangga University Press.
- Indan E. 2001. Mikrobiologi dan Parasitologi Untuk Akademi Keperawatan. Citra Aditya Bakti, Bandung.
- Ivan R. 1994. Essential Immunology. Eight 8th Edition, alih bahasa, Harahap Alida, *et al*, Penerbit Widya Medika, Jakarta.
- Jaypee. 2005. Text book of Microbiology for Nursing Student. Jaypee Brother Publishers.
- Lu Gang Text Book of Human Parasitology, diakses tanggal 27 Nopember 2015 [http://gzy.hainmc.edu.cn/jingpin/jsc/content/Text Book of Human Parasitology.pdf](http://gzy.hainmc.edu.cn/jingpin/jsc/content/Text%20Book%20of%20Human%20Parasitology.pdf).
- Michael J. Cuomo, Lawrence B. Noel, Daryl B. White, Diagnosing Medical Parasites. A Public Health Officers Guide to Assisting Laboratory and Medical Officers.
- Muslim M. 2009. Parasitologi Untuk Keperawatan. EGC, Jakarta.
- Prescott, Harley and Klein's. 2002. Microbiology. 5 edition, McGraw-Hill Company-USA.
- Prasetyo Heru. 2002. Pengantar Praktikum Helmintologi Kedokteran. Edisi 2, Airlangga University Press.
- Prasetyo Heru. 2005. Pengantar Praktikum Protozoologi Kedokteran. Edisi 2, Airlangga University Press.
- Ryan Kenneth J. 2004. Sherris Medical Microbiologyan Introduction To Infectious Diseases. 4th Edition, Mcgraw-Hill.
- Salvo DA. 2012. Microbiology and Immunology. On line University of South Caroline school of Medicine.
- William B.T. 2005. The Biological Basic Of Nursing Cancer.

BAB IV PENERAPAN MIKROBIOLOGI DAN PARASITOLOGI DALAM KEPERAWATAN

Dr. Padoli, SKp., M.Kes.

PENDAHULUAN

Mikroorganisme sangat erat kaitannya dengan kehidupan sehari-hari. Beberapa di antaranya bermanfaat dan yang lain merugikan. Salah satu bentuk kerugian akibat mikroorganisme adalah timbulnya infeksi atau penyakit pada manusia. Mikroorganisme yang merugikan harus dideteksi, dikendalikan, atau bahkan dihancurkan. Anda sebagai mahasiswa yang belajar ilmu keperawatan perlu memahami prinsip sterilisasi, desinfeksi, upaya pencegahan penularan mikroorganisme, dan parasit pada manusia.

Bab ini membahas tentang pencegahan dan pengendalian infeksi, desinfeksi dan sterilisasi, serta pengelolaan spesimen untuk pemeriksaan laboratorium. Setelah mempelajari bab ini

diharapkan mahasiswa dapat menjelaskan tentang penerapan mikrobiologi dan parasitologi dalam keperawatan, dan secara khusus mahasiswa dapat:

1. menjelaskan patogenisitas mikroorganisme;
2. menjelaskan virulensi mikroorganisme;
3. menjelaskan pengertian infeksi;
4. menjelaskan rantai infeksi;
5. menjelaskan cara pencegahan infeksi nosokomial;
6. menjelaskan perbedaan sanitasi, desinfeksi, dan sterilisasi;
7. menjelaskan tata cara desinfeksi;
8. menjelaskan tata cara sterilisasi;
9. menjelaskan persiapan pengambilan spesimen;
10. menjelaskan tata cara pengambilan spesimen; dan
11. menjelaskan pewadahan spesimen;
12. menjelaskan transportasi spesimen.

Kegunaan mempelajari bab ini adalah membantu untuk Anda agar dapat menjelaskan tentang pencegahan dan pengendalian infeksi, metode desinfeksi dan sterilisasi, serta pengelolaan spesimen untuk pemeriksaan laboratorium.

Agar memudahkan mempelajari bab ini, maka materi yang akan dibahas dibagi menjadi 3 topik, yaitu:

1. **Pencegahan dan Pengendalian Infeksi**, yang membahas virulensi mikroorganisme, pengertian infeksi, rantai infeksi, dan pencegahan infeksi nosokomial.
2. **Desinfeksi dan Sterilisasi**, membahas pengertian sanitasi, desinfeksi, sterilisasi, tata cara desinfeksi, dan tata cara sterilisasi.
3. **Pengambilan dan Pengelolaan Spesimen**, membahas tata cara pengambilan spesimen, pengumpulan spesimen, dan pengelolaan spesimen.

Selanjutnya agar berhasil dalam mempelajari materi yang tersaji dalam bab 4 ini, perhatikan beberapa saran berikut:

1. pelajari setiap topik secara bertahap;
2. usahakan mengerjakan setiap latihan dengan tertib, teliti, dan penuh kesungguhan;
3. kerjakan tes yang disediakan; dan
4. diskusikan bagian yang sulit dipahami dengan teman sejawat atau tutor atau melalui pencarian dari bahan pustaka atau dari sumber lain, seperti internet.

Topik 1

Pencegahan dan Pengendalian Infeksi

Mikroba atau penyakit menular akan menyebar dari orang satu ke orang lain memerlukan kondisi atau faktor tertentu. Coba Anda sebutkan beberapa faktor yang menjadi penyebab terjadinya infeksi.

A. PATOGENITAS MIKROORGANISME

Mikroorganisme mungkin dapat ditemukan pada udara yang kita hirup, pada kulit, pada setiap benda yang kita sentuh, dan pada semua makanan. Mikroorganisme dibedakan menjadi patogen dan non patogen.

1. Mikroorganisme Nonpatogen

Mikroorganisme nonpatogen adalah mikroorganisme yang tidak berbahaya dan tidak menyebabkan penyakit, tetapi justru membantu memelihara keseimbangan baik di dalam tubuh maupun lingkungan dan dapat bertindak sebagai **flora normal**. Mikroorganisme nonpatogen juga membantu membatasi pertumbuhan mikroorganisme patogen. Banyak mikroorganisme tumbuh baik di permukaan tubuh inang maupun di dalam tubuh inang, mereka tidak menyebabkan infeksi bila mereka tetap berada di tempat habitatnya. Jika suatu organisme nonpatogen berpindah ke luar dari tempat habitatnya, dapat menjadi organisme penyebab penyakit dan disebut **patogen oportunistik**. Contoh: *Escherichia coli* adalah satu spesies bakteri yang hidup dalam saluran

pencernaan bagian bawah. *E. coli* berpindah ke saluran kemih, ketika wanita melakukan cebok yang salah yakni dari belakang ke depan. Hal ini menyebabkan sisa rektal terkontaminasi masuk ke urethra, dan menyebabkan infeksi saluran kemih.

Penyakit timbul bila infeksi menghasilkan perubahan fisiologis tubuh. Beberapa contoh flora normal dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1. Area Tubuh dan Flora Normal

Area Tubuh	Flora Normal
Kulit	<i>Proteus, Enterobacter, Staphylococcus, Acinobacter, Klebseilla, Pseudomonas, Micrococcus, Corynebacterium, Molasezzia, Pityrosporum</i>
Mulut	<i>Corynebacterium, Neisseria, Actinomyces, Streptococcus, Lactobacillus, Prevotella, Candida</i>
Saluran Pernapasan	<i>Haemophilus, Streptococcus, Staphylococcus, Neisseria, Corynebacterium</i>
Saluran pencernaan	<i>Lactobacillus, Enterococcus, Escherichia, Streptococcus, Staphylococcus, Proteus, Clostridium, Klebseilla, Bacteroides, Peptococcus</i>
Saluran urogenital	<i>Escherichia, Streptococcus, Staphylococcus, Proteus, Klebseilla, Neisseria, Mycobacterium, Mycoplasma, Clostridium, Ureoplasma, Lactobacillus, Candida</i>

Sebaran flora normal berbeda bagi setiap individu menurut jenis kelamin dan usia. Flora normal pada usus halus mayoritas terdiri atas *Enterococcus, Lactobacillus, Bacteroides, Bifidobacterium*, dan *Clostridium*. Pada usus besar mayoritas flora normal terdiri atas *Clostridium, Enterobacter, Enterococcus, Escherichia, Eubacterium, Klebseilla, Lactobacillus, Peptococcus, Peptostreptococcus, Proteus*, dan *Staphylococcus*.

Kontribusi biokimiawi atau metabolisme flora normal pada saluran pencernaan, antara lain:

- sintesis vitamin K, B12, riboflavin, piridoksin, tiamin;
- produksi gas CO₂, CH₄ dan H₂;
- produksi bau melalui H₂S, NH₂, amina, indol, asam butirat;
- produksi asam organik yaitu asam asetat, asam propionat, asam butirat;
- pada reaksi glikosida yaitu β-glukosidase, β-glukoronidase, β-galaktosidase; dan
- produksi ada metabolisme steroid (asam empedu) berupa proses esterifikasi, oksidasi dan reduksi.

2. Mikroorganisme Patogen

Pada dasarnya dari keseluruhan mikroorganisme di alam hanya sebagian kecil mikroorganisme yang merupakan patogen ataupun potensial patogen. **Patogen** adalah agen biologi, fisik, atau kimia yang mampu menyebabkan penyakit pada organisme lain. Agen biologi dapat berupa bakteri, virus, jamur, protozoa, cacing, dan prion. Agar dapat menyebabkan penyakit, mikroorganisme patogen harus dapat masuk ke tubuh inang. Kemampuan

mikroorganisme untuk menyebabkan penyakit disebut **patogenesitas**. Penyakit infeksi dimulai saat mikroorganisme memasuki tubuh inang, selanjutnya bereproduksi, dan bereplikasi. Istilah infeksi menggambarkan pertumbuhan atau replikasi mikroorganisme di dalam tubuh inang.

B. VIRULENSI MIKROORGANISME

Mikroorganisme patogen memiliki faktor virulensi (keganasan) yang dapat meningkatkan patogenitas dan memungkinkan berkolonisasi atau menginvasi jaringan inang dan merusak fungsi normal tubuh. Virulensi menggambarkan kemampuan untuk memperberat penyakit. Virulensi berasal dari bahasa latin **virulentia** yang berarti toksin. Proses untuk menghilangkan sifat virulensi disebut **atenuasi**. Keberadaan mikroorganisme patogen dalam tubuh adalah akibat dari berfungsinya faktor virulensi mikroorganisme, jumlah mikroorganisme dan faktor resistensi tubuh inang.

Mikroorganisme patogen memperoleh jalan memasuki tubuh inang melalui perlekatan pada permukaan mukosa inang. Perlekatan antara molekul permukaan patogen disebut **adhesin** atau ligan. Adhesin berlokasi pada glikokaliks atau pada struktur permukaan mikroorganisme, seperti **fimbriae**. Bahan glikokaliks yang membentuk kapsul mengelilingi dinding sel bakteri, merupakan bagian yang akan meningkatkan virulensi bakteri. Contoh bakteri yang memiliki kapsul polisakarida adalah *Streptococcus pneumonia*, *Haemophilus influenzae*, dan *Bacillus anthracis*, merupakan strain bakteri virulen. Bakteri yang lain memproduksi substansi M Protein, suatu protein resisten panas dan resisten asam, yaitu *Streptococcus pyogenes*. Virulensi mikroorganisme juga disebabkan oleh produksi enzim ekstraseluler (eksoenzim).

Leukosidin diproduksi oleh beberapa bakteri seperti *Streptococcus* dan *Staphylococcus*, dapat menghancurkan neutrofil yang sangat aktif pada proses fagositosis. **Hemolisin** adalah enzim yang dihasilkan oleh bakteri *Staphylococcus*, *Clostridium perfringens*, dan *Streptococcus* dapat menyebabkan lisis eritrosit. Streptolisin merupakan enzim hemolisis yang dihasilkan *Streptococcus*.

Virulensi mikroorganisme patogen juga ditentukan oleh produksi toksin, yaitu substansi racun yang dihasilkan mikroorganisme tertentu. Kemampuan mikroorganisme menghasilkan toksin disebut **toksigenitas**. Istilah toksemia merujuk adanya toksin dalam darah. Terdapat dua jenis toksin yaitu eksotoksin (toksin protein) dan endotoksin (toksin liposkarida).

Mikroorganisme patogen yang tidak memiliki kemampuan menginvasi sel inang menghasilkan eksotoksin. Toksin ini diproduksi oleh bakteri sebagai bagian dari proses pertumbuhan dan metabolismenya, dan dilepaskan ke lingkungan sekitar. Sebagian besar bakteri

penghasil eksotoksin adalah bakteri **Gram positif**. Karena eksotoksin larut dalam cairan tubuh, maka eksotoksin mudah berdifusi dalam darah dengan cepat dan diedarkan ke seluruh tubuh.

Eksotoksin merupakan protein toksin yang tidak tahan panas dan bersifat antigenik yang menginduksi pembentukan antibodi. Antibodi yang terbentuk akibat induksi eksotoksin disebut **antitoksin**. Toksin bekerja dengan cara menghancurkan bagian tertentu sel inang atau menghambat fungsi metabolik tertentu. Eksotoksin dikelompokkan menjadi tiga tipe berdasarkan mekanisme kerjanya, yaitu:

- **Sitotoksin**, membunuh sel inang atau mempengaruhi sel
- **Neurotoksin**, terlibat dalam transmisi normal impuls saraf
- **Enterotoksin**, mempengaruhi sel saluran pencernaan

Daya racun eksotoksin dapat diinaktivasi dengan pemanasan atau paparan formaldehid, iodine, atau bahan kimia lain. Eksotoksin yang telah diinaktivasi tidak lagi menyebabkan penyakit, namun tetap menginduksi pembentukan antitoksin. Eksotoksin yang diinaktivasi atau dilemahkan disebut **toksoid**. Beberapa penyakit yang dapat dicegah melalui vaksinasi toksoid adalah **difteri** dan **tetanus**.

Endotoksin dihasilkan oleh bakteri Gram negatif patogen maupun nonpatogen selama masa pertumbuhannya maupun pada saat sel lisis. Toksin ini merupakan bagian membran luar bakteri Gram negatif yang tersusun atas lapisan lipopolisakarida (LPS). Bagian lipid pada LPS yang disebut lipid A adalah endotoksin, sehingga endotoksin merupakan lipopolisakarida dan eksotoksin merupakan protein. Endotoksin bersifat tahan panas, merupakan antigen lemah dan tidak dapat diubah menjadi toksoid. LPS tidak bersifat toksik jika tidak terlepas dari membran luar dinding sel. Saat bakteri Gram negatif mati, dinding sel rusak mengakibatkan pelepasan toksin LPS. Pelepasan endotoksin pada sistem peredaran darah dapat menyebabkan syok dan kegagalan fungsi banyak organ.

Mikotoksin merupakan toksin yang dihasilkan oleh beberapa jamur, bertanggung jawab pada berbagai kasus keracunan makanan. Aflatoksin merupakan toksin karsinogenik yang dihasilkan oleh *Aspergillus* yang tumbuh pada kacang-kacangan dan padi-padian.

C. PENGERTIAN INFEKSI

Infeksi adalah masuk dan berkembangbiaknya suatu organisme (agen infeksius) dalam tubuh inang. Suatu agen infeksius (patogen) belum tentu menyebabkan penyakit pada manusia. Jika suatu mikroorganisme menginvasi dan berkembang biak di dalam tubuh tetapi tidak menyebabkan gejala, maka disebut **kolonisasi**. Jika suatu penyakit infeksius dapat ditularkan dari satu individu ke individu lainnya disebut **penyakit menular**. Jika mikroorganisme patogen

berkembang biak dan menyebabkan tanda dan gejala klinis maka infeksi tersebut bersifat **simptomatis**, sebaliknya jika tidak ada gejala yang timbul, maka penyakit bersifat **asimptomatis**. Tipe infeksi oleh mikroorganisme dijelaskan pada Tabel 4.2.

Tabel 2. Deskripsi Infeksi

Infeksi	Deskripsi
Lokal	Terbatas pada area tubuh tertentu
Sistemik	Infeksi dimana mikroorganisme tersebar di seluruh tubuh
Primer	Disebabkan oleh satu macam mikroorganisme
Sekunder	Disebabkan oleh mikroorganisme yang mengikuti infeksi primer
Campuran	Infeksi disebabkan oleh dua atau lebih mikroorganisme
Subklinis	Infeksi yang tidak menunjukkan gejala apapun
Bakteriemia	Menunjukkan adanya bakteri dalam darah, umumnya hanya sementara
Septikemia	Mengindikasikan keberadaan bakteri dan produk pertumbuhannya dalam darah
Oportunistik	Mikroorganisme yang secara normal menyebabkan penyakit dengan gejala ringan dan dapat sembuh dengan sendirinya, namun setelah terjadi perubahan fisiologis pada tubuh inang, menurunnya kekebalan tubuh (defisiensi imun, immunocompromise) (misalnya diabetes, terapi immunosupresan, AIDS, malnutrisi berat) dapat menyebabkan penyakit dengan gejala lebih berat dan kronis yang seringkali tidak sembuh dengan pengobatan bahkan dapat berakibat kematian.
Nosokomial	Infeksi baru yang diperoleh klien pada saat dirawat di rumah sakit

Cara timbulnya penyakit melalui beberapa cara, yaitu:

1. Bakteri beradaptasi sebagai patogen pada manusia, menyebabkan infeksi subklinis, misalnya *Mycobacterium tuberculosis*.
2. Bakteri flora normal memiliki virulensi ekstra yang membuatnya bersifat patogenik, misalnya *Escherichia coli*.
3. Bakteri flora normal menyebabkan penyakit ketika mencapai organ dalam melalui trauma atau peralatan bedah, misalnya *Staphylococcus epidermidis*.
4. Pada klien defisiensi imun (penurunan sistem imun), banyak bakteri flora normal dapat menyebabkan penyakit, terutama bila terpapar pada organ dalam, misalnya *Acinetobacter*.

D. RANTAI INFEKSI

Organisme patogenik belum memastikan terjadinya infeksi. Kondisi tertentu harus dipenuhi agar mikroba atau penyakit menular dapat menyebar dari satu orang ke orang lain. Proses ini disebut **rantai infeksi**, hanya dapat terjadi ketika semua elemen dalam rantai yang

utuh. Infeksi dapat terjadi dalam suatu siklus dan tergantung pada elemen, misal: agen infeksius, tempat untuk pertumbuhan patogen (reservoir), jalur keluar dari reservoir, jenis penularan, jalur masuk ke tubuh penjamu (inang, host, hospes), dan kerentanan penjamu. Sebaliknya dengan memutus salah satu elemen rantai ini, penyebaran infeksi dapat dihentikan.

1. Agen Infeksius

Agen penyebab penyakit infeksi pada dasarnya adalah mikroorganisme yakni bakteri, virus, jamur, protozoa, dan parasit lainnya (Tabel 4.3). Potensi mikroorganisme atau parasit untuk menyebabkan penyakit tergantung beberapa faktor, antara lain: kecukupan jumlah organisme (dosis), virulensi atau kemampuan agen untuk bertahan hidup dalam tubuh host atau di luar tubuh host, kemampuan untuk masuk dan bertahan hidup dalam tubuh host, dan kerentanan tubuh host (daya tahan host).

Tabel 4.3. Organisme dan Reservoirnya

Patogen yang banyak ditemukan dan infeksi yang diakibatkan		
Organisme	Reservoir utama	Infeksi Utama/Penyakit
Bakteri		
<i>Eschericia coli</i>	Kolon	Gastroentritis, infeksi saluran kemih
<i>Streptococcus β hemoli tikus</i>	Genetalia orang dewasa	Infeksi perkemihan, infeksi luka, sepsis pasca melahirkan
<i>Staphylococcus aureus</i>	Kulit, rambut, mulut	Infeksi tenggorokan, demam rheuma, infeksi luka
<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	Traktus genitourinarius, rektum	Gonorea, konjktivitis, infeksi panggul.
Virus		
<i>Hepatitis virus A</i>	Feses	Hepatitis A
<i>Hepatitis virus B</i>	Darah, cairan tubuh tertentu,	Hepatitis B
<i>Virus herpes simpleks</i>	kontak seksual	Meningitis aseptik, penyakit menular
Patogen yang banyak ditemukan dan infeksi yang diakibatkan		
Organisme	Reservoir utama	Infeksi Utama/Penyakit
<i>Human Immunodeficiency (HIV) virus</i>	Lesi mulut/kulit, ludah genital Darah, cairan semen, sekret vagina melalui kontak seksual	seksual, infeksi her pes. Aquired Immunodeficiency Syndrome (AIDS)

Jamur <i>Aspergillus</i> <i>Candida albicans</i>	Sampah, debu, mulut, kulit, kolon, traktus urogenitalis Traktus urogenitalis, mulut, kulit, kolon	Pneumonia, sepsis Kandidiasis, pneumonia, sepsis
Protozoa <i>Plasmodium</i> <i>alciparum</i>	Darah	Malaria

2. Reservoir

Reservoir adalah suatu tempat dimana patogen dapat bertahan hidup, tetapi belum tentu dapat berkembang biak. Contoh: Virus Hepatitis A bertahan hidup dalam kerang laut, tetapi tidak dapat berkembang biak; *Pseudomonas* dapat bertahan hidup dan berkembang biak dalam reservoir nebulizer. Reservoir yang paling dikenal adalah tubuh manusia, berbagai mikroorganisme hidup di kulit dan berada dalam rongga, dalam cairan, dan cairan yang keluar dari tubuh. Mikroorganisme tidak selalu menyebabkan individu menjadi sakit. **Karier** (carrier, pembawa) adalah individu yang tidak menunjukkan gejala penyakit, meskipun terdapat organisme patogen pada atau dalam tubuhnya, yang dapat ditularkan ke orang lain, misalnya seseorang dengan flu atau sipilis, anjing dengan rabies. Petugas kesehatan mungkin menjadi reservoir untuk sejumlah organisme nosokomial tersebar di tempat pelayanan kesehatan.

3. Jalan keluar (*Port Exit*)

Setelah mikroorganisme menemukan tempat untuk tumbuh dan berkembang biak, mikroorganisme harus menemukan jalan keluar jika akan masuk ke penjamu dan menyebabkan penyakit. Jalur keluar dapat berupa darah, kulit, membran mukosa, saluran pernapasan, saluran pencernaan, saluran genitourinaria dan transplasenta (ibu ke janin), serta mekanisme aliran (drainase).

4. Cara Penularan (*Mode of Transmission*)

Mikroorganisme tidak dapat bepergian sendiri, sehingga mereka membutuhkan kendaraan untuk membawa mereka ke orang atau tempat lain. Setiap penyakit memiliki jenis penularan tertentu. Kendaraan utama penularan adalah makanan dan air. Jenis penularan suatu penyakit bisa melalui **kontak langsung** (yakni individu ke individu atau kontak fisik antara sumber dengan penjamu yang rentan) dan **tidak langsung** (kontak penjamu yang rentan dengan benda mati yang terkontaminasi, yaitu: jarum atau benda tajam, lingkungan, dan lainnya), melalui udara (*Airborne*), dan vektor (lalat, nyamuk).

5. Jalur masuk mikroorganisme (*port d'entry*)

Mikroorganisme patogen dapat memasuki tubuh inang melalui berbagai macam jalan, misalnya letak (traktus respiratorius, traktus gastrointestinalis, traktus genitourinarius, kulit/membran mukosa, transplasental, parenteral), dan mekanisme aliran (trauma perkutaneus, tindakan invasif dan insisi pembedahan).

6. Kerentanan host

Bagaimana individu mendapatkan infeksi tergantung pada kerentanannya terhadap agen infeksius. Mikroorganisme dapat menyebar ke orang lain tetapi tidak berkembang menjadi infeksi jika sistem kekebalan tubuh seseorang dapat melawannya. Mereka mungkin menjadi pembawa (carrier) tanpa gejala, selanjutnya menjadi mode transmisi ke host rentan yang lain. Setelah host terinfeksi, ia mungkin menjadi reservoir untuk transmisi penyakit ke depannya.

Penjamu yang rentan banyak ditemukan di tempat pelayanan kesehatan, mereka yang mengalami gangguan sistem kekebalan tubuh meliputi anak kecil atau bayi, lanjut usia, orang dengan penyakit kronis, orang yang menerima terapi medis seperti kemoterapi, atau steroid dosis tinggi, orang dengan luka terbuka. Jadi kerentanan ini dapat disebabkan sebagai akibat dari proses penyakit, pengobatan, atau tindakan medis. Sistem kekebalan tubuh yang tidak efektif ini membuat mereka rentan terhadap agen infeksi dalam lingkungan pelayanan kesehatan.

E. PENGENDALIAN INFEKSI DAN INFEKSI NOSOKOMIAL

Klien dalam lingkungan pelayanan kesehatan memiliki peningkatan resiko untuk terkena infeksi. Infeksi yang berhubungan dengan pelayanan kesehatan biasanya disebut **infeksi nosokomial**. Infeksi nosokomial adalah infeksi yang dihasilkan dari tindakan pelayanan pada suatu pelayanan kesehatan. Infeksi ini dapat terjadi sebagai hasil tindakan invasif, pemakaian antibiotik, adanya organisme yang resisten dengan berbagai obat, dan kelalaian dalam kegiatan pencegahan dan kontrol infeksi.

Infeksi nosokomial dapat bersifat eksogen atau endogen. **Organisme eksogen** adalah suatu jenis organisme yang berada di luar klien, contoh: infeksi pasca operasi merupakan infeksi eksogen. **Organisme endogen** adalah bagian dari flora normal atau organisme virulen yang dapat menyebabkan infeksi. Infeksi endogen dapat terjadi ketika bagian flora normal klien berubah dan terus tumbuh secara berlebihan.

Ketika mikroorganisme patogen tumbuh dan berkembang dengan cepat, perawat harus mengetahui bagaimana upaya mencegah penyebaran organisme patogen tersebut.

Beberapa upaya pencegahan yang dilakukan dalam mengendalikan jumlah populasi mikroorganisme, antara lain: cleaning (kebersihan) dan sanitasi, antiseptis, desinfeksi, dan sterilisasi.

Alasan utama perlunya dilakukan pengendalian mikroorganisme adalah mencegah penyebaran penyakit dan infeksi, membasmi mikroorganisme pada inang yang terinfeksi, dan mencegah pembusukan dan perusakan bahan oleh mikroorganisme.

1. Cleaning dan Sanitasi

Cleaning dan sanitasi sangat penting di dalam mengurangi jumlah populasi mikroorganisme pada suatu ruang/tempat. Prinsip cleaning dan sanitasi adalah menciptakan lingkungan yang tidak dapat menyediakan sumber nutrisi bagi pertumbuhan mikroba sekaligus membunuh sebagian besar populasi mikroba.

Pemberian bahan antiseptis merupakan contoh pemberian senyawa kimia yang bersifat antiseptis terhadap tubuh untuk melawan infeksi atau mencegah pertumbuhan mikroorganisme dengan cara menghancurkan atau menghambat aktivitas mikroba.

2. Desinfeksi dan Sterilisasi

Desinfeksi adalah proses pemberian bahan kimia (desinfektans) terhadap peralatan, lantai, dinding atau lainnya untuk membunuh sel vegetatif mikrobial. Desinfeksi diberikan pada benda dan hanya berguna untuk membunuh sel vegetatif saja, tidak mampu membunuh spora.

Sterilisasi adalah proses menghancurkan semua jenis kehidupan mikroorganisme sehingga menjadi steril. Sterilisasi seringkali dilakukan dengan cara pemberian udara panas. Ada dua metode yang sering digunakan, yaitu panas kering dan panas lembab (tata laksana sterilisasi dan desinfeksi dibahas tersendiri).

3. Standard Precaution (Tindakan Pencegahan Standar)

Semua pegawai pelayanan kesehatan perlu mengetahui bahwa kondisi lingkungan kerjanya aman. Perawat harus mengenal pedoman tindakan pencegahan standar untuk melindungi dirinya melawan paparan terhadap patogen yang menular melalui darah. Prosedur penggunaan pedoman tindakan pencegahan standar dirancang untuk memperkecil resiko infeksi yang disebarkan dan selanjutnya melindungi klien dan petugas pelayanan kesehatan.

Ada 9 tindakan dalam pencegahan standar untuk pengendalian infeksi meliputi:

- a. *Cuci tangan*, dilakukan setelah menyentuh darah, cairan tubuh, sekresi, ekskresi, peralatan yang terkontaminasi, dan klien. Cuci tangan segera setelah melepas sarung tangan, juga sebelum dan sesudah menyentuh klien. Hal ini menghindari transfer mikroorganisme ke klien lain atau lingkungan. Sanitasi tangan merupakan metode yang paling penting mencegah penyebaran penyakit di tempat pelayanan kesehatan.

- b. *Gunakan sarung tangan*, sarung tangan digunakan ketika akan menyentuh darah, cairan tubuh, sekresi, ekskresi, dan peralatan yang terkontaminasi. Sarung tangan diganti sebelum dan sesudah tindakan pada klien yang sama setelah kontak dengan bahan yang mungkin mengandung mikroorganisme konsentrasi tinggi. Sarung tangan dilepaskan secara benar setelah digunakan, sebelum menyentuh alat sudah disterilkan dan sebelum ke klien lain dan cuci tangan segera untuk menghindari berpindahnya mikroorganisme ke klien lain atau lingkungan.
- c. *Gunakan masker dan pelindung mata*, sebagai tindakan untuk melindungi membran mukosa mata, hidung, dan mulut selama prosedur dan aktifitas perawatan klien dari percikan udara pernafasan, darah, cairan tubuh baik sekresi maupun ekskresi.
- d. *Gunakan schott*, untuk melindungi kulit dan mencegah kotoran pada baju selama tindakan perawatan, dari percikan darah, cairan tubuh baik sekresi atau maupun ekskresi. *Schott* dilepaskan sesegera mungkin dengan cara yang benar kemudian cuci tangan untuk menghindari berpindahnya mikroorganisme ke klien lain atau lingkungan.
- e. *Perawatan peralatan klien*, dilakukan terhadap peralatan yang telah terpakai klien yang kotor terkena darah, cairan tubuh baik ekskresi maupun sekresi untuk mencegah paparan kulit dan membran mukosa, kontaminasi pada baju, dan berpindahnya mikroorganisme ke klien lain atau lingkungan. Pastikan alat yang telah digunakan tidak digunakan kembali pada klien lain sampai disterilkan kembali secara tepat.
- f. *Pengendalian lingkungan*, dengan jalan mengikuti prosedur rumah sakit untuk pelayanan rutin meliputi cleaning, desinfeksi permukaan lingkungan, tempat tidur, peralatan tempat tidur, dan permukaan lain yang sering disentuh.
- g. *Penanganan alat tenun atau linen*, baik ketika memegang, memindahkan, dan memberlakukan linen terpakai yang kotor terkena darah, cairan tubuh baik ekskresi maupun sekresi untuk mencegah paparan dan kontaminasi pada baju dan menghindari mikroorganisme ke klien lain atau lingkungan.
- h. Mencegah petugas kesehatan dari patogen darah, khususnya untuk mencegah kecelakaan kerja ketika menggunakan jarum, pisau, dan instrumen tajam lain; ketika memegang instrumen tajam setelah tindakan; ketika membersihkan instrumen; dan ketika membuang jarum yang telah terpakai. Jangan pernah menutup jarum yang terpakai dengan kedua tangan atau tehnik lain yang melibatkan ujung jarum menghadap ke bagian tubuh. Jangan melepas jarum yang telah digunakan dari spuit dengan tangan, jangan menekuk atau memanipulasi dengan tangan. Tempatkan jarum dan alat tajam yang lain yang sudah terpakai pada tempat khusus yang telah disediakan.
- i. *Penempatan klien*, dapat menggunakan ruang privat untuk klien yang dapat mencemari lingkungan atau orang yang tidak mampu menjaga kebersihan dan lingkungan dengan tepat.
- j. *Imunisasi*

Beberapa penyakit infeksi dapat dikendalikan melalui vaksinasi (misalnya polio dan difteri).

Penyakit cacar (smallpox), telah diberantas total dengan imunisasi. Imunisasi dapat diperoleh secara pasif dengan pemberian sediaan imunoglobulin (antibodi), atau secara aktif melalui vaksinasi.

Latihan

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Jelaskan pengertian patogen dan nonpatogen!
- 2) Sebutkan komponen rantai infeksi!
- 3) Jelaskan tentang virulensi!
- 4) Jelaskan definisi infeksi nosokomial!
- 5) Sebutkan standard precaution untuk pengendalian infeksi!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Silakan pelajari kembali bahasan patogenisitas mikroorganisme.
- 2) Lihat bahasan materi tentang komponen rantai infeksi.
- 3) Coba buka topik tentang virulensi.
- 4) Lihat bahasan infeksi nosocomial.
- 5) Coba Anda lihat kembali materi tentang standard precaution.

Ringkasan

Infeksi adalah masuk dan berkembangbiaknya suatu organisme (agen infeksius) dalam tubuh penjamu (*host*). Infeksi dapat terjadi dalam suatu siklus yang tergantung pada elemen: agen infeksius, reservoir, jalur keluar dari reservoir, jenis penularan, jalur masuk ke tubuh penjamu, dan kerentanan penjamu yang dikenal dengan rantai infeksi. Pengendalian infeksi dapat dilakukan melalui pemutusan rantai infeksi. Sterilisasi dan desinfeksi merupakan suatu langkah atau tindakan untuk mencegah terjadinya kontaminasi, maupun pencegahan terhadap penularan penyakit infeksi.

Tes 1

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Bakteri penyebab penyakit disebut
 - A. nonpatogen
 - B. protozoa
 - C. patogenik
 - D. saprofit
- 2) Berikut ini yang termasuk rantai infeksi adalah

- A. reservoir, portal entry, dan mode transmisi
 - B. agen infeksi, mode transmisi, dan kavitas
 - C. kerentanan host, reservoir, dan riketsia
 - D. fagosit, agen infeksius, dan portal entry
- 3) Satu cara yang paling penting untuk mencegah penyebaran penyakit adalah
- A. vaksin
 - B. cuci tangan
 - C. menutup mulut ketika bersin
 - D. D.minum suplemen
- 4) Flora normal berikut yang tidak ditemukan di usus besar adalah
- A. Clostridium
 - B. Enterobacter
 - C. Enterococcus
 - D. Mycobacterium
- 5) *Streptococcus* dan bakteri lainnya mempunyai enzim penisilinase sehingga resisten terhadap terapi antibiotik penisilin. Resistensi bakteri ini dikenal
- A. resistensi sekunder
 - B. resistensi insidental
 - C. resistensi primer
 - D. resistensi bawaan
- 6) Semua organisme berikut menyebabkan infeksi nosokomial, kecuali
- A. *Klebsiella pneumoniae*
 - B. *Pseudomonas*
 - C. *Aerogenosa*
 - D. *Acinobacter*
- 7) Penyakit yang ditularkan dari satu orang ke orang lain melalui kontak disebut
- A. okupasional
 - B. menular
 - C. kronis
 - D. bawaan
- 8) Penetrasi sel menjadi bagian ciri dari
- A. bakteri
 - B. parasit
 - C. virus
 - D. jamur

- 9) Bakteriostatik adalah
- A. bahan kimia yang mengangkat patogen
 - B. tempat sekitar substansi di mana tidak ada pertumbuhan
 - C. zat yang membunuh bakteri tapi bukan pada yang lain
 - D. agen biologi atau kimia yang menghentikan reproduksi bakteri
- 10) Prosedur yang paling penting untuk pencegahan infeksi dari mikroorganismenya adalah
- A. mengenakan sarung tangan
 - B. menggunakan kantong linen yang benar
 - C. mencuci tangan yang efektif
 - D. mengenakan kaca pelindung

Topik 2

Sterilisasi dan Desinfeksi

Surgical asepsis tidak sama dengan medikal asepsis. **Surgical asepsis** adalah tindakan mengangkat semua mikroorganisme patogen dan nonpatogen dari suatu obyek. Surgical asepsis ditujukan terhadap penggunaan semua teknik untuk mempertahankan suatu lingkungan yang steril. Agar menjadi steril, peralatan harus bebas dari semua mikroorganisme termasuk spora. Ada tiga teknik utama untuk mencegah penyebaran infeksi di tempat pelayanan kesehatan, yaitu sanitisasi, desinfeksi, dan sterilisasi. Pembersihan, desinfeksi, dan sterilisasi obyek yang terkontaminasi dengan benar dapat mengurangi dan menghilangkan mikroorganisme secara signifikan. Efektifitas tindakan desinfeksi dan sterilisasi merupakan hal penting untuk mencegah infeksi terkait kesehatan.

A. SANITASI

Sanitisasi mengurangi jumlah mikroorganisme pada peralatan dan merupakan pengendalian infeksi tingkat terendah. Peralatan yang hanya menyentuh permukaan kulit dapat disanitisasi dengan menyikat, detergen rendah buih, dan air hangat digunakan untuk pembilasan. Sanitisasi tidak menghancurkan semua mikroorganisme atau spora. Sebelum alat didesinfeksi atau disterilisasi, harus disanitisasi terlebih dahulu. Kegagalan mengangkat bahan organik, mencegah uap atau kimia, dan menembus permukaan alat, yang perlu diperhatikan dalam melakukan sanitasi.

Sanitisasi merupakan tahap pertama pembersihan dan pensterilan peralatan. Perawat melakukan sanitasi sesegera mungkin setelah instrumen digunakan. Bila melakukan sanitasi alat yang terkena bahan yang terkontaminasi (misal: darah, mukus), pertama kali yang dilakukan adalah dicuci dengan air dingin. Air dingin tidak mengkoagulasi protein pada alat terkontaminasi. Detergent rendah buih dengan pH netral atau dengan sikat dapat juga digunakan untuk membersihkan alat dan melepaskan debris (kotoran).

B. DESINFEKSI

Desinfeksi adalah suatu tindakan yang dimaksudkan untuk mengurangi jumlah mikroorganisme patogen pada instrumen dengan menghilangkan dan atau membunuh patogen. Spora bakteri tidak selalu dibunuh oleh desinfeksi, namun jumlah mereka dapat dikurangi sebagai akibat dari proses pembersihan. Desinfeksi dipertimbangkan sebagai pengendalian infeksi tingkat intermediet. Desinfektan adalah zat kimia yang digunakan untuk membunuh mikroba patogen

yang melekat pada peralatan kesehatan, misalnya alat yang digunakan di ruangan operasi, meja operasi, dan sebagainya.

Sedangkan antisepsis merupakan proses pencegahan infeksi dengan cara inaktivasi atau mematikan mikroorganisme dengan cara kimiawi. Bahan yang bersifat antisepsis disebut **antiseptik**. Antiseptik ini tidak merusak jaringan inang dan tidak setoksik desinfektan. Substansi yang dapat membunuh mikroorganisme umumnya memiliki nama dengan akhiran **-sida** (*cide*), contohnya fungisida, bakterisida, germisida, dan lainnya. Beberapa hal penting yang perlu diperhatikan dalam hal desinfeksi, antara lain:

1. Desinfeksi dapat dilakukan dengan cara kimia atau termal (panas). Desinfeksi panas, bila diterapkan pada alat yang tahan panas, hasilnya akan selalu lebih baik dibanding penggunaan desinfeksi kimia.
2. Desinfeksi dengan cara apapun tidak sebaik tindakan sterilisasi yakni bila diterapkan pada peralatan yang digunakan pada tindakan invasif. Apabila sterilisasi memungkinkan untuk dilakukan, maka sterilisasi adalah lebih baik daripada desinfeksi tingkat tinggi.
3. Desinfeksi harus didahului oleh pembersihan mekanis atau manual.
4. Metode desinfeksi yang dipilih harus sesuai dengan peralatan tertentu dan cocok untuk tujuan penggunaan peralatan.

Efektivitas desinfeksi tergantung pada beberapa hal, antara lain:

- jumlah atau beban mikroorganisme yang ada pada alat yang akan didesinfeksi.
- kerja biosidal dari proses desinfektan atau desinfektan (kimia konsentrasi, pH, suhu, kualitas air, dan kelembaban).
- lama paparan atau kontak yang efektif antara agen biosida dan mikroorganisme (kehadiran dari celah, lumen, persendian).
- agen biosida dan aparatus yang sesuai untuk item yang didesinfeksi.

Terdapat 3 tingkatan desinfeksi yaitu **desinfeksi tingkat tinggi**, membunuh semua organisme kecuali spora bakteri; **desinfeksi tingkat sedang**, membunuh bakteri kebanyakan jamur kecuali spora bakteri; dan **desinfeksi tingkat rendah**, membunuh kebanyakan bakteri, beberapa virus, dan beberapa jamur, tetapi tidak dapat membunuh mikroorganisme yang resisten, seperti basil tuberkel dan spora bakteri.

Adapun tatacara yang digunakan untuk membunuh atau mengurangi mikroba patogen, yakni desinfeksi dengan suhu panas atau dingin dan dengan penggunaan bahan kimia atau desinfektan.

1. Desinfeksi Thermal

Desinfeksi panas dapat mencapai desinfeksi tingkat tinggi ketika permukaan benda/alat kontak dengan air panas dalam jangka waktu yang tepat. Waktu lebih pendek diperlukan untuk suhu yang lebih tinggi. Semakin tinggi suhu yang digunakan, semakin pendek waktu yang

diperlukan. Menurut standar waktu yang diperlukan untuk perubahan kondisi desinfeksi dengan cara thermal menggunakan sirkulasi air panas 70°C selama 100 menit, atau 75°C selama 30 menit, atau 80°C selama 10 menit, atau 90°C selama 1 menit.

Desinfeksi panas direkomendasikan untuk proses ulang peralatan anestesi, pencucian, peralatan makan dan minum, termasuk peralatan makan bayi dan lainnya. Suhu rendah dapat menyebabkan pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroba berhenti. Cara ini dipakai untuk mengawetkan komponen darah, sediaan jaringan, bahan makanan yang mudah membusuk, dan sebagainya. Beberapa bakteri patogen mati pada suhu 0°C, misalnya *Neiseria*.

2. Desinfeksi kimiawi

Desinfeksi kimia adalah pemberian bahan kimia cair untuk menghilangkan sebagian besar mikroorganisme patogen (kecuali spora bakteri) yang terdapat pada benda mati atau permukaan benda. Desinfeksi cair memiliki daya antimikroba yang lebih rendah dibandingkan sterilisasi lain. Beberapa contoh alat yang didesinfeksi secara kimiawi adalah peralatan endoskopi yang tak dapat disterilkan, permukaan lingkungan, alat akses intravena, dan pelestarian spesimen. Desinfektan yang sering digunakan dalam proses desinfeksi antara lain:

Fenol (asam karboksilat)

Fenol digunakan secara luas sebagai desinfektan dan antiseptik. Golongan fenol diketahui memiliki aktivitas antimikroba yang bersifat bakterisidal namun tidak bersifat sporisidal. Efektifitas fenol sebagai desinfektan pada konsentrasi 2-5% dengan mendenaturasi protein dan merusak membran sel bakteri serta aktif pada pH asam. Saat ini fenol jarang digunakan sebagai antiseptik karena dapat mengiritasi kulit. Senyawa fenolik yang sering digunakan adalah cresol.

Bisfenol

Bisfenol adalah senyawa turunan fenol. Contoh bisfenol adalah hexachlorophene merupakan bahan lotion Hisohex, digunakan sebagai prosedur kontrol mikroba pada tindakan pembeahan di rumah sakit. *Staphylococcus* dan *Streptococcus* peka terhadap hexachlorohene. Jenis bisfenol lain adalah triclosan, bahan sabun antibakteri, dan pasta gigi. Kisaran aktifitas triclosan diketahui cukup luas terutama bakteri Gram positif dan jamur.

Biguanidin

Contohnya klorheksidin, memiliki kisaran aktivitas yang luas dan digunakan dalam kontrol mikroorganisme pada kulit dan membran mukosa. Kombinasi klorheksidin dengan detergen atau alkohol banyak diaplikasikan untuk kebersihan kulit dan tangan klien, serta tim medis menjelang tindakan operasi.

Halogen

Terutama iodine dan klorin merupakan antimikroba yang cukup efektif. Iodine adalah antiseptik tertua dan paling efektif terhadap banyak jenis bakteri, endospora, fungi, dan beberapa virus. Iodine terdapat sebagai tinctura, yaitu larutan dengan pelarut alkohol dan sebagai iodophor. Iodophor memiliki kemampuan antimikroba dari iodine, namun tidak berwarna dan kurang mengiritasi kulit dan jaringan.

Klorin (sodium hipoklorit)

Natrium hipoklorit memiliki aktivitas antimikroba spektrum luas, namun tidak aktif terhadap materi organik. Kemampuan germicidalnya disebabkan oleh asam hipoklorit yang terbentuk saat klorin ditambahkan air. Asam hipoklorit akan mengoksidasi protein sehingga membran sel rusak dan terjadi inaktivasi enzim mikroorganisme. Hipoklorit tidak stabil dalam pengenceran, mengkorosi bahan logam sehingga tidak digunakan untuk tujuan penyimpanan. Perlakuan dilakukan minimal 30 menit. Hal ini digunakan untuk desinfeksi air (kaporit), desinfeksi barang laundry, peralatan gigi, dan permukaan lingkungan bersih.

Alkohol

Alkohol (etil dan isopropil alkohol) merupakan bakterisida yang cepat, dapat berfungsi sebagai tuberculocidal, fungisida, dan membasmi virus, tetapi tidak berfungsi sebagai sporicidal, dan dapat mendenaturasi protein melalui kemampuannya melakukan dehidrasi.

Konsentrasi optimum adalah 60-90% volume. Alkohol dapat digunakan untuk:

- mensterilkan permukaan ampul/vial sebelum diakses,
- mendisinfeksi permukaan yg telah dibersihkan (setelah bersih awal dengan deterjen dan air), misalnya troli, *counter tops* (alat penutup), bangku laboratorium di mana diperlukan.
- mensterilkan permukaan beberapa peralatan, misalnya: diafragma stetoskop, manekin resusitasi.
- membantu dalam pengeringan beberapa permukaan peralatan.
- mensterilkan kulit sebelum prosedur invasif (lihat 'antiseptik kulit').

Perak

Perak digunakan sebagai antiseptik pada larutan perak nitrat 1%. Kombinasi perak dengan sulfadiazin (silver-sulfadiazin) umum digunakan dalam obat krim untuk luka bakar.

Aldehid

Aldehid merupakan antimikroba yang paling efektif. Dua contoh aldehid adalah formaldehid dan glutaraldehid. **Formaldehid** konsentrasi 2% diketahui paling efektif.

Formaldehid 8% dan glutaraldehid 4% menginaktivasi hampir semua jenis mikroorganisme. Bentuk cair berfungsi sebagai bakterisidal, tuberculocidal, fungisidal, sporisidal, dan virusidal. Namun, sifat karsinogenik yang membatasi penggunaannya. Formaldehyde diklasifikasikan sebagai disinfektan tingkat tinggi dan terutama digunakan untuk mengawetkan spesimen anatomi. Larutan (formalin) mengandung 37-40% formaldehid.

Glutaraldehid (relatif kurang bersifat iritasi)

Larutan 2% glutaraldehid (Cidex), glutaraldehid bersifat bakterisidal, tuberkuloisidal dan virusidal dalam waktu 10 menit dan bersifat sporisidal dalam waktu 3-10 jam. Glutaraldehid juga merupakan cairan disinfektan yang disarankan untuk desinfeksi tingkat tinggi pada alat endoskopi yang sensitif terhadap panas (misalnya: arthroscope, hysteroscope, laparoscope dan aksesorisnya, cystoscope, dan semua instrumen lain memasuki lokasi steril dalam tubuh), dan pengawetan mayat.

Nah sebagian besar desinfeksi secara kimiawi telah diuraikan, untuk memantapkan pemahaman Anda tentang desinfeksi kimiawi, jelaskan desinfeksi kimiawi yang dilakukan di tempat kerja Anda, pada kolom berikut:

1.
2.

C. STERILISASI

Sterilisasi merupakan suatu langkah atau tindakan untuk mencegah terjadinya kontaminasi, maupun penularan penyakit infeksi. Sterilisasi merujuk pada kata **steril** (suci hama) adalah keadaan bebas dari segala mikroba baik patogen atau nonpatogen. Suatu tindakan untuk membuat suatu benda menjadi steril disebut **sterilisasi**. Sterilisasi dalam mikrobiologi merupakan proses penghilangan semua bentuk kehidupan mikroba, termasuk bakteri, virus, mikoplasma, dan spora yang terdapat pada/di dalam suatu benda. Proses ini melibatkan penggunaan bahan biosidal atau proses fisik dengan tujuan untuk membunuh atau menghilangkan mikroorganisme. Target suatu metode inaktivasi tergantung dari metode dan tipe mikroorganismenya, yaitu tergantung dari asam nukleat, protein, atau membran mikroorganisme tersebut. Bahan kimia yang digunakan untuk sterilisasi disebut **sterilan**. Agar menjadi efektif, sterilisasi harus didahului dengan pembersihan secara teliti (baik secara mekanik atau manual) untuk menghapus semua bahan asing dari benda-benda sebelum dilakukan sterilisasi.

Sterilisasi dapat dilakukan melalui cara fisik dan kimia. Cara sterilisasi kimia dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan kimia, sedangkan metode sterilisasi fisik dapat dilakukan dengan pemberian suhu panas baik panas kering maupun panas basah, radiasi, dan filtrasi. Ada berbagai sterilisasi yang sesuai untuk fasilitas kesehatan termasuk sterilisasi uap (**autoklaf**), sterilisasi panas kering, dan proses sterilisasi suhu rendah (etilena oksida, asam perasetat, dan plasma hidrogen peroksida). Metode sterilisasi yang dipilih harus sesuai dengan item yang akan disterilkan untuk menghindari kerusakan. Rekomendasi produsen harus diikuti ketika menentukan cara sterilisasi untuk setiap item. Penggunaan satu peralatan sterilisasi merupakan suatu alternatif dalam pengaturan proses sterilisasi yang tidak dapat dilakukan.

1. Sterilisasi Panas Kering (*Dry heat sterilization*)

Sterilisasi panas kering berfungsi untuk mematikan organisme dengan cara mengoksidasi komponen sel ataupun mendenaturasi enzim. Metode ini tidak dapat digunakan untuk bahan yang terbuat dari karet atau plastik. Sterilisasi panas kering hanya digunakan secara minimal dalam fasilitas perawatan kesehatan saat ini. Cara ini memerlukan suhu yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan sterilisasi pemanasan basah.

Pemanasan dengan udara panas (oven). Alat yang dapat dilakukan dengan cara ini adalah benda logam, bahan seperti bubuk, talk, vaselin, dan kaca. Peralatan yang akan disterilisasi harus dicuci, disikat, dan didesinfeksi terlebih dahulu, kemudian dikeringkan dengan lap, dan diatur menurut kegunaannya, serta perlu pemberian indikator pada setiap alat yang berbeda kegunaannya. Bila menggunakan pembungkus, dapat memakai kertas aluminium foil. Oven harus dipanaskan dahulu sampai temperatur yang diperlukan. Kemudian alat dimasukkan dan diperhatikan derajat pemanasannya (suhu 170°C selama satu jam atau 140°C selama dua jam). Untuk pendinginannya, bila suhu mencapai 100°C, oven jangan dibuka sebab peralatan dari kaca akan pecah pada pendinginan yang mendadak.

Tabel 4.4. Waktu dan Suhu Sterilisasi Panas Kering

Suhu (°C)	Waktu (jam)
170	1,0
160	2,0
150	2,5
140	3,0

Pemanasan dengan nyala api (*pemijaran/flambir*) dapat dipakai langsung, sederhana, cepat, dan dapat menjamin sterilisasinya, hanya penggunaannya terbatas pada beberapa alat

saja, seperti peralatan dari logam, kaca (pipet), dan porselen. Keuntungan dari sterilisasi panas kering meliputi:

1. mampu mensterilkan peralatan dalam wadah tertutup atau tidak berpori.
2. mampu mensterilkan peralatan yang kompleks, sambil dirakit.
3. mampu untuk mensterilkan peralatan yang tidak mungkin dilakukan sterilisasi kering dengan uap atau pada peralatan yang mungkin rusak/berkarat oleh kelembaban sterilisasi uap.
4. relatif lebih sederhana dibanding sterilisasi mekanik.
5. Sedangkan kekurangan sterilisasi panas kering adalah:
6. waktu yang lama, mulai pemanasan, proses sterilisasi, sampai pendinginan peralatan yang disterilkan.
7. kemungkinan terjadi kerusakan bahan kemasan atau beberapa item sendiri akibat dari suhu tinggi yang digunakan.
8. pemantauan dan pengendalian kondisi sterilisasi dalam kemasan yang disterilkan bisa sangat memakan waktu.
9. karena suhu tinggi, sterilisers panas kering memberikan potensi terbesar untuk cedera personel setelah kontak dengan bagian sterilisasi atau alat yang sedang diproses, dibandingkan dengan fasilitas proses sterilisasi yang lain.

2. Sterilisasi Panas Basah (*Wet heat sterilization*)

Sterilisasi panas basah menggunakan suhu di atas 100°C dilakukan dengan uap yaitu menggunakan **autoklaf**, alat serupa **pressure cooker** dengan pengatur tekanan dan pengaman. Prinsip autoklaf adalah terjadinya koagulasi yang lebih cepat dalam keadaan basah dibandingkan keadaan kering. Proses sterilisasi dengan autoklaf ini dapat membunuh mikroorganisme dengan cara mendenaturasi atau mengkoagulasi protein pada enzim dan membran sel mikroorganisme. Proses ini juga dapat membunuh endospora bakteri. Sterilisasi uap (**steam sterilization**) melibatkan penggunaan uap bertekanan, diberikan pada suhu tertentu untuk waktu yang tepat. Sterilisasi terjadi sebagai akibat kondensasi panas dipindahkan ke beban menyebabkan menjadi panas yang cepat. Peralatan yang disterilkan harus dibungkus dan dikemas dan benar-benar kering sebelum pengangkatan dari autoklaf dan prosedur ini harus tetap di tempat untuk memantau proses sterilisasi. Lamanya pemanasan tergantung pada tekanan uap yang dipergunakan, serta besar dan macam benda yang akan disterilkan. Dengan cara ini bentuk vegetatif maupun spora akan mati, sehingga tercapai sterilisasi sempurna.

Tabel 4.5. Siklus Standar Autoklaf

Temperatur (°C)	Waktu (menit)	Tekanan (bar)	Kesintasan*	Waktu Ekuivalen **
115	30	0,7	1 dalam 10 ⁴	60

121	15	1,0	1 dalam 10^8	15
126	10	1,4	1 dalam 10^{17}	4,7
134	3	2,0	1 dalam 10^{32}	0,8

* Untuk endospora bakteri tahan panas, misalnya *Bacillus stearothermophilus*

** Waktu yang diperlukan untuk mematikan endospora tahan panas hanya terdapat 1 endospora yang sintas dalam 10^8

Sterilisasi panas basah dengan perebusan. Sterilisasi dengan panas basah dapat dilakukan dengan merendam dalam air yang mendidih. Cara ini sudah lama dikerjakan orang. Air yang mendidih pada tekanan 1 atmosfer, suhu 100°C , dapat membunuh bakteri vegetatif dalam waktu 5-15 menit, bentuk spora akan mati dalam 1-6 jam. Endospora bakteri umumnya resisten terhadap cara perebusan ini. Sterilisasi panas basah digunakan untuk bahan yang sensitif panas, untuk industri makanan berkisar pada temperatur $60-80^{\circ}\text{C}$, susu pada temperatur 63°C selama 30 menit. Lama perebusan panas basah adalah 15-30 menit dan akan lebih baik bila ditambahkan larutan 1-3% Na_2CO_3 , karena mempunyai daya menghancurkan dinding spora. Alat-alat yang sering disterilkan dengan cara ini, antara lain: tabung reaksi, obyek glass, dan cawan petri. Dalam kehidupan sehari-hari cara desinfeksi dengan merebus dipakai untuk desinfeksi botol susu atau dot untuk minum.



Gambar 4.1. Manual Autoclave (Aquaclave) (Khadka S, *et al*, 2008)

a. *Sterilisasi suhu rendah (low temperature sterilization)*

Meningkatnya penggunaan peralatan endoskopi baik yang kaku maupun yang lentur dan akan rusak bila terkena suhu tinggi (121-160°C) telah mendorong pengembangan metode alternatif untuk pengelolaan peralatan peka panas. Ada tiga proses sterilisasi suhu rendah yang ditentukan untuk digunakan sebagai fasilitas perawatan kesehatan untuk mensterilkan peralatan pada suhu 55°C atau lebih rendah. Sterilan yang aktif digunakan dalam proses sterilisasi suhu rendah, meliputi: etilen oksida, hidrogen peroksida plasma, dan asam perasetat.

Etilen oksida

Setelah tahap pengosongan udara menggunakan vakum, sterilisasi dicapai dengan gas etilen oksida dalam kondisi kelembaban, suhu, waktu, dan konsentrasi gas yang terkendali. Gas dipasok dalam tabung yang digunakan per satu siklus. Pemberian aerasi semua peralatan diperlukan setelah sterilisasi.

Hidrogen peroksida plasma

Setelah pengosongan udara oleh vakum sangat dalam dan mencapai tahap plasma, sterilisasi dicapai melalui pemberian aliran uap hidrogen peroksida plasma dengan pantauan frekuensi radio. Steriliser memonitor dan mengontrol tingkat pencapaian dan kedalaman vakum, energi yang dibutuhkan untuk memulai plasma dalam ruangan, dan durasi setiap tahap.

Asam perasetat

Asam perasetat atau asam peroxyacetic dalam konsentrasi rendah dapat merusak sangat cepat semua mikroorganisme termasuk spora bakteri. Asam perasetat tetap efektif dengan adanya bahan organik dan sporisidal meskipun pada temperatur rendah.

b. Sterilisasi dengan radiasi

Radiasi ultraviolet. Di semua tempat terdapat kuman, sehingga perlu dilakukan sterilisasi udara. Biasanya dilakukan di tempat-tempat khusus, seperti di kamar operasi, kamar isolasi, dan sebagainya yang memerlukan udara steril. Hal ini dapat dilakukan dengan sterilisasi udara (**air sterilization**) yang memakai radiasi ultraviolet. Sinar UV ini bereaksi dengan asam nukleat sel mikroorganisme dan menyebabkan ikatan antara molekul timin yang bersebelahan dan menyebabkan terbentuknya dimer timin. Dimer timin dapat menghalangi replikasi normal DNA dengan menutup jalan enzim replikasi. Endospora bakteri resisten terhadap sinar UV.

Metode sterilisasi dengan ionisasi sebesar 2,5 Mrad dapat menembus jauh ke dalam obyek. Penggunaan teknik ini, misalnya dengan radiasi sinar gamma kobalt-60, yang lebih kuat daya tembusnya dibandingkan sinar UV dan tidak dilakukan di laboratorium. Metode sterilisasi ini ditujukan untuk merusak asam nukleat mikroorganisme dan digunakan untuk bahan yang tidak dapat disterilisasi menggunakan panas, contohnya bahan plastik, sekali pakai, antibiotik, hormon, dan jarum suntik.

b. Sterilisasi dengan filtrasi

Metode sterilisasi dengan penyaringan digunakan untuk bahan yang sensitif terhadap panas, bahan berbentuk cairan misalnya enzim. Filtrasi cairan secara luas hanya digunakan dalam produksi obat-obatan atau pada sistem irigasi dalam ruang operasi, maupun dalam perawatan medik lainnya yang membutuhkan adanya cairan steril. Pada proses ini digunakan membran filter yang terbuat dari **selulosa aetat**. Kerugian metode ini adalah biaya yang mahal serta filter yang mudah mampat akibat filtrat tertinggal pada saringan sehingga harus diganti, dan filter ini tidak dapat menyaring virus. Jenis filter lain adalah filtrasi udara disebut **HEPA** (*High Efficiency Particulate Air*), contohnya LAF (*laminar air flow*). Filter ini digunakan untuk menyaring udara sehingga bebas debu, dan bakteri.

Latihan

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Jelaskan perbedaan desinfeksi dan sterilisasi!
- 2) Sebutkan metode sterilisasi!
- 3) Sebutkan metode desinfeksi!
- 4) Jelaskan keuntungan sterilisasi panas kering!
- 5) Sebutkan desinfektan yang sering digunakan!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Lihat bahasan materi tentang desinfeksi dan sterilisasi.
- 2) Silakan pelajari kembali bahasan tentang sterilisasi.
- 3) Coba buka topik tentang metode desinfeksi.
- 4) Lihat bahasan sterilisasi.
- 5) Coba Anda lihat kembali materi tentang desinfeksi.

Ringkasan

Sterilisasi merupakan proses menghilangkan atau membunuh mikroba termasuk sporannya, sedangkan desinfeksi dan antisepsis hanya menghilangkan atau mengurangi mikroba tanpa membunuh spora. Beberapa metode sterilisasi dan desinfeksi meliputi metode panas kering, panas basah, filtrasi, radiasi, dan secara kimiawi.

Tes 1

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Steril adalah
 - A. bebas dari mikroorganisme
 - B. bebas penyakit mikroorganisme
 - C. bebas bakteri dan virus tidak spora
 - D. bebas spora
- 2) Tidak adanya semua bentuk kehidupan mikroba termasuk spora, dikenal sebagai
 - A. sanitasi
 - B. desinfeksi
 - C. sterilisasi
 - D. dekontaminasi
- 3) Metode pengendalian infeksi berikut yang memerlukan penggunaan autoclave adalah
 - A. desinfeksi
 - B. sterilisasi

- C. sanitasi
 - D. asepsis
- 4) Proses cleaning yang diperlukan untuk semua instrumen yang menembus kulit atau kontak dengan area yang secara normal steril pada jaringan atau organ internal adalah
- A. sterilisasi
 - B. sanitasi
 - C. desinfeksi
 - D. asepsis
- 5) Cara ini dipakai yang tepat untuk mengawetkan komponen darah, sediaan jaringan adalah
- A. pemberian formalin
 - B. pemanasan sedang
 - C. pendinginan
 - D. pemberian klorin
- 6) Persyaratan terjadinya sterilisasi uap harus
- A. buat kontak langsung pada semua permukaan
 - B. panas tinggi
 - C. berwarna merah pada setiap kemasan
 - D. perangkap udara dalam kemasan
- 7) Metode sterilisasi berikut yang digunakan untuk mensterilkan cairan adalah
- A. ethylene oxide
 - B. peracetic acid
 - C. prevac steam
 - D. gravity steam
- 8) Cara ini dipakai untuk mengawetkan komponen darah, sediaan jaringan adalah
- A. pemberian formalin
 - B. pemanasan sedang
 - C. pendinginan
 - D. pemberian klorin
- 9) Untuk mensterilisasi bahan yang tidak dapat disterilisasi menggunakan panas seperti plastik sekali pakai, antibiotik, hormon menggunakan
- A. ionisasi
 - B. radiasi ultraviolet
 - C. sterilisasi suhu rendah

D. pendinginan

10) Pengendalian mikroba dengan panas basah adalah

- A. pencucian, ultrasonik, pembakaran
- B. ultrasonik, autoklaf, sterilisasi bertingkat
- C. autoklaf, air mendidih, sinar katode
- D. pasteurisasi, autoklaf, air mendidih

Topik 3 Tata Cara Pengambilan dan Pengelolaan Spesimen

Tubuh kita harus mempertahankan diri melawan potensial bahaya baik yang datang dari lingkungan luar sekeliling kita maupun dari lingkungan dalam kita. Materi sebelumnya membahas tentang agen luar tubuh yang dapat menginvasi, mengganggu, serta menyebabkan penyakit infeksi pada tubuh kita. Penginvasi ini meliputi: virus, bakteri, protozoa, atau parasit yang lebih besar. Kerusakan sel akibat agen luar dapat pula menyebabkan kerusakan DNA, sel menjadi ganas (malignan), dan tubuh harus melawan sel sendiri yang tidak normal. Strategi pertahanan pada tubuh dikenal sebagai kekebalan atau imunitas (immunity). Pada topik 3 ini akan membahas respon kekebalan nonspesifik dan sistem kekebalan spesifik yang digunakan untuk melindungi tubuh.

A. PERSIAPAN PENGUMPULAN SPESIMEN

1. Persiapan untuk Pemeriksaan

Pemeriksaan laboratorium merupakan bagian dari rangkaian pemeriksaan untuk mengetahui penyebab penyakit, menilai perkembangan penyakit setelah diberikan pengobatan atau meyakinkan kebenaran penyebab penyakit yang diduga berdasarkan gejala klinisnya yang khas (*gejala pathognomonic*). Untuk mengetahui penyebab atau perkembangan penyakit infeksi, diusahakan isolasi dan identifikasi mikroorganisme dari spesimen (sampel) yang diambil. Hasil pemeriksaan ini dipakai sebagai pedoman dalam pengobatan, perawatan atau tindakan lainnya pada klien. Kegagalan hasil pemeriksaan penyebab penyakit dapat disebabkan oleh beberapa faktor, dan bila hasil pemeriksaan negatif tidak berarti bahwa hasil diagnosis klinik salah tetapi dapat disebabkan oleh tehnik atau cara kerja pengambilan dan pengiriman spesimen (sampel, bahan pemeriksaan) yang salah. Mengingat hasilnya yang sangat penting, maka pengambilan dan penanganan spesimen harus dilakukan dengan benar.

Spesimen pemeriksaan sebaiknya harus diambil sebelum pemberian obat-obatan, bila terlanjur mengkonsumsi antibiotik sebaiknya setelah 24 jam pemberian antibiotik. Kadang-diperlukan bantuan secara aktif dalam pengambilan spesimen pemeriksaan dengan memberikan keterangan kerja yang jelas terhadap pengambilan spesimen yang diperlukan/dikehendaki.

Pengambilan harus dilakukan dengan cara aseptik untuk menghindari kontaminasi mikroorganisme lain, dengan wadah (tempat penampung) yang steril.

Prinsip pengambilan sampel harus representatif (mewakili proses pemeriksaan yang dikehendaki dan ada kaitannya dengan infeksi mikroorganisme penyebab penyakit), tanpa memandang asal/jenis spesimen. Spesimen dalam wadah/tempat steril yang dapat ditutup dengan baik dan tidak bocor. Hal penting untuk mencegah pencemaran, sampel spesimen harus segera dikirimkan ke laboratorium mikrobiologi untuk diproses secepatnya, dapat diisolasi dari suatu tempat pada saat akut atau selama perjalanan penyakitnya. Kesalahan dalam pemilihan spesimen dalam pengambilan dan pengiriman dapat memberikan hasil yang tidak sesuai, dan dapat mengacaukan pengobatan terhadap klien.

Dalam pengambilan spesimen harus memperhatikan kenyamanan dan privasi klien, beri penjelasan dan arahan yang cukup, sehingga spesimen yang diambil sesuai dengan kebutuhan pemeriksaan tanpa mengganggu hak klien.

2. Alat Pengambilan Spesimen

Sebelum mengambil spesimen terlebih dahulu dipersiapkan alat untuk pengambilan spesimen yang meliputi tempat penampungan spesimen/pewadahan, *label* atau *barcode*, *registrasi*, *media transport* atau media pembiakan, biakan aerob dan anaerob dan lingkungan tempat pengambilan spesimen.

Alat yang dipakai pada saat pengambilan spesimen dan tempat spesimen harus steril untuk menghindari terjadinya infeksi pada tubuh klien dan untuk menghindari terjadinya kesalahan hasil pemeriksaan. Hasil pemeriksaan harus dipastikan benar berasal dari spesimen, bukan dari alat yang dipakai untuk pengambilan spesimen, misalnya berasal spuit dan jarum, tempat spesimen, lidi kapas, spatel dan alat lainnya.

B. PENGAMBILAN SPESIMEN

1. Macam spesimen

Dalam pemeriksaan laboratorium, diperlukan spesimen yang wujudnya bermacam-macam sesuai dengan kebutuhan yang erat kaitannya dengan penyakit. Spesimen dapat berasal dari pengambilan di tempat pemeriksaan, atau berupa spesimen kiriman berasal dari tempat pelayanan kesehatan lain, bahkan dapat berasal dari pengambilan di lapangan. Di tatanan pelayanan klinik perawat sering harus melakukan pengambilan dan pengumpulan spesimen. Spesimen untuk pemeriksaan meliputi darah, urin, feses atau rectal swab, sputum, drainase luka,

makanan maupun jaringan atau bagian tubuh dan lain-lain tergantung dari gejala klinik (Tabel 4.6)

Tabel 4.6. Jenis dan Mikroba Penyebab

Jenis Spesimen	Mikroba Penyebab Penyakit
Darah	<i>Salmonella typhi</i> , <i>Streptococcus</i> , <i>Staphylococcus</i>
Urin	<i>Salmonella typhi</i> , <i>Staphylococcus</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Trichomonas vaginalis</i>
Feses (<i>rectal swab</i>)	<i>Salmonella</i> , <i>Shigella</i> , <i>Escherchia</i> , <i>Vibrio</i>
Pus (nanah)	<i>Neisseria gonorrhoea</i> , <i>Treponema palidum</i> , <i>Streptococcus</i> , <i>Staphylococcus</i>
Sputum	<i>Mycobacterium tuberculosis</i> , <i>Streptococcus pneumoniae</i> , <i>Staphylococcus</i> , <i>Corynebacterium diphtheriae</i>
Sel/jaringan	<i>Micobacterium leprae</i>

2. Waktu pengambilan

Waktu pengambilan sangat penting diperhatikan, agar didapatkan hasil yang tepat dan meyakinkan. Waktu ini disesuaikan dengan kepentingan dan tujuan pemeriksaan. Contoh: untuk pemeriksaan yang dicurigai menderita demam tifoid/typhus abdominalis, maka untuk:

- kepentingan gal kultur, pengambilan darah dilakukan pada minggu I proses penyakit,
- kepentingan pemeriksaan Widal (serologis), pengambilan darah dilakukan pada minggu ke III,
- kepentingan kontrol (pada klien yang sudah sembuh), diambil tinja sebagai bahan pemeriksaan. Hal ini diperlukan untuk menghindari terjadinya bahaya penularan kepada orang lain, karena meskipun secara klinis sudah sembuh, tetapi biasanya masih mengandung bakteri *Salmonella typhi*, terutama dalam fekesnya (keadaan ini disebut **carrier**).

Pengambilan spesimen yang bertujuan untuk menemukan microfilaria *Wuchereria bancrofti*, pengambilan darah dilakukan pada malan hari, sedangkan untuk menemukan *Plasmodium* sp. pengambilan darah dilakukan saat demam. Kadang pengambilan spesimen dilakukan secara serial (tiga hari berturut-turut) untuk memperbesar kemungkinan mendapatkan mikrobanya.

Pengambilan spesimen untuk pemeriksaan toksikologik pada dugaan keracunan, harus dilakukan secepatnya agar betul-betul ditemukan bahan penyebab keracunan tersebut. Spesimen dapat berupa sisa makanan yang dimakan, bahan muntahan, dan bahan mentah sisa yang dicurigai sebagai penyebab keracunan.

3. Jumlah atau banyaknya spesimen

Jumlah spesimen ini penting agar pemeriksaan berhasil dan tidak perlu banyak yang terbuang, contohnya:

Sampel darah

Pada pemeriksaan Widal/gal kultur diperlukan 3-5 ml darah vena. Pada bakterimia 10 ml darah yang diambil dapat diinokulasikan langsung ke media kultur/biakan atau ke dalam tabung berisi antikoagulan.

Sampel urin

Urine merupakan tempat yang baik untuk pertumbuhan dan multiplikasi (perkembangbiakan) mikroorganisme sehingga syarat aseptik dalam pengambilan dan pengiriman harus diperhatikan. Urin dapat diambil dengan beberapa cara:

- Kateterisasi, pada kasus khusus. Pada klien dengan kateter yang terpasang selama beberapa hari (**dower kateter**), urin dapat diambil dengan **sputit disposable** langsung pada selang karet yang sebelumnya telah didesinfeksi dengan alkohol 70%, dan jangan diambil dari kantong urin (**urobag**).
- Aspirasi suprapubik pada kasus khusus. Aspirasi suprapubik dilakukan dengan menusukkan jarum langsung ke buli-buli dengan persyaratan atau keahlian tertentu.
- Urin prosi tengah dengan cara **clean catch** (cara ini sering digunakan), klien harus membersihkan daerah periurethral dengan air dan sabun sampai bersih dan dibilas dengan air matang, baru klien disuruh kencing (aliran awal dibuang, aliran tengah/porsi tengah langsung ditampung dalam wadah steril yang telah dipersiapkan, lebih kurang 10-20 ml urin. Jumlah secukupnya dan diambil dari porsi/pancaran urin tengah atau melalui kateter steril. Spesimen harus dikirim dalam 1-2 jam untuk segera diperiksa, bila tidak memungkinkan dikirim dapat disimpan dalam almari es, paling lama 24 jam.

Sampel sputum/dahak

Pada klien diduga pneumonia, klien harus batuk yang dalam dan mengeluarkan dahaknya langsung ke wadah steril, dan apabila diperlukan dapat diberikan nebulizer atau obat ekspektoransia untuk mempermudah pengeluaran sputum. Untuk tujuan pemeriksaan bakteri tahan asam (BTA/*Mycobacterium tuberculosis*), bahan dapat diambil dengan cara: 1) sputum sesaat/spot sputum, yaitu sputum yang keluar saat klien memeriksakan diri,

- 2) sputum pagi hari (**early morning sputum**), yaitu sputum yang keluar pada pagi hari, dan
- 3) sputum tampung (**collecting sputum**), yakni sputum yang dikumpulkan selama 24 jam.

Spesimen saluran napas bagian atas

Spesimen didapat dengan cara swab hidung, nasofaring, tenggorokan, dan aspirasi sinus. Sekresi nasofaring diambil dengan swab kapas, swab dimasukkan melalui hidung, diputar, dan dikeluarkan dengan hati-hati dan dimasukkan ke **medium transport**. Usapan tenggorokan

diperoleh dengan menekan lidah menggunakan spatel lidah, kemudian daerah tonsil kiri kanan, faring sebelah posterior, dan daerah yang ada kelainan diusap dengan lidi kapas steril, dan usahakan tidak menyentuh lidah, uvula, atau bibir klien.

Sekret genital

Spesimen berupa usapan vagina atau serviks. Untuk pengambilan sekret serviks dipergunakan speculum (tanpa lubrikan) dan sekret diambil langsung dengan swab lidi, hati-hati jangan menyentuh dinding vagina. Bila diperkirakan infeksi disebabkan bakteri gonokokus, sebaiknya langsung diinokulasikan pada medium yang sesuai seperti **medium transgrow** yang merupakan **modifikasi medium Thayer-Martin**.

Pus (nanah dari luka)

Pada luka tertutup paling baik dengan spuit dan jarum yang didesinfeksi sebelumnya, apabila diambil saat operasi sebagian dari dinding abses perlu disertakan. Spesimen permukaan luka diambil dengan swab, juga spesimen dari mata, telinga dan lainnya.

Sampel feses (tinja)

Jumlah secukupnya dan untuk pemeriksaan *Salmonella* dan *Shigella* sebaiknya dipilih tinja yang ada darah atau pus atau lendirnya. Feses yang diambil usahakan tidak terkena air jamban atau air kencing agar tidak terkontaminasi.

C. PEWADAHAN SPESIMEN

Tempat penampungan spesimen atau wadah harus memenuhi syarat bersih atau steril. Untuk mendapatkan tempat (wadah) yang steril sebaiknya menggunakan sterilisasi fisik (autoklaf), tidak dianjurkan memakai antiseptik atau desinfektan untuk mensucihamakan wadah tersebut. Wadah dalam pengambilan spesimen yang dipakai disesuaikan dengan kebutuhan. Kadang ada satu wadah yang sekaligus dapat dipergunakan untuk **transport** (pengiriman).

D. PENGIRIMAN SPESIMEN

1. Pengantar Pemeriksaan

Tiap spesimen atau bahan pemeriksaan yang dikirim ke laboratorium harus disertai dengan surat pengantar atau blanko permintaan pemeriksaan yang meliputi:

- a. nama lengkap, jenis kelamin, umur, serta alamat;
- b. tanggal pengambilan spesimen;
- c. jenis spesimen (darah, urin, pus dan lain-lain);

- d. jenis pemeriksaan yang diminta, misalnya bahan: feses, jenis pemeriksaan: Shigella, Salmonella, Cholera;
- e. asal spesimen: hasil muntahan, rectum (rectal swab), tenggorokan;
- f. keterangan klinik klien, lebih baik ditambahkan sedikit tentang riwayat penyakit sudah mendapat pengobatan atau belum, kalau sudah maka disebutkan jenis obat yang telah dikonsumsi;
- g. nama, alamat pengirim serta tanda tangannya.

2. Waktu Pengiriman

Waktu pengiriman tidak boleh terlalu lama, untuk menghindari rusaknya spesimen yang dikirim.

3. Keamanan spesimen

Harus diusahakan supaya spesimen yang dikirim tidak mengalami kerusakan dan tetap murni, misalnya tempat harus steril, ditutup dengan rapat supaya tidak terjadi kontaminasi dengan mikroorganisme lain dan tidak mengalami kerusakan dalam perjalanan. Untuk menghindari rusaknya bahan dalam pengiriman, maka diusahakan beberapa cara, misalnya:

- a) untuk pemeriksaan Widal tidak perlu ditambahkan anti koagulan karena akan diambil serumnya.
- b) spesimen feses, beberapa gram tinja (5-10 gram) ditaruh dalam tempat steril kemudian ditutup lalu dibungkus rapat, setelah itu dikirim ke laboratorium segera.
- c) khusus spesimen untuk pemeriksaan *Cholera* spesimen terdiri atas:
- d) **Feses** yang pengambilannya dengan cara **rectal swab** steril langsung, kemudian **swab** dan feses dimasukkan ke dalam tabung steril berisi 10 ml pepton alkali.

Bahan muntahan sejumlah 1 ml dimasukkan ke dalam tabung steril berisi 10 ml pepton alkali. Cairan pepton alkali ini berfungsi sebagai **media transport** untuk menjaga agar bakteri tidak mati dalam perjalanan pengiriman. Media transport yang lain adalah pepton telur dan **carry dan blair, larutan Selenit broth atau larutan Sach's**.

Latihan

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut

- 1) Sebutkan alat yang diperlukan untuk pengambilan sampel spesimen!
- 2) Sebutkan macam spesimen untuk pemeriksaan!
- 3) Jelaskan waktu pengambilan untuk spesimen darah!
- 4) Jelaskan hal yang harus ditulis dalam blanko pengiriman spesimen!

- 5) Jelaskan cara menjaga spesimen dari kerusakan selama pengiriman!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Silakan pelajari kembali bahasan persiapan pengumpulan specimen.
- 2) Lihat bahasan materi tentang macam specimen.
- 3) Coba buka topik tentang waktu pengambilan specimen.
- 4) Lihat bahasan pengiriman specimen.
- 5) Coba Anda lihat kembali materi tentang keamanan specimen.

Ringkasan

Sebelum mengambil spesimen terlebih dahulu dipersiapkan alat untuk pengambilan spesimen yang meliputi: wadah spesimen, label atau barcode, registrasi, media transport atau media kultur, biakan aerob dan anaerob, serta lingkungan tempat pengambilan spesimen termasuk menjaga kenyamanan, privasi klien, dan keterlibatan klien.

Spesimen yang diambil untuk pemeriksaan dapat berupa darah, feses, urin, nanah, usapan/swab bagian tubuh tertentu. Pada saat pengambilan spesimen perlu memperhatikan: waktu pengambilan spesimen sesuai jenis penyakit, jumlah spesimen yang diambil, sterilitas wadah spesimen, dan area tempat pengambilan spesimen.

Setelah feses diambil sebaiknya segera dikirim ke laboratorium dengan memperhatikan formulir pemeriksaan, waktu pengiriman spesimen, dan keamanan spesimen.

Tes 3

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat

- 1) Kesalahan dalam mengelola, mengumpulkan dan memberi label spesimen dapat berakibat
 - A. salah diagnosis
 - B. laboratorium memanggil pasien
 - C. perlu mengoreksi label
 - D. tidak periksa ke lab lagi
- 2) Informasi yang tidak diperlukan pada pelabelan tabung spesimen adalah
 - A. nama pasien
 - B. tanggal pengambilan spesimen
 - C. inisial orang yang mengambil sampel
 - D. persyaratan pemeriksaan

- 3) Ketika diperlukan urine untuk pemeriksaan kultur bakteri, pasien diberikan tabung steril dan diinstruksikan untuk mengumpulkan
- A. sampel urine kateter bersih
 - B. spesimen urine porsi tengah
 - C. spesimen urine kateter bersih porsi tengah
 - D. sampel urine sesaat
- 4) Kultur urine sering dipesankan pada pasien yang dicurigai mengalami
- A. glukosa dalam urinnnya
 - B. infeksi saluran perkemihan
 - C. kanker kandung kemih
 - D. tbc aktif
- 5) Spesimen yang diperlukan untuk pemeriksaan Neisseria gonorrhoea adalah
- A. darah
 - B. feses
 - C. pus/nanah
 - D. urine
- 6) Partisipasi aktif pasien diperlukan untuk mendapatkan spesimen
- A. sekret genetalia
 - B. eksudat dari luka
 - C. sputum
 - D. darah vena
- 7) Peralatan berikut yang tidak diperlukan untuk pengambilan spesimen sekret genital (vagina atau serviks) adalah
- A. spuit
 - B. spekulum
 - C. swab lidi
 - D. medium
- 8) Untuk mendapatkan tempat (wadah) yang steril sebaiknya menggunakan
- A. sterilisasi fisik (autoklaf)
 - B. gunakan antiseptik
 - C. berikan desinfektan
 - D. dibersihkan pakai air hangat
- 9) Untuk kepentingan kontrol (pada pasien yang sudah sembuh) typhus abdominalis spesimen yang diambil sebaiknya

- A. darah vena
 - B. feses
 - C. sputum
 - D. sekret
- 10) Jumlah sampel darah untuk pemeriksaan bakteriemia adalah
- A. 1-3 ml
 - B. 3-5 ml
 - C. 10 ml
 - D. 10-20

Kunci Jawaban Tes

Tes 1

- 1) (C) Patogenik. Patogen adalah agen biologi, fisik atau kimia yang mampu menyebabkan penyakit pada organisme lain. Agen biologi mungkin bakteri, virus, jamur, protozoa, cacing dan prion.
- 2) Reservoir, portal entry, dan mode transisi. Infeksi dapat terjadi dalam suatu siklus yang tergantung pada elemen: 1) agen infeksius, 2) tempat untuk pertumbuhan patogen (reservoir), 3) jalur keluar dari reservoir, 4) jenis penularan (mode of transmission), 5) jalur masuk ke tubuh penjamu (host), dan 6) kerentanan host.
- 3) Cuci tangan. Cuci tangan merupakan tindakan pencegahan dan pengendalian infeksi yang utama.
- 4) *Mycobacterium*. *Mycobacterium* merupakan kuman patogen pada sistem pernapasan (paru). Pada usus besar mayoritas flora normal terdiri atas *Clostridium*, *Enterobacter*, *Enterococcus*, *Escherichia*, *Eubacterium*, *Klebsella*, *Lactobacillus*, *Peptococcus*, *Peptostreptococcus*, *Proteus*, *Staphylococcus*.
- 5) Resistensi bawaan. *Streptococcus* dan bakteri lainnya yang mempunyai enzim penisilinase sehingga resisten terhadap terapi antibiotik penisilin merupakan resistensi primer (bawaan).
- 6) *Acinobacter*. *Acinobacter* yang termasuk bakteri Gram negatif.
- 7) (B) Menular. Penyakit menular adalah penyakit ditularkan dari satu orang ke orang lain melalui kontak.

- 8) (B) Parasit. Penetrasi merupakan ciri parasit.
- 9) (D) Agen biologi atau kimia yang menghentikan reproduksi bakteri. Bakteriostatik adalah agen biologi atau kimia yang menghentikan reproduksi bakteri.
- 10) (C) Mencuci tangan yang efektif. Cuci tangan merupakan metoda yang paling penting mencegah penyebaran penyakit dalam tempat pelayanan kesehatan.

Tes 2

- 1) (A) Bebas dari mikroorganisme. Sterilisasi merujuk pada kata steril (suci hama) adalah keadaan bebas dari segala mikroba baik patogen atau non patogen.
- 2) (B) Desinfeksi, cukup jelas.
- 3) (B) Sterilisasi. Proses cleaning yang diperlukan untuk semua instrumen yang menembus kulit atau kontak dengan area yang secara normal steril pada jaringan atau organ internal.
- 4) (A) Sterilisasi, cukup jelas.
- 5) (C) Pendinginan. Pendinginan dipakai untuk mengawetkan komponen darah, sediaan jaringan.
- 6) (A) Buat kontak langsung pada semua permukaan. Untuk terjadi sterilisasi uap harus kontak langsung pada semua permukaan karena dalam suatu proses sterilisasi harus merata pada semua permukaan. Dengan cara ini bentuk vegetatif maupun spora akan mati, sehingga mencapai steril sempurna.
- 7) (C) Prevac steam. Metode sterilisasi yang digunakan untuk mensterilkan cairan.
- 8) (A) Ionisasi. Untuk mensterilisasi bahan yang tidak dapat disterilisasi menggunakan panas seperti plastik sekali pakai, antibiotik, hormon menggunakan ionisasi.
- 9) (D) Pasteurisasi, autoklaf, air mendidih. Pengendalian mikroba dengan panas basah meliputi perebusan, otoklaf, pasteurisasi.

Tes 3

- 1) (A) Salah diagnosis. Kesalahan dalam mengelola, mengumpulkan, dan memberi label spesimen dapat berakibat salah diagnosis.
- 2) (D) Persyaratan pemeriksaan. Untuk pelabelan tabung spesimen adalah nama, jenis kelamin, tanggal/waktu pengambilan, jenis spesimen, persyaratan pemeriksaan tidak termasuk.
- 3) (C) Spesimen urin kateter bersih porsi tengah. Ketika diperlukan urine untuk pemeriksaan kultur bakteri, pasien diberikan tabung steril dan diinstruksikan untuk mengumpulkan spesimen urin kateter bersih porsi tengah.
- 4) (B) Infeksi saluran perkemihan. Kultur urine: menyiapkan urine steril untuk pemeriksaan kultur dengan cara pengambilan urine tengah (mid-stream). Tujuan pemeriksaan ini untuk mengetahui infeksi saluran perkemihan.
- 5) (C) Pus/nanah. Kuman *Neisseria gonorrhoea*, *Treponema palidum*, *Streptococcus*, *Staphylococcus*, spesimen yang diperlukan adalah nanah.
- 6) (C) Sputum. Partisipasi aktif pasien diperlukan untuk mendapatkan spesimen sputum. Sampel yang diambil harus diduga mengandung patogen penyebab infeksi (dahak/sputum dari pasien yang batuk nanah dan bukan ludah penuh busa).
- 7) (A) Sput. Alat-alat yang dipakai pada saat pengambilan spesimen genital meliputi speculum (untuk wanita), swab lidi, medium, tidak memerlukan spuit.

- 8) (A) Sterilisasi fisik (autoklaf). Untuk mendapatkan tempat (wadah) yang steril sebaiknya menggunakan sterilisasi fisik (autoklaf). Antiseptik, desinfektan, dan air hangat tidak bisa membuat peralatan steril.
- 9) (B) Feses. Adanya bakteri *Salmonella typhi* pada pemeriksaan feses pada klien yang sudah sembuh menunjukkan status carrier.
- 10) (C) 10 ml. Pada bakterimia 10 ml darah yang diambil dapat diinokulasikan langsung ke media kultur/biakan atau ke dalam tabung berisi antikoagulan.

Glosarium

- Antiseptik** : suatu bahan yang mempunyai kemampuan membunuh atau menghambat pertumbuhan mikroba, tetapi tidak berbahaya bagi jaringan manusia.
- Bakterisida** : suatu bahan yang mempunyai kemampuan membunuh bakteri.
- Epitop** : bagian dari antigen yang dikenal oleh reseptor antigen.
- Eksotoksin** : protein patogen yang disekresikan oleh bakteri.
- Imunitas** : kemampuan tubuh manusia atau hewan untuk melawan infeksi mikroorganism atau produk yang berbahaya, seperti racun.
- Imunogen** : setiap zat yang memunculkan respon imun.
- Infeksi** : masuk dan berkembangbiaknya suatu organisme (agen infeksius) dalam tubuh penjamu (inang, host, hospes).
- Sporulasi** : proses pembentukan endospora dalam sel vegetatif.
- Sitokin** : suatu mediator yang dihasilkan oleh sel yang berperan sebagai hantaran signal dari suatu sel ke sel lain.
- Termofil** : mikroorganisme yang tumbuh optimal pada suasana suhu yang tinggi.

Daftar Pustaka

Chain of Infection, diakses tanggal 27 Nopember 2015, http://www.gov.nu.ca/sites/default/files/files/3_%20%20Chain%20of%20Infection%20-%20march%205%20%20low%20res.pdf.

Hasdianah. 2012. Mikrobiologi, untuk mahasiswa Kebidanan, Keperawatan, dan Kesehatan Masyarakat. Nuha Medika, Yogyakarta.

Hurlbert. 1999. MICROBIOLOGY 101/102 INTERNET TEXT: CHAPTER I: A BRIEF HISTORY OF MICROBIOLOGY. hurlbert@wsu.edu & hurlbert@pullman.com

Indan E. 2001. Mikrobiologi dan Parasitologi Untuk Akademi Keperawatan. Citra Aditya Bakti, Bandung.

Jaypee. 2005. Text book of Microbiology for Nursing Student. Jaypee Brother Publishers

John K. 1999. Biology. Fifth edition, alih bahasa: Sutarmi Siti dan Sugiri Nawang sari, penerbit Erlangga Jakarta.

Khadka S, *et al.* 2008. Fundamental of Nursing, Procedure Manual for PCL course. Nursing Department, Khwopa Poly-Technic Institute & Japan International Cooperation Agency

(JICA).

Modes And Mechanisms Of Transm ISSION Of Pathogenic Organisms, diakses tanggal 27 Nopember 2015 https://www.health.ny.gov/professionals/diseases/reporting/communicable/infection/outline_updates/docs/element_ii.pdf.

Park K and Arthur. 1999. Foundation in Microbiology. 3e, The McGraw-Hill Company.

Perry and Potter. 2009. Fundamental of Nursing. Elsevier Singapore.

Pratiwi S.T. 2008. Mikrobiologi Farmasi. Gelora Aksara Pratama, Yogyakarta.

Ryan K.J, C. George Ray. 2004. Sherris Medical Microbiology, An Introduction to Infection Disease. 4 edition, Mcgraw-Hill Medical Publishing Division.

Stephen G & Kathleen B. 2009. Medical Microbiology and Infection At a Glance, Alih Bahasa; Stella Tania, Edisi Ketiga, Penerbit Erlangga Jakarta.

BAB V PRAKTIKUM MORFOLOGI BAKTERI DAN JAMUR

Dr. Padoli, SKp., M.Kes.

PENDAHULUAN

Praktikum mikrobiologi merupakan kegiatan praktikum untuk mahasiswa dengan cara tatap muka antara dosen pengampu mata kuliah Mikrobiologi (dapat dibantu petugas laboratorium) dengan mahasiswa. Penekanan praktikum ini pada aspek psikomotorik (ketrampilan), kognitif (pengetahuan), dan afektif (sikap) dengan menggunakan peralatan dan materi/bahan yang telah disusun dalam buku Mikrobiologi dan Parasitologi ini.

A. PETUNJUK TATALAKSANA PRAKTIKUM MIKROBIOLOGI

Bab ini membahas tentang pengenalan, penggunaan dan perawatan mikroskop, pewarnaan bakteri dan jamur, morfologi koloni, dan pembiakan bakteri serta jamur. Setelah melaksanakan praktikum ini diharapkan mahasiswa dapat membedakan morfologi bakteri dan jamur, dan secara khusus mahasiswa dapat:

1. menjelaskan pengoperasionalan mikroskop cahaya;
2. menjelaskan prosedur pewarnaan sederhana;

3. menjelaskan prosedur pewarnaan negatif;
4. menjelaskan prosedur pewarnaan differensiasi (Gram);
5. membedakan jenis koloni bakteri dan jamur; dan
6. mengenal berbagai jenis medium yang digunakan untuk membiakkan bakteri dan jamur.

Kegunaan mempelajari bab ini adalah membantu Anda untuk dapat menjelaskan cara penggunaan mikroskop cahaya, mengidentifikasi organisme penyebab infeksi melalui pewarnaan sederhana, mengenal jenis koloni bakteri dan jamur, serta mengenal berbagai jenis medium bakteri dan jamur yang menunjang untuk mendiagnosis dan penatalaksanaan penyakit infeksi. Selain itu, juga mampu berkomunikasi dengan team kesehatan lainnya.

Agar memudahkan Anda mempelajari bab ini, maka materi yang akan dibahas dibagi menjadi 4 topik praktikum, yaitu:

1. **Pengenalan Mikroskop**, membahas tentang bagian dan fungsi mikroskop, cara menggunakan mikroskop cahaya, serta tata cara perawatan mikroskop;
2. **Sterilisasi dan Desinfeksi**, membahas tentang tata cara mencuci tangan dan sterilisasi alat secara kimiawi;
3. **Pemeriksaan Mikroskopik Bakteri**, membahas tentang prosedur pewarnaan sederhana, pewarnaan negatif, dan pewarnaan differensial (Gram);
4. **Morfologi Koloni**, membahas pembiakan dan pertumbuhan bakteri, jenis-jenis koloni bakteri dan jamur, serta jenis medium yang digunakan membiakkan bakteri dan jamur.

Selanjutnya agar Anda berhasil dalam mempelajari materi yang tersaji dalam bab 5 ini, perhatikan beberapa saran berikut:

1. pelajari setiap topik kegiatan praktikum secara bertahap;
2. usahakan melakukan praktikum sesuai prosedur dengan tertib dan dengan penuh kesungguhan;
3. kerjakan tes yang disediakan; dan
4. diskusikan bagian yang sulit Anda pahami dengan instruktur, teman sejawat, atau melalui pencarian di sumber pustaka lain termasuk internet.

Praktikum dilakukan setiap minggu sesuai jadwal dengan beban 1 sks melalui tatap muka/aktivitas di laboratorium. Pelaksanaan praktikum meliputi pretest, tutorial/briefing, percobaan mandiri, pembuatan laporan, dan ujian akhir praktikum.

B. TATA LAKSANA PRAKTIKUM MIKROBIOLOGI

1. Sebelum memasuki ruang laboratorium, instruktur mata kuliah mikrobiologi memberikan pengarahan tentang keamanan dan keselamatan kerja di laboratorium serta tata tertib praktikum di laboratorium.

2. Praktikan memasuki laboratorium sudah mengenakan jas laboratorium dengan rapi serta tidak diperkenankan memakai sandal dan kaos oblong.
3. Setelah masuk laboratorium praktikan wajib: mengikuti pretest yang diberikan oleh instruktur/dosen pengampu praktikum dan mengisi daftar hadir yang disediakan.
4. Praktikan meminjam preparat dan alat praktikum kepada petugas laboratorium sebagai penanggung jawab.
5. Instruktur/dosen pembimbing melakukan peragaan/demosntrasi materi praktikum dilanjutkan tanya jawab atau diskusi.
6. Mahasiswa melakukan praktikum secara berkelompok.
7. Hal yang harus dipatuhi oleh praktikan selama praktikum berlangsung:
 - wajib mengikuti pengarahannya dosen pembimbing mengenai prosedur praktikum.
 - melakukan praktikum sesuai dengan prosedur.
 - tidak diperkenankan keluar masuk laboratorium tanpa seijin dosen pembimbing, makan dan minum, membuat keributan, serta menerima tamu.
 - menjaga ketertiban dan keselamatan kerja. □ menjaga kebersihan dan bersikap sopan.
8. Hal yang harus dilakukan praktikan setelah praktikum selesai:
 - mengembalikan bahan dan alat praktikum kepada petugas laboratorium dengan menunjukkan form peminjaman untuk dicek list sebagai bukti pengembalian bahan dan alat secara lengkap.
 - jika pengembalian alat dan bahan tidak sesuai form peminjaman (ada yang hilang), maka menjadi tanggung jawab kelompok praktikan tersebut untuk wajib menggantinya berupa barang yang sama spesifikasinya dengan yang hilang.
 - membersihkan meja praktikum dan menata kembali segala peralatan yang digunakan.
 - meninggalkan laboratorium dalam keadaan bersih dan masih mengenakan jas praktikum.
9. Praktikan membuat laporan praktikum, dikumpulkan, dan diserahkan paling lambat pada saat praktikum berikutnya. Susunan laporan praktikum terdiri atas pendahuluan, prosedur pelaksanaan praktikum, hasil praktikum, dan pembahasan dan referensi (kalau ada).
10. Praktikan yang tidak mengikuti pengamatan harus mengikuti pengamatan susulan.
11. Instruktur/dosen pembimbing memeriksa laporan dan memberikan penilaian laporan yang nantinya dikembalikan kepada praktikan 1 minggu berikutnya.

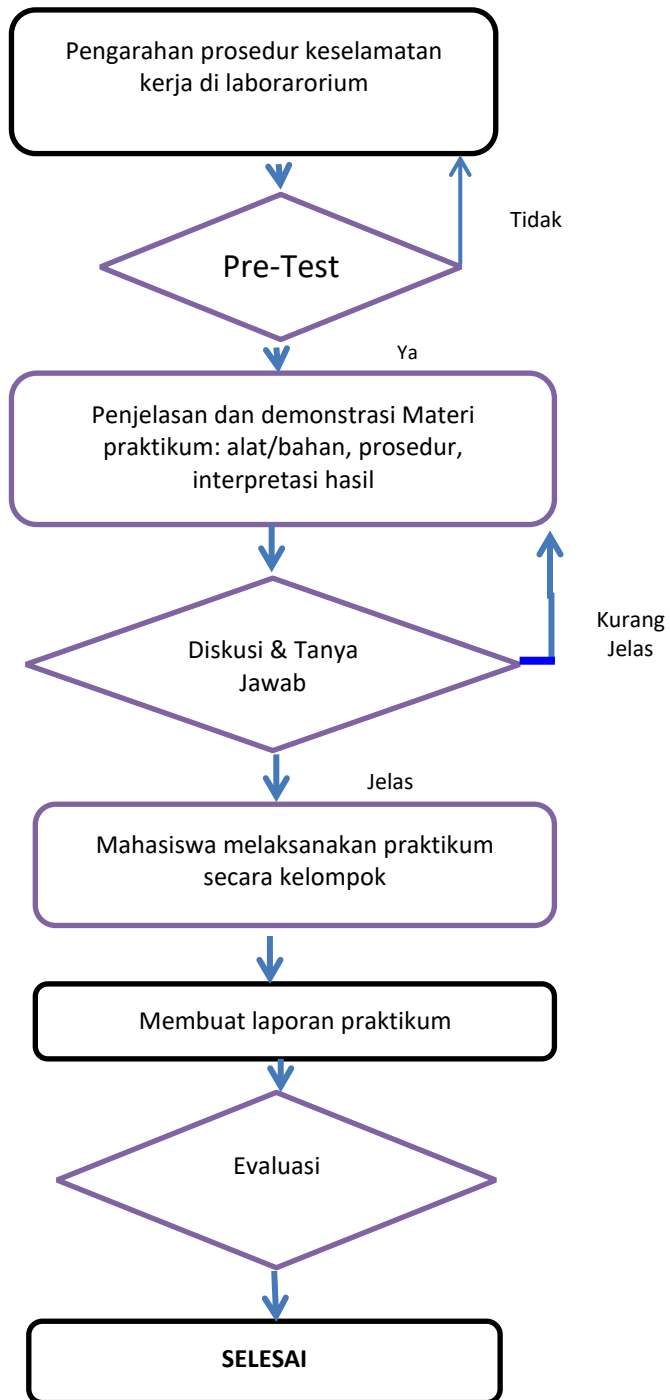
C. PENILAIAN PRAKTIKUM

Selama pelaksanaan praktikum instruktur akan melakukan evaluasi praktikum meliputi tes penguasaan teoritis materi praktikum yang dilakukan melalui:

1. sebelum praktikum dilakukan pre-test,
2. selama praktikum dilakukan evaluasi terhadap kehadiran dan keaktifan, dan 3. setelah praktikum dilakukan evaluasi melalui penulisan laporan dan post test.

Penilaian akhir praktikum terdiri atas akumulasi nilai pretest 20%, nilai kehadiran 15%, nilai laporan praktikum 25%, dan nilai ujian praktikum 40%, yang selanjutnya dikonversi dalam angka 0-100.

STANDAR PROSEDUR PR AKTIKUM MIKROBIOLOGI



D. KEAMANAN DAN KESELAMATAN KERJA DI LABORATORIUM

1. Pendahuluan

Setiap laboratorium memiliki potensi bahaya, begitu juga laboratorium mikrobiologi. Mahasiswa hendaknya memahami dan menyadari berbagai hal yang dapat membahayakan keselamatan dan atau orang di sekitarnya. Ketika Anda bekerja dengan organisme yang potensial patogen harus memperhatikan upaya untuk mencegah kemungkinan terinfeksi atau transmisi organisme dari laboratorium. Topik ini menjelaskan mengenai pedoman umum tatalaksana praktikum di laboratorium mikrobiologi agar terhindar dari bahaya.

Kecelakaan kerja adalah kejadian saat praktikum yang berkaitan dengan luka/terkena benda tajam, terkena percikan/tumpahan materi infeksius/bahan kimia, terbakar, dan jatuh. Bahan di laboratorium yang berpotensi bahaya meliputi: bahan biologis (misal: biakan kuman, spesimen klinis), bahan kimia (misal: zat warna, bahan asam), dan bahan fisika (misal: api, arus listrik, dan benda tajam).

2. Pedoman Umum ketika memasuki dan berada di ruang praktikum

- a. menggunakan **jas lab** yang terkancing rapi serta menggunakan sepatu. Pakaian laboratorium tidak boleh dikenakan di luar laboratorium.
- b. bagi wanita, rambut panjang harus diikat/dijepit ke belakang dan jilbab dimasukkan ke dalam jas lab.
- c. hanya membawa alat tulis dan buku praktikum ke meja kerja, tas, dan barang lain yang tidak diperlukan diletakkan di tempat yang telah disediakan.
- d. tidak meletakkan barang, seperti alat tulis dan buku di atas meja praktikum pada posisi yang dapat terkontaminasi oleh bahan infeksius.
- e. hindari bercanda ketika bekerja dan tidak menggunakan bahan infeksius, bahan kimia, dan api untuk bercanda.
- f. dilarang makan, minum, memakai kosmetik atau merokok atau mengunyah permen karet serta menyimpan makan/minuman di dalam laboratorium.
- g. tidak menyentuh mata, mulut dan hidung sewaktu bekerja di laboratorium, bila terpaksa cuci tangan terlebih dahulu dengan sabun antiseptik dan alkohol.
- h. teknik septis harus diperhatikan di sepanjang waktu, karena organisme yang digunakan dalam praktikum ini berpotensi patogenik.
- i. gunakan sarung tangan sekali pakai.
- j. tidak diperkenankan membawa pulang bahan praktikum (preparat, biakan, dll).
- k. mencuci tangan dengan sabun antiseptik setiap selesai bekerja dan sebelum meninggalkan laboratorium.
- l. permukaan meja laboratorium harus didesinfeksi sebelum dan setelah digunakan.
- m. semua kecelakaan, luka, dan setiap gelas atau peralatan yang rusak harus segera dilaporkan kepada instruktur lab.
- n. setiap item yang terkontaminasi dengan bakteri atau cairan tubuh harus dibuang dengan benar. Item **disposable** (sekali pakai) harus ditempatkan dalam wadah **Biohazard**.

- o. bila terjadi tumpahan bahan infeksius, maka:
- tutup segera tumpahan dengan tisu,
 - laporkan pada pembimbing,
 - beritahukan orang di sekitarnya,
 - bila bahan infeksius mengenai kulit, segera basuh area yang terkena tumpahan dengan alkohol 70% dilanjutkan dengan sabun antiseptik dan air mengalir.
- p. untuk mendapatkan pengalaman laboratorium terbaik, baca prosedur laboratorium sebelum datang ke kelas. Bawalah catatan yang diperlukan.

Topik 1

Pengenalan, Penggunaan, dan Perawatan Mikroskop

Pada bab 1 Anda telah mempelajari tentang cara mengidentifikasi mikroorganisme dengan menggunakan mikroskop, dan untuk lebih memantapkan keterampilan, tentunya Anda harus mendemonstrasikan cara penggunaan mikroskop tersebut. Berikut ini dijelaskan bagaimana cara menggunakan mikroskop.

A. JENIS MIKROSKOP

Pemeriksaan dengan menggunakan mikroskopik adalah salah satu jenis pemeriksaan yang penting untuk identifikasi mikroorganisme penyebab infeksi. Keberhasilan suatu pemeriksaan mikroskopik tidak terlepas dari kemampuan petugas menggunakan mikroskop, sebagai alat utama dalam pemeriksaan ini. Pada kegiatan praktikum kali ini, Anda akan diperkenalkan beberapa jenis mikroskop, struktur dan fungsi bagian mikroskop, cara penggunaan, dan cara pemeliharaan mikroskop. Mikroskop cahaya telah ditemukan sejak waktu yang lama, dan telah melalui berbagai improvisasi. Pembesaran dan resolusi adalah dua fitur penting dari mikroskop.

1. Mikroskop Cahaya

Mikroskop cahaya menggunakan cahaya sebagai media untuk mengirimkan gambar ke mata kita. Mikroskop jenis ini berfungsi untuk mengamati bagian yang kecil, mikroskopis, dan transparan. Mikroskop cahaya ada berbagai jenis, mulai dari yang sederhana, seperti yang terdapat di laboratorium Anda, atau yang lebih kompleks yang digunakan oleh para ahli biologi. Mikroskop terdiri atas alat optik dan non optik, yang meliputi:

- a. *Lensa*, terdiri atas lensa okuler dengan perbesaran 5x, 10x, 12,5x, dan lensa objektif dengan perbesaran 10x, 45x, 100x.
- b. *Reflektor*, berupa sebuah cermin yang mempunyai dua permukaan, yaitu bagian datar digunakan bila cahaya cukup terang dan bagian yang cekung digunakan bila kurang terang. Pada mikroskop yang lebih baru, reflektor tidak digunakan, sumber cahaya berasal dari lampu listrik.

3. Mikroskop binokuler

Merupakan mikroskop cahaya yang mempunyai dua lensa okuler.

4. Inverted microcope

Merupakan mikroskop cahaya dengan sumber cahaya dan kondensor terletak di atas meja objek (kebalikan mikroskop cahaya biasa), digunakan untuk pengamatan biakan jaringan.

5. Mikroskop Fase Kontras

Merupakan mikroskop cahaya dengan bagian permukaan bawah meja objek dan lensa objektifnya dipasang sebuah perlengkapan fase kontras. Mikroskop ini dapat digunakan untuk melihat struktur sel dalam keadaan hidup tanpa menggunakan bahan pewarna.

6. Mikroskop Elektron

Merupakan mikroskop yang memiliki daya pembesaran yang sangat tinggi (100.000 kali). Sumber cahaya berasal dari berkas elektron suatu lampu katoda. Mikroskop elektron ini berguna khusus untuk mengamati mikroorganisme yang sangat kecil seperti virus.

7. Mikroskop Fluoresen (Ultraviolet)

Merupakan mikroskop yang menggunakan fluorokrom yang dapat berubah menjadi energi tinggi setelah mengabsorpsi sinar ultra violet (eksitasi). Bila molekul warna tersebut kembali normal menjadi energi rendah, ia akan melepaskan kelebihan energi dalam bentuk cahaya yang dapat dilihat (berfluoresensi).

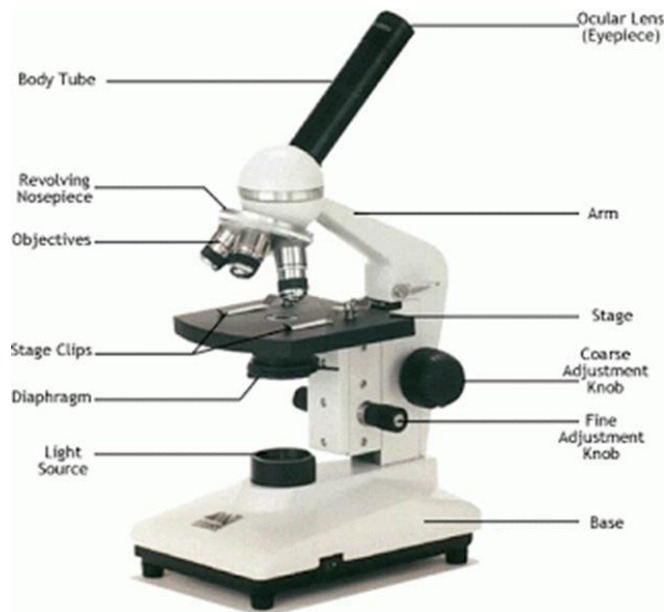
Mikroskop fluoresen terdiri atas sumber cahaya umumnya berupa lampu merkuri tekanan tinggi filter eksitasi untuk menghasilkan cahaya eksitasi, zat yang dapat berfluoresensi (fluorokrom), dan **filter barrier** pada lensa obyektif untuk menahan cahaya eksitasi yang berlebihan yang dapat merusak mata.

B. BAGIAN DAN FUNGSI MIKROSKOP

1. Bagian mikroskop

Secara rinci bagian-bagian mikroskop (Gambar 5.1), terdiri atas:

- a. *Eyepiece/oculars* (lensa okuler);
- b. *Arm* (lengan/pegangan mikroskop);
- c. *Stage* (meja preparat);
- d. *Coarse adjustment knob* (sekrup fokus kasar/makrometer);
- e. *Fine adjustment knob* (sekrup fokus halus/mikrometer);
- f. *Base* (dasar/kaki mikroskop);
- g. *Light source* (sumber cahaya/*illuminator*);
- h. *Diaphragm* (Diafragma/kondensor);
- i. *Stage clips* (penjepit kaca obyek/specimen holder);
- j. *Objective lense* (lensa objektif);
- k. *Revolving nosepiece* (pemutar lensa objektif); dan
- l. *Body tube* (tabung mikroskop).



Gambar 5.1. Mikroskop Cahaya Monokuler (Gita Pawana, 2012)

2. Fungsi Bagian Mikroskop

Beberapa fungsi dari bagian-bagian mikroskop adalah:

- a. *Lensa okuler*, lensa yang terletak pada ujung mikroskop, dekat mata, dan biasanya dengan pembesaran 10x, 12,5x, atau 16x. Pada mikroskop majemuk yang menggunakan satu lensa okuler disebut **mikroskop monokuler** dan yang menggunakan dua lensa disebut **mikroskop binokuler**. Lensa ini berguna untuk memperbesar bayangan nyata dari lensa objektif sehingga dihasilkan bayangan maya yang dapat dilihat.
- b. *Makrometer* (pengaturan kasar), menggunakan batang/tabung mikroskop untuk mengatur fokus sehingga objek dapat dilihat.
- c. *Mikrometer* (pengaturan halus), menggunakan batang/tabung mikroskop untuk mengatur fokus sehingga objek dapat dilihat dengan tepat.
- d. *Lengan mikroskop*, untuk pegangan saat membawa mikroskop.
- e. *Kaki mikroskop*, untuk menjaga mikroskop agar dapat berdiri kokoh di atas meja.
- f. *Reflektor/cermin*, untuk memantulkan dan mengarahkan cahaya ke dalam mikroskop. Ada 2 jenis cermin, yaitu cermin datar dan cermin cekung, dimana bila sumber cahaya lemah, misalnya sinar lampu gunakan cermin cekung, tetapi bila sumber cahaya kuat, misalnya sinar matahari yang menembus ruangan, gunakan cermin datar.
- g. *Diafragma*, dapat dibuka atau ditutup dengan menggunakan tuas yang terletak tepat di bawah meja preparat untuk mengatur sejumlah cahaya yang masuk. Pembesaran mikroskop yang semakin tinggi memerlukan pencahayaan yang semakin terang. Terlalu banyak cahaya pada pembesaran rendah menyebabkan obyek kurang jelas dilihat, terutama sesuatu yang kecil seperti sel bakteri.
- h. *Penjepit preparat*, untuk menjepit preparat di atas meja preparat agar tidak bergeser.
- i. *Meja preparat*, untuk meletakkan objek (benda) yang akan diamati. Tombol penyesuaian stage memungkinkan preparat dapat digeser dengan mudah.

- j. *Lensa objektif*, lensa yang terletak di dekat preparat, umumnya dengan 4 macam pembesaran, yaitu 4x, 10x, 40x, dan 100x. Lensa ini berguna untuk memberikan pembesaran pertama dan menghasilkan bayangan nyata yang kemudian diproyeksikan ke atas lensa okuler.
- k. *Revolver*, untuk memilih lensa objektif yang akan digunakan.
- l. *Tabung mikroskop*, tabung yang menghubungkan lensa okuler ke lensa objektif.
- m. *Kondensor*, menyatukan cahaya yang masuk sehingga intensitas cahaya dapat diatur dengan menaikkan atau menurunkan kondensor, terletak di bawah meja preparat yang memusatkan cahaya pada objek (preparat).

Ada ruang antara lensa objektif dengan preparat yang dikenal sebagai **jarak kerja**.

Kemampuan untuk melihat mikroorganisme menggunakan mikroskop dibatasi oleh **kekuatan resolusi mikroskop**, yaitu jarak dua benda harus jelas terpisah dan masih dapat dilihat sebagai yang terpisah dan berbeda. Untuk mikroskop cahaya ini resolusinya adalah 0,2 μm . Objek lebih dekat dari 0,2 μm tidak akan jelas terlihat. Meningkatkan pembesaran tidak akan membuat objek lebih jelas, hanya lebih besar.

Setiap lensa obyektif memiliki pembesaran yang tertulis di lensa obyektif, berapa pembesaran dari lensa okular juga tertulis di lensa okular. Magnifications/pembesaran rendah adalah digunakan untuk memeriksa dengan cepat preparat untuk menemukan daerah yang tepat untuk diperiksa. Pembesaran tinggi memungkinkan pemeriksaan objek tertentu pada preparat.

Latihan

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi praktikum di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Jelaskan perbedaan mikroskop cahaya dan mikroskop elektron!
- 2) Jelaskan pengertian dari lapang pandang dan jarak kerja!
- 3) Jelaskan fungsi dari makrometer, mikrometer, dan diafragma!
- 4) Jelaskan cara membersihkan mikroskop!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Mikroskop cahaya menggunakan cahaya sebagai media untuk mengirimkan gambar ke mata, dan berfungsi untuk mengamati bagian yang kecil mikroskopis dan transparan. Sedangkan mikroskop elektron menggunakan berkas elektron suatu lampu katoda sebagai media untuk mengirimkan gambar ke mata, berfungsi untuk mengamati obyek yang lebih kecil seperti virus.
- 2) Lapang pandang adalah area lingkaran yang terlihat melalui lensa okuler. Jarak kerja adalah ruang antara lensa objektif dengan preparat.

- 3) Diafragma adalah alat untuk mengatur sejumlah cahaya yang masuk, melalui bantuan tombol penyesuai kasar (makrometer) dan halus (mikrometer) digunakan untuk memperoleh fokus pada preparat/obyek.
- 4) Tombol makrometer digunakan untuk mengangkat preparat dari meja preparat, dan dibuang ke dalam tempat yang berisi desinfektan. Minyak yang mengotori meja preparat dibersihkan dengan Kimwipes atau tissue. Permukaan lensa okuler dan obyektif dibersihkan dengan kertas lensa dan larutan eter-etanol (7:3). Bagian mikroskop diatur kembali pada posisi semula, dengan memutar lensa obyektif ke tempatnya serta tombol makrometer untuk memperoleh jarak kerja minimum

Ringkasan

Mikroskop cahaya menggunakan cahaya sebagai media untuk mengirimkan gambar ke mata. Disebut mikroskop cahaya karena mengandalkan cahaya untuk menghasilkan gambar. Mikroskop cahaya juga dikenal sebagai mikroskop optik, merupakan instrumen yang digunakan untuk mengamati mikroorganisme yang dengan mata telanjang tidak terlihat oleh mata manusia.

Untuk mengamati mikroorganisme yang tidak dapat terlihat dengan mikroskop cahaya, dapat digunakan mikroskop elektron. Mikroskop elektron memiliki resolusi yang lebih baik dan daya pembesar yang lebih besar dibandingkan dengan mikroskop cahaya.

Tes 1

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Daya obyektif ketika mengawali pemeriksaan preparat di mikroskop berkekuatan
 - A. tinggi
 - B. rendah
 - C. 100x
 - D. tidak perlu pakai lensa obyektif
- 2) Hal yang perlu dilakukan terhadap preparat untuk meningkatkan kontras struktur yang dilihat adalah
 - A. iluminasi
 - B. pewarnaan (stain)
 - C. ditempatkan di bawah kaca penutup
 - D. irisan tipis
- 3) Sistem berikut yang terdiri atas kamera dan/atau layar video adalah
 - A. melihat dan merekam

- B. iluminasi
 - C. imaging
 - D. kontras
- 4) Pada daya tinggi tombol yang digunakan untuk penyesuaian gambar fokus adalah
- A. halus
 - B. kasar
 - C. diafragma
 - D. apa saja
- 5) Lensa obyektif yang memberikan lapang terbesar dan dalam adalah dengan pembesaran
- A. tinggi
 - B. 100x
 - C. rendah
 - D. tergantung pada preparat yang diwarnai
- 6) Jika pembesaran lensa okuler mikroskop adalah 10x dan pembesaran lensa obyektif 100x, maka total pembesaran mikroskop adalah
- A. 10 x
 - B. 43x
 - C. 100x
 - D. 1000x
- 7) Pada mikroskop fungsi dari filter adalah
- A. tempat meletakkan lensa obyektif
 - B. menyaring cahaya yang masuk
 - C. memantulkan cahaya
 - D. menggeser preparat
- 8) Berikut ini yang tidak dilakukan dalam perawatan mikroskop adalah
- A. tombol penyesuai kasar untuk mengangkat preparat
 - B. bersihkan stage/meja preparat dengan tisu
 - C. gunakan tombol penyesuai halus untuk memperoleh jarak minimum
 - D. gunakan kertas lensa untuk membersihkan permukaan lensa
- 9) Bagian mikroskop yang mengatur sejumlah cahaya yang masuk adalah
- A. makrometer
 - B. diafragma
 - C. reflektor
 - D. lensa obyektif

Praktikum

A. PENGENALAN, PENGGUNAAN, DAN PERAWATAN MIKROSKOP

1. Tujuan Praktikum

Setelah melaksanakan kegiatan praktikum ini mahasiswa diharapkan mampu mengoperasikan mikroskop cahaya.

2. Bahan dan alat

- a. Mikroskop cahaya (monokuler, binokuler)
- b. Preparat awetan (permanen)
- c. pinset
- d. pipet

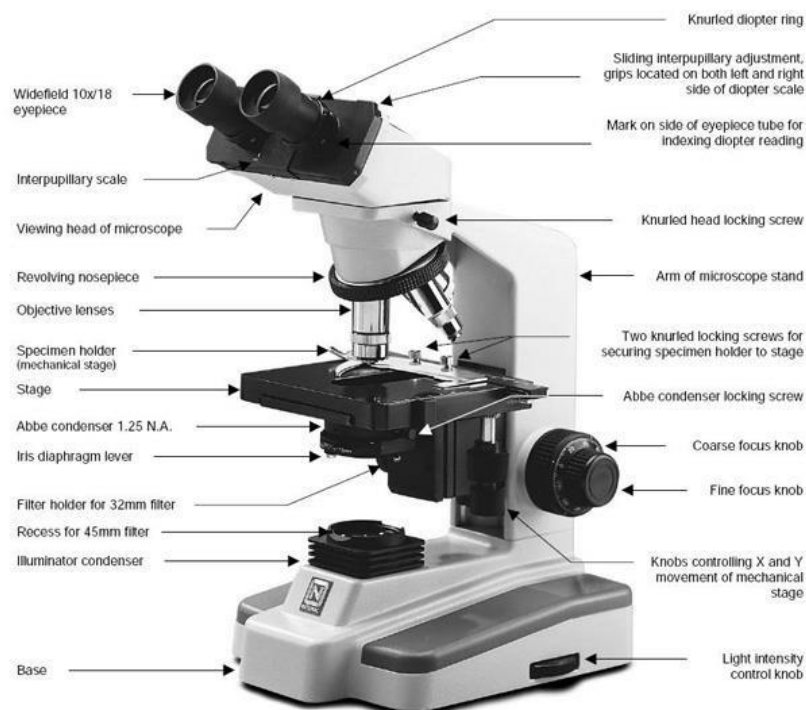
3. Cara Menggunakan Mikroskop Cahaya

Ketika Anda melihat melalui okuler Anda akan melihat lingkaran yang bercahaya. Ini dikenal sebagai **bidang pandang** atau **lapang pandang**. Sambil melihat melalui mikroskop tuas diafragma diubah dan perhatikan bagaimana terjadi perubahan pencahayaan. Ketika Anda memindahkan obyek untuk membuat peningkatan pembesaran, Anda akan melihat bagian kecil dari preparat. Pastikan Anda memindahkan objek Anda ke tengah lapang pandang sebelum berpindah ke tujuan berikutnya.

4. Tatalaksana mendapatkan Fokus

- a. diambil satu preparat,
- b. tombol penyesuaian kasar (makrometer) digunakan untuk mendapatkan jarak kerja maksimum,
- c. preparat ditempatkan di meja preparat. Preparat harus ditahan dengan pemegang preparat dan jangan ditempatkan di bawah pemegang preparat. Tahap penyesuaian menggunakan tombol penggeser untuk menggeser preparat,
- d. ditempatkan lensa obyektif daya rendah (10x)
- e. gunakan tombol penyesuaian kasar (makrometer) untuk mendapatkan jarak kerja minimum.
- f. latihlah kebiasaan melihat dan melakukan proses ini untuk memastikan supaya lensa obyektif tidak menyentuh preparat dan mematahkannya.
- g. Pengamatan melalui lensa okular. Sesuaikan cahaya dengan diafragma, gunakan tuas diafragma jika diperlukan. Dengan perlahan putar tombol penyesuai kasar (makrometer) sampai nampak bayangan. Gunakan tombol penyesuai halus (mikrometer) untuk mempertajam fokus.
- h. Gunakan tombol penyesuai penggeser untuk menemukan area obyek yang diinginkan. Pindahkan preparat sampai objek yang diperiksa berada di tengah lapang pandang.

- i. Putar lensa obyektif daya tinggi. Gunakan tombol untuk penyesuai halus (mikrometer) untuk mempertajam fokus. Jangan gunakan tombol penyesuai kasar (makrometer). Bila perlu dapat digunakan tuas diafragma untuk mengatur cahaya.
- j. Putar lensa objektif daya tinggi (100x). Tuangi setetes minyak imersi pada preparat, kemudian putar lensa objektif dengan tepat dan benar sedemikian rupa sehingga harus tenggelam dalam minyak imersi pada preparat. Gunakan tombol penyesuai halus untuk mempertajam fokus. Bila perlu sesuaikan cahaya dengan menggunakan tuas diafragma.
- k. Ketika selesai mengamati preparat gunakan tombol penyesuai kasar untuk memaksimalkan jarak kerja dan angkat preparat dari meja preparat jika ingin melihat preparat lain, atau bila proses pengamatan telah selesai.
Jika telah selesai menggunakan mikroskop, bersihkan mikroskop dan kembalikan ke tempat penyimpanan (Gambar 5.2)



Gambar 5.2. Mikroskop cahaya

5. Cara penggunaan mikroskop binokuler

- a. Posisikan pengatur cahaya ke minimal, lalu tekan tombol saklar untuk menyalakan lampu, kemudian atur cahaya sesuai keperluan.
- b. Preparat (sediaan) diletakkan di meja preparat menghadap ke atas.
- c. Lensa objektif lemah diputar (10x), kondensor dinaikkan hingga hampir maksimal. Meja preparat digerakkan ke kiri dan ke kanan sehingga di dapatkan gambar preparat (sediaan) yang diinginkan.
- d. Kondensor dan diafragma dibuka sebesar 70-80% untuk menyesuaikan kontras, sehingga gambar sediaan lebih jelas.

- e. Jarak antara lensa okuler kiri dan kanan diatur sehingga gambar preparat menjadi satu benda.
- f. Sambil mengatur mikrometer, gambar pada preparat difokuskan dengan mata kanan melalui lensa okuler kanan hingga jelas.
- g. Sambil memutar **dioptr ring**, benda difokuskan dengan mata kiri melalui lensa okuler kiri.
- h. Lensa objektif lemah diputar menjauhi preparat, minyak emersi ditetaskan di atas preparat.
- i. Lensa objektif 100x diputar sampai menyentuh minyak emersi, fokus diatur dengan memutar mikrometer sampai gambar terlihat jelas, naikan kondensor hingga maksimal.
- j. Jangan menaikkan meja preparat saat melihat melalui lensa okuler, hanya lensa objektif 100x memerlukan minyak emersi, lensa objektif lainnya harus tetap kering.
- k. Jika pembacaan sudah selesai, objektif 100x diputar menjauhi sediaan, dan preparat diangkat.
- l. Putar pengatur cahaya hingga minimal, tekan tombol saklar untuk mematikan lampu.

6. Perawatan Mikroskop

- a. Matikan lampu dan cabut kabelnya.
- b. Gunakan tombol penyesuaian kasar untuk mendapatkan jarak kerja maksimum dan angkat preparat yang sudah dipakai dari meja preparat, selanjutnya ambil dari meja preparat lalu dibuang ke dalam tempat yang berisi desinfektan.
- c. Bersihkan minyak yang mengotori meja preparat menggunakan **Kimwipes** atau tissue
- d. Gunakan kertas lensa dan **larutan eter-etanol (7:3)** untuk membersihkan semua permukaan lensa, dimulai dengan lensa okular, lalu lensa obyektif mulai pembesaran rendah sampai tinggi.
- e. Mengatur kembali bagian-bagian mikroskop agar kembali pada posisi semula. Putar lensa obyektif ke tempatnya. Gunakan tombol untuk penyesuaian kasar (makrometer) untuk memperoleh jarak kerja minimum
- f. Periksa kembali keseluruhan bagian mikroskop untuk mengetahui ada/tidaknya yang rusak atau hilang.
- g. Agar terhindar dari debu, mikroskop ditutup dengan tutup plastik/kain flanel yang bersih, kemudian dimasukkan dalam kotak mikroskop/lemari penyimpanan.

B. FORMAT UMUM LAPORAN PRAKTIKUM PER UNIT PRAKTIKUM

Nama : Nim :

Mata Kuliah :

Kode Mata Kuliah :

Modul Ke :

Judul Kegiatan Praktikum :

Tempat Praktikum :

1. Landasan teori (teori yang relevan dengan kegiatan yang dipraktikkan)
2. Tujuan
3. Bahan dan Metode
4. Waktu dan tempat
5. Alat dan bahan
6. Cara kerja (prosedur)
7. Hasil pengamatan dan pembahasan
8. Hasil pengamatan meliputi cacing dewasa/segmen cacing/larva, eksudat seluler seperti: sel darah merah, leukosit, makrofag dan kristal. Trofozoit (hanya pada spesimen yang segar), telur, dan kista. Pembahasan termasuk komentar positif/negatif dan saran untuk pemeriksaan lebih lanjut.
9. Kesimpulan
10. Kepustakaan
11. Lembar kegiatan kerja praktikum

Topik 2

Pengendalian Mikroorganism

Salah satu bentuk kerugian akibat mikroorganism adalah timbulnya infeksi atau penyakit pada manusia. Mikroorganism ini harus dideteksi, dikendalikan, atau bahkan dihancurkan. Berikut ini akan dipelajari praktikum pengendalian infeksi yang penting dilakukan di tempat pelayanan kesehatan.

Klien dengan penyakit infeksi secara teratur berkunjung ke fasilitas kesehatan untuk pengobatan. Sebagai perawat yang melayani dari klien satu ke klien lain untuk memberikan perawatan termasuk melakukan prosedur klinik berpotensi terjadi penularan penyakit dari klien ke perawat atau dari perawat ke klien bila tidak melakukan tindakan protektif (pencegahan). Pengendalian infeksi dan tindakan medikal aseptis ataupun bedah merupakan hal krusial dalam fasilitas kesehatan untuk mencegah penyebaran penyakit dan infeksi.

Tindakan medikal aseptis adalah proses membuat suatu area bersih dan bebas mikroorganisme penyebab infeksi. Tindakan yang melibatkan bagian tubuh yang normalnya tidak steril memerlukan medikal aseptis. Teknik medikal aseptik dirancang untuk meningkatkan kebersihan dan mencegah kontaminasi. Penggunaan teknik aseptik dalam tempat pelayanan kesehatan mengurangi berpindahnya patogen. Cuci tangan dan pemakaian sarung tangan merupakan bagian penting dalam tindakan medikal aseptis. Higiene tangan (**hand hygiene**) adalah istilah umum untuk tindakan pembersihan tangan yaitu pengangkatan kotoran yang tampak dan pengangkatan atau pembunuhan mikroorganisme dari tangan. Higiene tangan bisa dilakukan dengan menggunakan sabun dan air mengalir atau penggosokan tangan dengan alkohol.

Surgikal aseptis adalah pengangkatan semua mikroorganisme, baik patogenik atau nonpatogenik dari suatu obyek. Surgikal aseptis adalah penerapan semua teknik untuk mempertahankan suatu lingkungan yang steril. Dalam nyatakan steril, suatu alat harus bebas dari semua mikroorganisme termasuk spora. Ada tiga teknik yang digunakan untuk mencegah penyebaran infeksi dalam tempat pelayanan kesehatan yang meliputi sanitasi, desinfeksi dan sterilisasi.

A. SANITASI

Sanitasi mengurangi jumlah mikroorganisme pada peralatan merupakan pengendalian infeksi tingkat terendah. Sebelum peralatan didesinfeksi atau disterilkan, harus disanitasi terlebih dahulu. Sanitasi dalam konteks pengendalian infeksi merujuk pada pengangkatan kontaminan, atau kotoran yang terlihat pada permukaan alat.

B. DESINFEKSI

Desinfeksi merupakan pemberian antimikroba pada obyek untuk menghancurkan patogen dan digolongkan sebagai pengendalian infeksi tingkat intermediet (menengah).

Tujuan desinfeksi adalah mencegah keberadaan mikroorganisme tertentu pada obyek, seperti: tangan atau kulit dan mencegah infeksi. Desinfeksi dapat dilakukan secara fisik maupun kimiawi.

Desinfeksi terjadi ketika menyikat atau memberi sabun pada peralatan dengan bahan pembersih kimia, seperti alkohol. Desinfeksi menghancurkan atau menghambat aktifitas mikroorganisme tetapi tidak berpengaruh pada spora. Sedangkan desinfektan adalah suatu bahan pembasmi kuman yang menonaktifkan mikroorganisme patogen tertentu dan tidak efektif terhadap spora bakteri. Lembaga perlindungan lingkungan (**Environmental Protection Agency/EPA**) mencatat desinfektan memiliki label klaim 10 menit. Beberapa peneliti telah menunjukkan efektivitas desinfektan ini terhadap bakteri vegetatif, misalnya: *Listeria*, *Escherichia coli*, *Salmonella*, *Enterococci* tahan vankomisin, *Staphylococcus aureus* tahan methicillin, khamir (misalnya *Candida*), *Mycobacteria* (misalnya *Mycobacterium tuberculosis*), dan virus (misalnya virus polio) dengan waktu pemaparan berkisar antara 30-60 detik. Beberapa kelompok desinfektan yang digunakan untuk desinfeksi meliputi kelompok aldehyd, biosida berbasis halogen, senyawa amonium, fenol, asam/alkali, dan logam berat (tabel 5.1).

Tabel 5.1. Beberapa kelompok desinfektan

Desinfektan		Pengenceran	Waktu Kontak yang Diperlukan		Kemampuan Desinfeksi				
Tipe	Kategori		Lipovirus	Spectrum luas	Bakteri Vegetatif	Jamur	Non lipovirus	Spora bakteri	MTbc
Cair	Glutaral dehid	2%	10	30	+	+	+	+	+
	Klorin	500 ppm	10	30	+	+	+	+/-	+
	Formaldehid	0,2-0,8%	10	30	+	+	+	+/-	+
	Iodofor	25-1600ppm	10	30	+	+	+	+	+
	Isopropanol	70-85%	10	Tak efektif	+	+	+/-		+
	Ethanol	70-85%	10	Tak efektif	+	+	+/-		+
	Fenol	1,0-5,0%	10	Tak efektif	+	+	+/-		+
	Quaternary Ammonium	0,1- 2%	10	Tak efektif	+	+			
Gas	Ethylen oxide	8-23 g/ft ³	10	60	+	+	+	+	+
	ParaFormaldehid	0,3 g/ft ³	10	60	+	+	+	+	+

Faktor yang mempengaruhi derajat pembunuhan mikroorganisme meliputi: tipe organisme, jumlah organisme, konsentrasi desinfektan, adanya bahan organik (serum, darah), komposisi bahan yang akan didesinfeksi, waktu kontak dengan desinfektan, temperatur, dan kompatibilitas desinfektan.

C. STERILISASI

Sterilisasi adalah proses untuk membebaskan suatu objek dari semua mikroorganisme, baik bentuk vegetatif maupun bentuk spora. Peralatan medis yang akan disterilkan dikategorikan menjadi 3 kategori, yaitu **kritis**, **semi kritis**, dan **non kritis**. Peralatan medis yang menginvasi

jaringan tubuh atau masuk ke sistem vaskuler dipertimbangkan sebagai katagori kritis. Semua peralatan medis kritis harus disterilkan, karena kontaminasi mikroba mengakibatkan penyebaran penyakit. Katagori kritis meliputi: instrumen bedah, implant, peralatan perawatan kaki, endoskopi yang masuk ke rongga dan ruang di dalam badan, peralatan kolposkopi, sikat dan forsep biopsi, peralatan mata, serta peralatan gigi.

Peralatan medis semi kritis yang kontak dengan kulit yang tidak utuh atau membran mukosa dan tidak menembusnya harus disterilkan, atau jika sterilisasi tidak mungkin, peralatan harus didesinfeksi tingkat tinggi.

Peralatan yang kontak dengan kulit utuh dipertimbangkan nonkritis, dan memerlukan desinfeksi intermediet atau rendah.

Secara umum ada 2 cara sterilisasi yaitu metode fisik dan kimiawi. Sterilisasi metode fisik meliputi panas (panas kering, panas basah, perebusan), filtrasi, dan radiasi (Tabel 5.2).

Tabel 5.2. Pengendalian mikroorganisme dengan metode panas

Metode	Temperatur (°C)	Waktu yang Diperlukan	Aplikasi
Perebusan (kukus)	100	15 menit	Membunuh mikroba bentuk vegetatif, tetapi spora tetap hidup
Autoklaf (uap dengan tekanan)	121	15 menit	Mensterilkan dan membunuh endospora
Pasteurisasi a. Bacth metode	63	30 menit	Desinfeksi dan membunuh patogen susu, mikroba bentuk vegetatif, dan spora tetap hidup Sama tetapi waktunya lebih singkat
b. Flash metode	72	15 menit	
Oven (panas kering)	160-180	1,5-3 jam	Mensterilkan dan menjaga bahan tetap kering

Sedangkan sterilisasi metode kimiawi menggunakan bahan kimia untuk sterilisasi (kemosteriliser). Bahan kimia ini meliputi: **ethylene oxide** dan **glutaraldehyde** (konsentrasi tinggi). Ethylene oxide (EO) adalah membunuh mikroorganisme termasuk spora dengan mempengaruhi metabolisme normal protein dan fungsi reproduktif, proses alkilasi yang berakibat kematian sel. Digunakan dalam bentuk gas dan harus kontak langsung dengan mikroorganisme atau alat yang disterilkan (Tabel 5.3).

Tabel 5.3. Metode Efektifitas Sterilisasi

Klasifikasi	Metode	Aksi melawan pembunuhan
-------------	--------	-------------------------

Peralatan	Sterilisasi	Spora	Mycobacterium	Virus non lipid	Jamur	Bakteri
Kritikal	Uap	+	+	+	+	+
	Panas kering	+	+	+	+	+
	Gas	+	+	+	+	+
	Kimia	+	+	+	+	+
	Radiasi ionisasi	+	+	+	+	+
Semi kritisal	Glutaraldehyde 2%	±	+	+	+	+
	Chlorine	±	+	+	+	+

D. MEMPERTAHANKAN STERILITAS

Tempat pelayanan kesehatan harus memiliki tatalaksana untuk penyimpanan dan mengelola kebersihan serta sterilitas peralatan medis sebagai berikut:

1. Peralatan medis yang dikemas steril harus digunakan sebelum tanggal kedaluwarsa.
2. Stok harus dirotasi, sehingga stok paling lama digunakan terlebih dahulu.
3. Sterilitas harus dipertahankan sampai dipergunakan.
4. Kemasan steril yang rusak harus disteril ulang sebelum digunakan.
5. Peralatan harus dikelola dalam keadaan yang tercegah rekontaminasi.

Latihan

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi praktikum di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Jelaskan perbedaan sanitasi, desinfeksi, dan sterilisasi!
- 2) Jelaskan cara kerja bahan antimikroba!
- 3) Jelaskan tujuan dan fungsi dasar dari alat autoklaf!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Sanitasi tidak merusak semua mikroorganisme dan spora, desinfeksi menghancurkan atau menghambat aktifitas patogen tetapi tidak mempengaruhi spora, sterilisasi membunuh semua mikroorganisme termasuk spora.
- 2) Autoklaf digunakan untuk menghasilkan uap bertekanan dan merupakan metode utama untuk mensterilkan peralatan dalam institusi pelayanan kesehatan.
- 3) Cara kerja antimikroba terhadap mikroorganisme adalah mengubah/merusak dinding sel, merusak membran plasma, merusak protein, dan merusak asam nukleat.

Ringkasan

Perawat sebagai salah satu tenaga pemberi pelayanan kesehatan berpotensi terpapar atau menyebarkan mikroorganisme patogen yang berakibat terjadinya infeksi pada klien atau pada

dirinya. Untuk mengendalikan mikroorganisme patogen dilakukan pencegahan infeksi dan penerapan aseptis baik medis atau bedah. Tiga teknik yang digunakan untuk mencegah penyebaran infeksi dalam tempat pelayanan kesehatan meliputi: sanitasi, desinfeksi (secara fisik atau kimiawi), dan sterilisasi (fisik, kimiawi, radiasi dan filtrasi). Praktek cuci tangan dan penggunaan sarung tangan merupakan cara yang paling efektif mencegah penyebaran infeksi.

Tes 2

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Pengangkatan kontaminan, atau kotoran yang terlihat pada permukaan alat seperti peralatan luka disebut
 - A. desinfeksi
 - B. sterilisasi
 - C. sanitasi
 - D. aseptis

- 2) Praktek mengurangi atau mengeliminasi jumlah bakteri dari kulit (tidak membunuh spora) disebut
 - A. antiseptik
 - B. teknik aseptik
 - C. desinfektan
 - D. desinfeksi

- 3) Metode pengendalian infeksi berikut yang memerlukan penggunaan autoklaf adalah
 - A. desinfeksi
 - B. sterilisasi
 - C. sanitasi
 - D. aseptis

- 4) Bahan berikut yang digunakan untuk sterilisasi secara kimiawi adalah
 - A. alkohol 70%
 - B. ethanol 80%
 - C. phenol 5%
 - D. ethylen oxide

- 5) Waktu yang diperlukan untuk sterilisasi alat dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121 °C adalah

- A. 10 menit B. 15 menit C. 30 menit
- D. 60 menit

Praktikum

A. MENCUCI TANGAN MEDIKAL ASEPTIS

1. Tujuan Praktikum

Setelah melaksanakan kegiatan praktikum ini mahasiswa mampu melakukan cuci tangan secara medikal aseptis dengan tepat untuk mencegah penyebaran mikroorganisme patogen.

2. Alat dan Bahan

- a. Sabun antiseptik cair.
- b. Sikat kuku atau orange stick.
- c. Serbet.
- d. Air hangat.
- e. Tempat sampah regular.

3. Langkah Kerja

1. Lepaskan cincin atau jam tangan (atau naikkan jam tangan sampai lengan bawah sehingga pergelangan tangan bersih dari perhiasan) rasional.
2. Berdiri di dekat bak cuci, jangan biarkan pakaian menyentuh bak cuci.
3. Nyalakan kran, menggunakan serbet bersih.
4. Atur temperatur air menjadi hangat.
5. Buang serbet ke tempat sampah.
6. Basahi tangan sampai pergelangan tangan dengan air hangat yang mengalir dan gunakan sabun antibakteri cair (gunakan serbet untuk menekan tempat sabun cair).
7. Gosokkan kedua telapak tangan bersamaan dengan gerakan memutar.
8. Bersihkan kuku dengan sikat kuku atau orange stick.
9. Bilas tangan dengan seksama dengan air hangat yang mengalir dengan posisi menurun dan biarkan sabun dan air mengalir di finger tips.
10. Ulangi langkah tersebut jika tangan masih terlihat kotor.
11. Gunakan serbet kering, matikan kran, dan buang serbet ke tempat sampah.
12. Bersihkan area sekitar bak cuci.

B. MEMBERSIHKAN TANGAN DENGAN ALKOHOL

1. Tujuan Praktikum

Setelah mengikuti kegiatan praktikum mahasiswa mampu melakukan cuci tangan dengan alkohol untuk mencegah penyebaran mikroorganisme patogen.

2. Alat dan bahan

Alkohol yang berisi 60-95% ethanol atau isopropanol (gel, busa atau lotion).

3. Langkah Kerja

- a. Periksa tangan terhadap adanya kontaminan atau kotoran.
- b. Lepaskan cincin atau jam tangan (atau naikkan jam tangan sampai lengan bawah sehingga pergelangan tangan bersih dari perhiasan).
- c. Saat membersihkan tangan dengan alkohol, tuangkan cairan alkohol ke salah satu telapak tangan.
- d. Gosokkan tangan secara bersamaan mencakup seluruh permukaan tangan dan jari sampai 2½ cm di atas pergelangan tangan.
- e. Gosok tangan bersamaan sampai tangan kering, sekitar 15-30 detik.

C. MELAKUKAN STERILISASI KIMIA

1. Tujuan

Setelah mengikuti kegiatan praktikum mahasiswa mampu melakukan sterilisasi alat menggunakan bahan kimia.

2. Alat dan Bahan

- a. Bahan kimia, desinfektan.
- b. Petunjuk penggunaan bahan kimia.
- c. Mantel/jas lab kedap air.
- d. Kacamata keselamatan laboratorium.
- e. Sarung tangan disposable.
- f. Sarung tangan yang diperlukan.
- g. Stainless steel atau wadah kaca dengan tutup.
- h. Serbet.
- i. Peralatan yang akan disterilkan.
- j. Korentang steril.

3. Langkah Kerja

- a. Baca petunjuk desinfektan yang akan digunakan.
- b. Pakai peralatan pelindung (Personal Protective Equipment /PPE).
- c. Pakai sarung tangan.
- d. Campur larutan desinfektan berdasar aturan pada label.
- e. Cek tanggal kadaluarsa.

- f. Tuangkan larutan desinfektan secukupnya ke dalam stainless steel atau wadah gelas sampai benda yang akan dibersihkan tercelup sempurna.
- g. Kumpulkan peralatan yang akan disterilkan. Pisahkan peralatan yang tajam dari peralatan lembut terlebih dahulu.
- h. Bersihkan alat dengan menggunakan sikat dan larutan pembersih dan dibilas.
- i. Keringkan setiap alat dengan kertas lap.
- j. Tempatkan alat pada larutan desinfektan kimia, pastikan tertutup sempurna pada bahan desinfektan.
- k. Tutup wadah dengan penutup yang kedap udara.
- l. Desinfeksi alat sesuai waktu yang diperlukan.
- m. Bilas dan bersihkan benda dari agen kimia sebelum digunakan.
- n. Gunakan korentang steril untuk memindahkan peralatan dari wadah.
- o. Sebelum digunakan, keringkan alat dengan serbet steril.
- p. Lepaskan sarung tangan dan cuci tangan.

D. FORMAT UMUM LAPORAN PRAKTIKUM PER UNIT PRAKTIKUM

Nama : Nim :

Mata Kuliah :

Kode Mata Kuliah :

Modul Ke :

Judul Kegiatan Praktikum :

1. Landasan teori (teori yang relevan dengan kegiatan yang dipraktikumkan)
2. Tujuan
3. Bahan dan Metode
4. Waktu dan tempat
5. Alat dan bahan
6. Cara kerja (prosedur)
7. Hasil pengamatan dan pembahasan
8. Kesimpulan
9. Kepustakaan

Lembar kegiatan kerja praktikum.

Topik 3

Pemeriksaan Mikroskopis Bakteri

Struktur mikroorganisme telah Anda pelajari pada bab sebelumnya, untuk itu kali ini kita akan mengidentifikasi bakteri secara mikroskopis melalui pewarnaan.

PENDAHULUAN

Pemeriksaan mikroskopis merupakan salah satu contoh pemeriksaan laboratorium mikrobiologi sederhana yang dapat digunakan untuk menunjang diagnosis infeksi yang disebabkan oleh bakteri dan jamur. Visualisasi mikroorganisme dalam keadaan hidup sulit dilakukan, bukan hanya karena ukurannya yang sangat kecil, namun juga karena mikroorganisme tersebut bersifat transparan dan tidak berwarna jika disuspensikan dalam medium cair.

Oleh karena itu, prosedur pewarnaan yang dikombinasi dengan pemeriksaan mikroskopis penting dilakukan untuk mengelompokkan mikroorganisme untuk kepentingan diagnosis. Berdasarkan tujuannya, jenis pewarnaan dibedakan menjadi pewarnaan sederhana, pewarnaan negatif, pewarnaan diferensial, dan pewarnaan khusus.

1. Pewarnaan Sederhana (Pewarnaan Positif)

Prinsip pemeriksaan

Pada pewarnaan sederhana, apusan bakteri diwarnai dengan reagen tunggal (satu jenis cat) yang menghasilkan kontras antara organisme dan latar belakangnya. Pada pewarnaan ini dipilih pewarnaan basa (**basic stains**) yang mengandung kromogen yang bermuatan positif, karena asam nukleat dan komponen tertentu pada dinding sel bakteri bermuatan negatif yang akan berikatan dengan kuat terhadap kromogen kationik (bermuatan positif). Tujuan dari pewarnaan sederhana adalah untuk melihat morfologi dan susunan sel bakteri. Zat warna yang paling banyak digunakan adalah **methylene blue**, **crystal violet**, dan **carbolfuchsin**.

Sebelum dilakukan pewarnaan dibuat paparan suspensi bakteri di atas **object glass** (kaca benda) yang setelah kering kemudian difiksasi. Jangan menggunakan suspensi bakteri yang terlalu padat, tapi jika suspensi bakteri terlalu encer, maka akan diperoleh kesulitan saat mencari

bakteri dengan mikroskop. Fiksasi bertujuan untuk mematikan bakteri dan melekatkan sel bakteri pada *object glass* (kaca benda) tanpa merusak struktur selnya.

2. Pewarnaan Negatif

Prinsip pemeriksaan

Beberapa bakteri sulit diwarnai dengan zat warna basa, tetapi mudah dilihat dengan pewarnaan negatif. Zat warna tidak akan mewarnai sel melainkan mewarnai lingkungan sekitarnya, sehingga sel tampak transparan dengan latar belakang hitam. Pewarnaan negatif membutuhkan pewarnaan asam (**acidic stain**). Pewarnaan asam mengandung kromosom yang bermuatan negatif, sehingga tidak akan berpenetrasi ke dalam sel karena permukaan bakteri bermuatan negatif. Oleh karena itu sel yang tidak terwarnai akan jelas terlihat pada latar belakang yang telah terwarnai. Contoh zat warna yang sering digunakan adalah **tinta India** atau **nigrosin**.

3. Pewarnaan Differensiasi (Gram)

Prinsip Pemeriksaan

Pewarnaan Gram merupakan suatu pewarnaan differensial, yang sangat berguna dan paling banyak digunakan dalam laboratorium mikrobiologi, karena merupakan tahapan penting dalam langkah awal identifikasi untuk membantu diagnosis infeksi yang disebabkan oleh bakteri dan jamur yang berbentuk ragi. Pewarnaan ini didasarkan pada tebal atau tipisnya lapisan peptidoglikan di dinding sel dan banyak sedikitnya lapisan lemak pada membran sel bakteri. Jenis bakteri berdasarkan pewarnaan Gram dibagi menjadi dua, yaitu: Gram positif dan Gram negatif. Bakteri Gram positif memiliki dinding sel yang tebal dan membran sel selapis. Sedangkan bakteri Gram negatif mempunyai dinding sel tipis yang berada di antara dua lapis membran sel. Penggolongan tersebut berdasarkan kemampuannya dalam mempertahankan **primary stain** yaitu zat warna **crystal violet**. Bakteri yang mampu mempertahankan primary stain disebut Gram positif, sedangkan bakteri Gram negatif adalah bakteri yang melepaskan warna tersebut dan mengikat zat warna kedua (**counterre stain**) yaitu **Safranin**.

Latihan

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi praktikum di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Apa tujuan pengecatan paparan suspensi bakteri dan sebutkan bahan cat yang sering digunakan dalam pemeriksaan!

- 2) Sebutkan jenis pengecatan menurut tujuannya!
- 3) Jelaskan perbedaan pengecatan positif dan pengecatan negatif!
- 4) Jelaskan interpretasi pemeriksaan Gram!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Apusan bakteri dicat dengan reagen suatu jenis cat agar menghasilkan kontras antara organisme dan latar belakangnya sehingga morfologi dan susunan sel bakteri dapat terlihat. Bahan cat yang paling banyak digunakan adalah methylene blue, crystal violet, dan carbol fuchsin.
- 2) Berdasarkan tujuan, jenis pengecatan dibedakan menjadi: pengecatan sederhana, pengecatan negatif, pengecatan diferensial, dan pengecatan khusus.
- 3) Pada pengecatan positif, bahan cat bersifat basa (basic stain), sehingga warna cat yang diserap bakteri kontras dengan warna latar belakangnya, terlihat jelas morfologi dan susuna sel bakteri. Pada pewarnaan negatif, cat bersifat asam (acidic stain), cat tidak mewarnai bakteri melainkan mewarnai lingkungannya, sehingga sel tampak transparan dengan latar belakang hitam.
- 4) Pewarnaan Gram didasarkan pada kemampuan bakteri mempertahankan pewarna primer yakni zat warna crystal violet. Bakteri yang mampu mempertahankan pewarna cat primer disebut Gram positif berwarna ungu, sedangkan bakteri yang melepaskan warna tersebut dan mengikat warna cat kedua (countre stain) yaitu Safranin disebut bakteri Gram negatif akan berwarna merah.

Ringkasan

Pemeriksaan mikroorganisme dalam keadaan hidup sulit dilakukan, karena ukuran yang sangat kecil, bersifat transparan, dan tidak berwarna jika disuspensikan dalam medium cair. Prosedur pewarnaan yang dikombinasi dengan pemeriksaan mikroskopis membantu mengelompokkan mikroorganisme untuk kepentingan diagnostik. Berdasarkan tujuannya jenis pewarnaan dibedakan menjadi pewarnaan sederhana, pewarnaan negatif, pewarnaan diferensial, dan pewarnaan khusus. Zat warna yang digunakan bisa biru metilen, merah safranin, ungu, hijau berlian dan lain-lain. Disamping itu zat warna bisa bersifat asam, netral atau basa.

Tes 3

- 1) Jenis bakteri yang disebut cocci memiliki bentuk
 - A. spiral
 - B. bulat
 - C. batang
 - D. sekrup

- 2) Jenis bakteri yang memiliki bentuk batang disebut
- A. diplococci
 - B. stafilokokus
 - C. spirilla
 - D. basil
- 3) Apabila *Neisseria gonorrhoeae* diwarnai dengan pengecatan Gram dan dilihat secara mikroskopis maka tampak
- A. cocci Gram positif dalam kelompok seperti anggur
 - B. batang Gram negatif
 - C. diplococcus Gram positif
 - D. diplococcus Gram negatif
- 4) Pewarnaan Gram dikembangkan oleh
- A. Louis pasteur
 - B. Anthony Van Leuvenhook
 - C. Christian Gram
 - D. De Graft
- 5) Pewarnaan yang paling sering digunakan dalam pewarnaan Gram adalah
- A. crystal violet dan methylen blue
 - B. crystal violet dan safranin
 - C. crystal violet dan carbol fushin
 - D. safranin dan methylen blue
- 6) Pada pewarnaan Gram, jika beberapa bakteri menahan crystal violet setelah pemberian alkohol, maka bakteri tersebut
- A. Gram positif
 - B. Gram negatif
 - C. prosedur tidak lengkap
 - D. tidak teridentifikasi
- 7) Berikut ini yang termasuk zat warna asam adalah
- A. fuchsin asam
 - B. gelatiana lembayung
 - C. metil lembayung
 - D. malasit hijau
- 8) Bakteri Gram positif yang paling umum adalah
- A. Rizhobium

- B. Lactobacilus
 - C. Escherichia coli
 - D. Mycobacterium
- 9) Pewarnaan Gram dan tahan asam didasarkan pengaruh bahan kimia pada
- A. membran plasma
 - B. membran terluar
 - C. dinding sel
 - D. inti sel
- 10) Sel bakteri tidak berwarna sedangkan latar belakang berwarna. Penggunaan cat yang ukuran molekulnya lebih besar dari pada pori-pori dinding sel bakteri sehingga dengan demikian zat warna tidak dapat masuk ke dalam sel merupakan dasar dari pewarnaan
- A. positif
 - B. netral
 - C. negatif
 - D. Gram negatif

Praktikum

A. PEMERIKSAAN (PEMERIKSAAN SEDERHANA/POSITIF)

1. Tujuan Praktikum

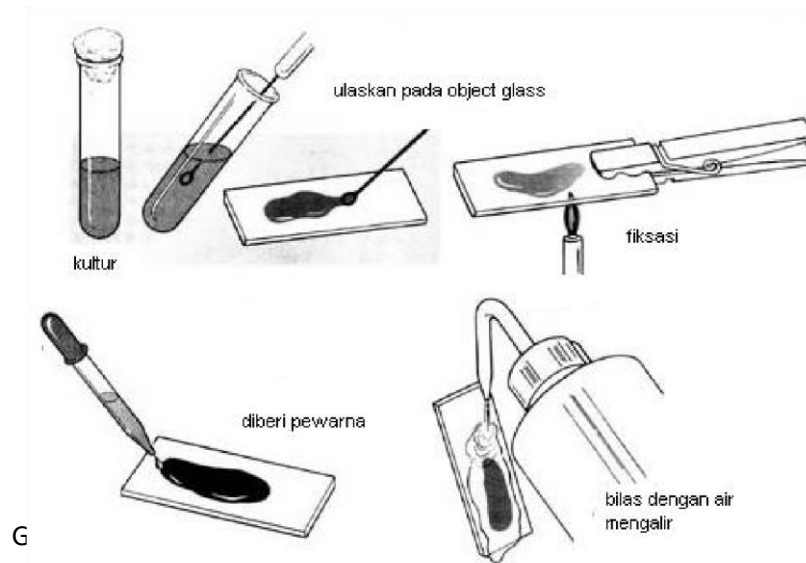
Setelah mengikuti kegiatan praktikum ini mahasiswa dapat melakukan prosedur pengecatan sederhana.

2. Bahan dan Alat

- a. Biakan bakteri
 - *Klebsiella pneumoniae*
 - *Bacillus subtilis*
- b. Zat warna: carbol fuchsin, crystal violet, dan methylene blue.
- c. Alat yang digunakan:
 - kaca benda (object glass)
 - sengkeliit
 - kertas saring
 - pensil kaca
 - rak untuk pewarnaan
 - bunsen/lapu spiritus

3. Tatalaksana Pemeriksaan

- a. membersihkan kaca benda dengan kertas saring dan melewatkannya di atas api Bunsen untuk menghilangkan kotoran dan lemak.
- b. membuat lingkaran kira-kira berdiameter 2-3 cm di bagian bawah kaca benda menggunakan pensil kaca dan beri label.
- c. membuat sediaan pada kaca benda, yaitu suspensi bakteri dipaparkan di atas kaca benda sehingga merupakan lapisan tipis, keringkan, lalu sediaan ini direkatkan di atas nyala api dua atau tiga kali.
- d. menuangkan salah satu jenis cat pada kaca benda, dapat carbol fuchsin biarkan selama 15-30 detik atau crystal violet biarkan selama 20-60 detik atau methylene blue biarkan selama 1-2 menit.
- e. mencuci dengan air mengalir secara perlahan.
- f. mengeringkan dengan meletakkan kaca benda di atas kertas saring.
- g. meneteskan satu tetes minyak emersi, lalu lihat di bawah mikroskop dengan pembesaran 10x100 (Gambar 5.3).



4. Interpretasi Hasil

Bakteri akan terlihat berwarna sesuai dengan cat yang digunakan. Misalnya berwarna merah dengan **carbolfuchsin** atau ungu dengan crystal violet atau biru dengan methylene blue.

5. Tugas Mahasiswa

- a. setiap mahasiswa mengerjakan pengecatan sederhana untuk masing-masing biakan bakteri yang telah disediakan.
- b. melihat hasil pengecatan tersebut dengan menggunakan mikroskop pada pembesaran lensa obyektif 100x.
- c. menggambar apa yang diamati.

6. Lembar kerja Praktikum Mikrobiologi

Hari/tanggal :

Nama :

Kelompok :

Paraf Instruktur

Mikroorganisme	Methylen Blue	Crystal Violet	Carbol Fuchsin
Gambar hasil pengamatan	○	○	○

Mikroorganisme	Methylen Blue	Crystal Violet	Carbol Fuchsin
Organisme
Morfologi sel:			
• bentuk
• susunan
• warna

B. PEWARNAAN NEGATIF

1. Tujuan

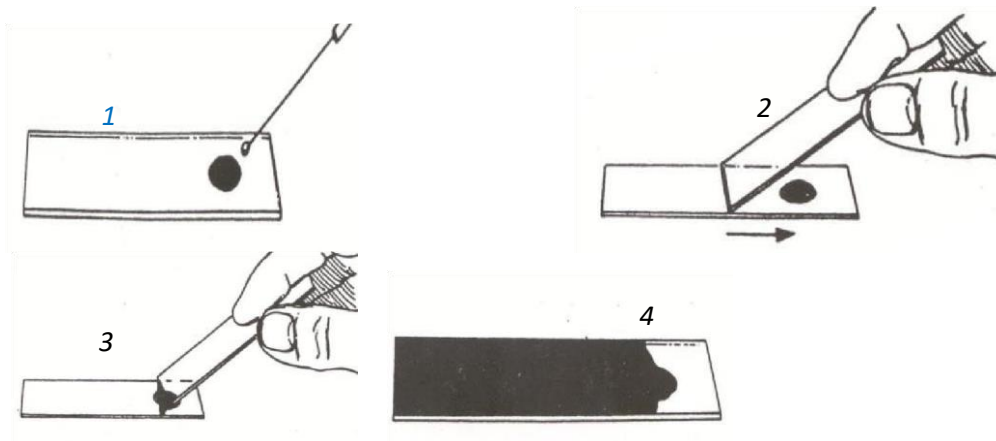
Setelah mengikuti kegiatan praktikum mahasiswa dapat menunjukkan tatalaksana pewarnaan negatif mikroorganisme.

2. Alat dan bahan

- a. Biakan bakteri
 - *Klebsiella pneumoniae*
 - *Bacillus subtilis*
- b. Zat warna: nigrosin atau tinta India
- c. Alat yang digunakan
 - kaca benda
 - cengkelit
 - kertas saring
 - pensil kaca
 - rak untuk pengecatan
 - bunsen/lapu spiritus

3. Tatalaksana Pemeriksaan

- a. Meletakkan 1 tetes nigrosin/tinta india di dekat salah satu ujung kaca benda yang bersih.
- b. Menggunakan teknik steril letakkan 1 inokulum bakteri pada tetesan nigrosin tersebut lalu campurkan.
- c. Ujung kaca benda yang lain diletakkan di depan suspensi bakteri pada sudut 45° dan campuran tersebut didorong untuk membentuk paparan yang tipis.
- d. Paparan dikeringkan di suhu kamar (jangan melakukan fiksasi dengan pemanasan).
- e. Memeriksa di bawah mikroskop (Gambar 5.4).



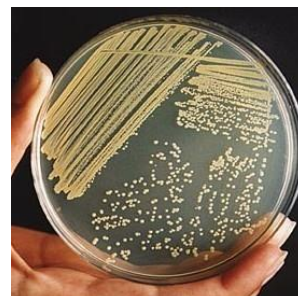
Gambar 5.4. Alur Pemeriksaan Pewarnaan Negatif, berurut 1-4 (FKUI, 2012)

4. Interpretasi Hasil

Sel bakteri atau jamur akan terlihat jernih/tidak berwarna dengan latar belakang hitam (tinta India). Berikut ini merupakan berbagai bentuk sel bakteri (Tabel 5.3).

Tabel 5.3. Bentuk dan jenis bakteri

Bentuk	Contoh Jenis
Coccus (sphere)	<i>Neisseria, Veillonella, Enterococcus</i>
Coccobacilli	<i>Moraxella, Acinetobacter</i>
Bacilli (rod), rounded ends	<i>Escherichia, Lactobacillus, Clostridium</i>
Vibrio (curved)	<i>Vibrio, Bdellovibrio, Ancylobacter, dll</i>
Bacilli (rod), blunt end	<i>Bacillus</i>
Helical (spirillum)	<i>Spirochaeta, Spirillum, Campylobacter</i>
Diplococcus	<i>Neisseria, Moraxella</i>
Streptococcus	<i>Streptococcus</i>
Streptobacillus	<i>Mycobacterium</i>
Staphylococcus	<i>Staphylococcus</i>
Tetrad (Gaffkya)	<i>Deinococci, Pediococcus, Micrococcus</i>
Sarcina (cuboid packets)	<i>Sarcina</i>



Gambar 5.5. a. *Bacillus subtilis*
(Rahardjo, 2010)

b. *Staphylococcus aureus*

5. Tugas Mahasiswa

- Setiap kelompok mahasiswa mengamati hasil pewarnaan negatif dari peragaan yang telah disediakan.
- Melihat hasil pewarnaan tersebut dengan menggunakan mikroskop pada pembesaran lensa objektif 100x.
- Menggambar apa yang Anda amati.

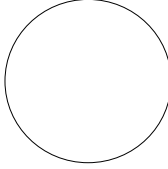
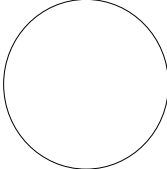
6. Lembar kerja Praktikum Mikrobiologi

Hari/tanggal :

Nama :

Kelompok :

Paraf Instruktur

Mikroorganisme	<i>Klebsella pneumonia</i>	<i>Bacillus subtilis</i>
Gambar hasil pengamatan		
Bentuk Susunan

C. PENGECATAN DIFFERENSIAL (GRAM)

1. Tujuan

Setelah mengikuti kegiatan praktikum ini mahasiswa dapat menunjukkan tatalaksana pengecatan differensiasi (Gram).

2. Bahan dan Alat

Bahan

pemeriksaan:

- Biakan bakteri: *Streptococcus viridians*, *Vibrio parahaemolyticus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*.
- Biakan jamur: *Candida albicans*
- Crystal violet 2%
- Cairan Gram iodine (Iugol)

- Etil alkohol 95%
- Safranin 0,25%
- NaCl 0,9%

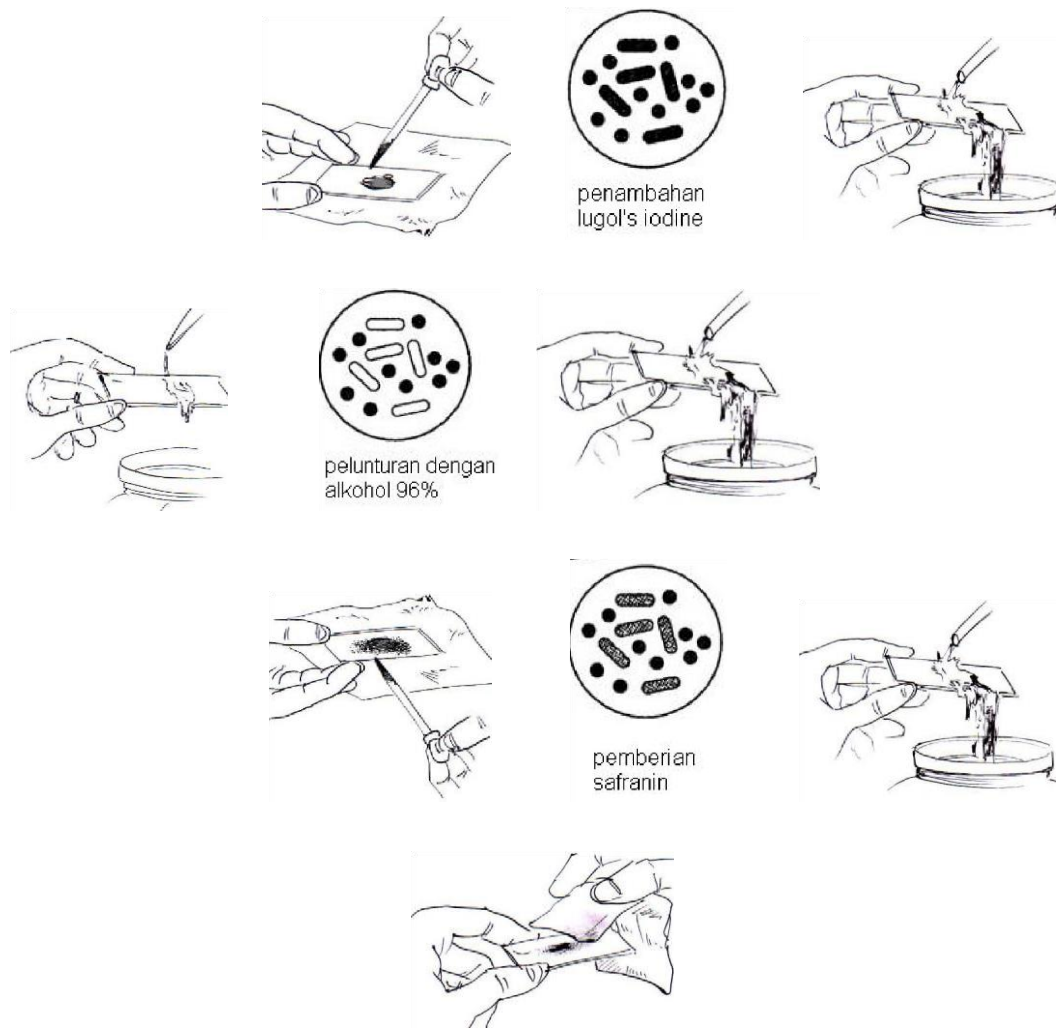
Alat yang digunakan:

- Kaca benda
- Sengkelit
- Kertas saring
- Pensil/pena penanda
- Rak dan penjepit
- Bunsen/lampu spiritus □ Mikroskop

3. Tatalaksana Prosedur pemeriksaan

- Membersihkan kaca benda dengan kertas saring dan melewatkannya di api untuk menghilangkan kotoran dan lemak.
- Membuat tanda lingkaran kira-kira berdiameter 2-3 cm di bagian bawah kaca benda menggunakan pensil penanda dan beri label.
- Membuat sediaan pada kaca benda, yaitu suspensi bakteri dipaparkan di atas kaca benda sehingga merupakan lapisan tipis, keringkan, lalu sediaan ini direkatkan dengan cara dilewatkan di atas nyala api dua atau tiga kali.
- Menuangkan crystal violet dan dibiarkan selama 1 menit.
- Mencuci dengan air mengalir secara perlahan.
- Menuangkan cairan Gram's iodine (lugol), dan dibiarkan selama 1 menit.
- Mencuci dengan air mengalir secara perlahan.
- Mencelupkan ke dalam etil alkohol 95% beberapa detik sehingga tidak ada lagi zat warna ungu yang mengalir di sediaan.
- Mencuci dengan air.
- Mewarnai dengan safranin selama 45 detik, mencuci dengan air dan dikeringkan di udara.
- Meneteskan satu tetes minyak emersi, selanjutnya lihat di bawah mikroskop dengan pembesaran 10 x 100.
- Tatalaksana pemeriksaan Gram secara skematis (Gambar 5.6) sebagai berikut:





Gambar 5.6. Alur Pemeriksaan Differensial/Gram (Gita Pawana, 2012)

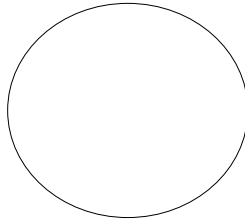
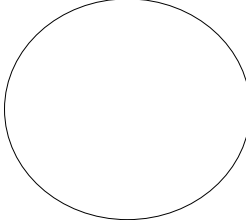
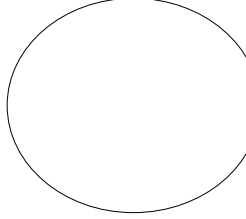
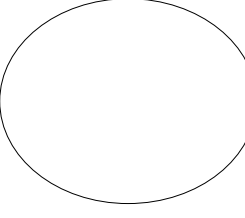
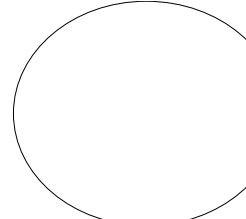
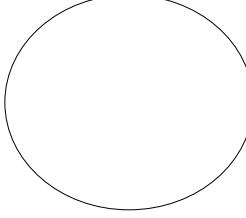
4. Interpretasi Hasil

- bakteri Gram positif akan berwarna **UNGU**.
- bakteri Gram negatif akan berwarna **MERAH** (dapat dilihat pada topik pemeriksaan mikroskopis bakteri dan jamur).

5. Tugas Mahasiswa

- Setiap mahasiswa mengerjakan pewarnaan Gram untuk masing-masing biakan bakteri dan jamur yang telah disediakan.
- Mengamati hasil pewarnaan Gram dengan menggunakan mikroskop lensa obyektif 100x.
- Menggambarkan hasil pewarnaan yang diamati.

6. Lembar Kerja Praktikum Mikrobiologi

		
<i>Streptococcus viridans</i>	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	<i>Staphylococcus epidermidis</i>
Bentuk: Sifat Gram:	Bentuk: Sifat Gram:	Bentuk: Sifat Gram:
		
Escherichia coli	Bacillus subtilis	Candida Albicans
Bentuk: Sifat Gram:	Bentuk: Sifat Gram:	Bentuk: Sifat Gram:

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pengecatan Gram adalah:

Fase yang paling kritis dari tatalaksana di atas adalah tahap dekolorisasi yang mengakibatkan **CV-iodine** lepas dari sel. Pemberian ethanol jangan sampai berlebih dapat menyebabkan **overdecolorization** sehingga sel Gram positif tampak seperti Gram negatif. Namun juga jangan sampai terlalu sedikit dalam penetasan etanol (**underdecolorization**) yang tidak akan melarutkan **CV-iodine** secara sempurna sehingga sel Gram negatif seperti Gram positif.

D. FORMAT UMUM LAPORAN PRAKTIKUM PER UNIT PRAKTIKUM

Nama :
Nim :
Mata Kuliah :
Kode Mata Kuliah :
Modul Ke :

Judul kegiatan Praktikum :

1. Landasan teori (teori yang relevan dengan kegiatan yang dipraktikumkan)
2. Tujuan
3. Bahan dan metode
4. Waktu dan tempat
5. Alat dan bahan
6. Cara kerja (prosedur)
7. Hasil pengamatan dan pembahasan
8. Hasil pengamatan meliputi: cacing dewasa/segmen cacing/larva, sel eksudat seluler, seperti sel darah merah, leukosit, makrofag dan kristal. Trofozoit (hanya pada spesimen yang segar) telur dan kista. Pembahasan termasuk komentar positif/negatif, serta saran untuk pemeriksaan lebih lanjut
9. Kesimpulan
10. Kepustakaan

Lembar kegiatan kerja praktikum

Topik 4

Morfologi Koloni Bakteri dan Jamur

Setelah Anda melakukan pewarnaan terhadap bakteri, selanjutnya Anda akan mengidentifikasi morfologi koloni bakteri dan jamur.

A. MORFOLOGI KOLONI BAKTERI

Sekumpulan sel bakteri pada pembenihan media padat akan tampak sebagai koloni. Berbagai hal yang perlu diperhatikan dalam melihat morfologi koloni bakteri adalah: 1. Ukuran (diameter) 2. Sifat-sifat:

- Ada/tidaknya pigmen
- Menonjol atau rata
- Keruh atau bening
- Suram atau mengkilat
- Permukaan rata (smooth) atau tidak rata (rough)
- Pinggiran rata atau tidak rata
- Menjalar atau tidak
- Berlendir atau tidak

Bakteri yang dibiakkan pada perbenihan media agar darah dapat memperlihatkan ada/tidaknya **zona** (area, daerah) di sekeliling koloni, dan zona yang terbentuk dapat berupa:

1. Zona jernih tidak berwarna disebut **hemolisis tipe beta** (hemolisis).
2. Zona berwarna hijau atau keruh disebut **hemolisis tipe alfa** (hemodigesti).
3. Tidak ada zona disebut **hemolisis tipe gamma** (non hemolisis).

B. MORFOLOGI KOLONI JAMUR

Seperti halnya bakteri, sekumpulan jamur akan membentuk koloni yang dapat digunakan untuk membantu identifikasi. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam mempelajari koloni jamur adalah:

- Warna: permukaan dan dasar koloni.
- Tekstur: halus, licin, menyerupai beludru, dan menyerupai kapas.
- Topografi: flat, folded, rugose, crateiform, celebriform atau verrucose.

Secara umum koloni morfologi jamur terdiri atas:

1. Koloni ragi/khamir/yeast.

- koloni bulat dan cembung, bertekstur halus dan licin menyerupai bakteri.
 - membentuk koloni basah dan berwarna putih kekuningan.
 - Contoh: *Candida*, *Cryptococcus*.
2. Koloni kapang/mold
- membentuk koloni kering dan padat.
 - tekstur menyerupai beludru atau kapas.
 - Contoh: *Aspergillus*, *Trichophyton*, *Epidermophyton*.



a. *Candida albicans* b. Koloni ragi bulat c. Koloni ragi pink

Gambar 5.7. *Candida albicans*, ragi bulat, dan koloni ragi pink (Rahardjo, 2010)

C. PEMBIAKAN, PERTUMBUHAN BAKTERI, DAN JAMUR

1. Pembiakan dan Pertumbuhan Bakteri

Berbagai jenis media pertumbuhan bakteri lazim digunakan untuk tujuan isolasi, transportasi, persemaian, dan diferensiasi. Untuk menunjang pertumbuhan yang optimal, bakteri membutuhkan nutrisi yang amat beragam, sebagian bakteri dapat tumbuh dalam medium yang hanya mengandung zat anorganik, sedangkan bakteri tertentu memerlukan tambahan asam amino, vitamin, dan zat organik lain untuk pertumbuhannya. Media pembiakan bakteri umumnya terdiri atas ekstrak daging, ekstrak ragi, pepton, dan agar.

Berdasarkan konsistensinya, media pembiakan bakteri dapat dibagi menjadi media cair, media padat, dan semi solid. Kaldu nutrisi (pepton dan ekstrak daging) dan agar nutrisi (pepton, ekstrak daging, dan agar) merupakan contoh medium cair dan padat yang sering digunakan. Bakteri komponen dapat ditambahkan ke dalam medium untuk menghasilkan medium dengan sifat tertentu sebagai contoh, penambahan zat warna dapat digunakan untuk indikator aktivitas metabolisme bakteri.

Untuk menumbuhkan bakteri yang memerlukan nutrisi tinggi (**fastidious microorganism**), medium dapat diperkaya dengan menambahkan darah, serum, vitamin, dan komponen lain. Medium tersebut termasuk dalam medium diperkaya, contoh medium tersebut adalah medium agar darah.

Isolasi bakteri menggunakan medium selektif yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri secara selektif, dan medium yang termasuk dalam medium selektif adalah medium **Salmonelle Shigella (SS)**.

Medium lain yang digunakan untuk membedakan beberapa jenis bakteri adalah medium diferensial, medium yang banyak dikembangkan pada saat ini memiliki sifat selektif dan diferensial, contoh medium tersebut adalah medium Agar **Eosin Methylene Blue (EMB)**.

Bila pengambilan spesimen di luar laboratorium, maka untuk mencegah kematian bakteri, spesimen dapat ditanam pada **medium transpor** sebelum dipindahkan pada medium pertumbuhan yang diperlukan. Contoh medium transpor yang sering digunakan di laboratorium antara lain medium **Cary Blair, Amies, dan Stuart**.



Gambar 5.8. Bentuk media pembiakan bakteri (CDC, 1994)

2. Pembiakan Dan Pertumbuhan Jamur

Spesimen untuk pemeriksaan jamur harus diinokulasikan pada medium yang dapat menunjang pertumbuhan optimal. Berbagai macam media dapat digunakan, dapat berupa medium dengan/atau tanpa antibiotika. Penambahan *Chylohexamide* dalam medium diharapkan dapat menghambat pertumbuhan jamur saprofit yang tumbuh cepat sehingga pertumbuhan jamur patogen yang lambat tidak terhalangi. Sedangkan **Chloramfenicol** dan/atau **Gentamisin** dapat menghambat kontaminasi bakteri. Medium kultur jamur yang dianjurkan antara lain:

- a. Sabouraud Dextrose Agar (SDA)
Medium standar yang mengandung **mycological pepton**, gula dekstroza, dan agar.
- b. SDA+*Chylohexamide*+Chloramfenikol (agar mycobiotic atau agar mycosel) Medium selektif untuk jamur Dermatofita dan *Candida albicans*.
- c. Inhibitory Mold Agar (IMA).
Medium ini merupakan medium diperkaya yang mengandung Chloramfenikol, menunjang hampir semua pertumbuhan kapang dan khamir dan menghambat pertumbuhan bakteri.
- d. Brain-Heart Infusion Agar

Medium yang berfungsi sebagai penunjang pertumbuhan jamur dimorfik.

Temperatur optimal untuk pertumbuhan adalah 30°C, tetapi jika inkubator yang diharapkan tidak tersedia, kultur harus diinkubasi pada suhu kamar (25°C) dengan kelembaban yang harus tetap terjaga. Sebagian kultur jaringan diinkubasi selama 4 minggu sebelum dinyatakan negatif. Kultur **yeast** dari tersangka **oral trush** atau **vaginitis** hanya membutuhkan waktu 5 hari, sedangkan kultur dari tersangka jamur dimorfik (25°C dan 37°C) harus diinkubasi 8 minggu sebelum dinyatakan negatif.

Tabel 5.5. Kegunaan berbagai medium untuk pembiakan bakteri dan jamur

Media Agar Padat (1,5-2% Agar)		
No.	Media	Kegunaan
1.	Agar Nutrien	Mengasinkan/mempelajari koloni bakteri
2.	Agar Darah	Membiakkan bakteri yang memerlukan nutrisi tinggi dan melihat adanya reaksi hemolisis
3.	Agar Coklat Thayer Martin	Medium selektif untuk membiakkan <i>Niesseria</i> sp.
4.	Agar Endo	Medium selektif dan differensial untuk membiakkan bakteri enterik
5.	Agar Eosin Mthylene Blue (EMB)	Medium selektif dan differensial untuk membiakkan bakteri enterik
6.	Agar Salmonella Shigella	Medium selektif dan differensial untuk membiakkan <i>Salmonella</i> dan <i>Shigella</i>
7.	Agar Thiosulphate Citrate Bile Sucrose (TCBS)	Medium selektif dan differensial untuk membiakkan <i>Vibrio cholerae</i> dan <i>Vibrio</i> sp. Lainnya
8.	Serum Loeffler	Membiakkan <i>Corynebacterium diphtheriae</i>
9.	Agar Darah Telurit	Medium selektif untuk membiakkan <i>Corynebacterium</i> sp.
10.	Triple Sugar Iron Agar	Melihat kemampuan bakteri dalam meragi gula-gula dan membentuk H ₂ S
11.	Lowenstein Jensen	Membiakkan <i>Mycobacterium</i> sp.
12.	Agar Sabourand	Membiakkan koloni jamur

Media Agar Semisolid (0,5% Agar)		
No.	Media	Kegunaan
1.	Semisolid	Melihat gerak bakteri dan dapat juga digunakan untuk melihat reaksi indol

Media Cair		
No.	Media	Kegunaan

1.	Kaldu	Membiakkan bakteri atau membuat suspensi bakteri
2.	Kaldu Darah	Membiakkan bakteri dan melihat hemolisis bakteri
3.	Air Pepton	Membiakkan bakteri dan membuat suspensi bakteri
4.	Perbenihan Tarozzi	Membiakkan bakteri anaerob
5.	Pembenihan Thioglikolat	Perbenihan transpor dan persemaian untuk bakteri aerob dan anaerob
6.	Perbenihan Empedu	Membiakkan bakteri enterik terutama <i>Salmonella sp.</i>
7.	Gula Air Pepton	Mengetahui kemampuan bakteri dalam memfermentasi gula. Gula yang digunakan: <ol style="list-style-type: none"> 1. Glukosa (tutup tabung berupa kapas berwarna kuning) 2. Laktosa (tutup tabung berupa kapas berwarna ungu) 3. Manitol (tutup tabung berupa kapas hijau) 4. Maltosa (tutup tabung berupa kapas berwarna merah)

Latihan

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Sebutkan koloni morfologi jamur!
- 2) Sebutkan jenis medium pembiakan bakteri menurut konsistensinya dan contohnya!
- 3) Sebutkan bahan media pembiakan bakteri!
- 4) Jelaskan apa kegunaan medium differensial!
- 5) Jelaskan apa medium selektif dan contohnya!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Morfologi jamur terdiri atas
 - koloni ragi yakni koloni bulat dan cembung, bertekstur halus dan licin menyerupai bakteri, membentuk koloni basah, dan berwarna putih kekuningan, contohnya: *Candida*, *Cryptococcus*.
 - Koloni kapang yaitu membentuk koloni kering dan padat, tekstur menyerupai beludru atau kapas, contohnya: *Aspergillus*, *Trichophyton*.
- 2) Berdasarkan konsistensinya, media pembiakan bakteri dapat dibagi menjadi media cair, media padat, dan semi solid. Kaldu nutrisi (pepton dan ekstrak daging) dan agar nutrisi (pepton, ekstrak daging, dan agar) merupakan contoh medium cair dan padat yang sering digunakan.
- 3) Media pembiakan bakteri umumnya terdiri atas ekstrak daging, ekstrak ragi, pepton, dan agar.

- 4) Medium diferensial digunakan untuk membedakan beberapa jenis bakteri, merupakan medium yang banyak dikembangkan pada anak saat ini, memiliki sifat selektif, dan diferensial. Contoh medium tersebut adalah agar Eosin Methylene Blue (EMB).
- 5) Isolasi bakteri menggunakan medium selektif yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri secara selektif. Contoh medium selektif adalah medium Salmonelle Shigella (SS).

Ringkasan

Morfologi jamur terdiri atas koloni ragi yakni koloni bulat dan cembung, bertekstur halus dan licin menyerupai bakteri, membentuk koloni basah, dan berwarna putih kekuningan. Koloni kapang yaitu membentuk koloni kering dan padat, tekstur menyerupai beludru atau kapas.

Untuk menumbuhkan dan mengembangbiakan mikroba diperlukan suatu substrat yang disebut media. Berdasarkan konsistensinya, media pembiakan bakteri dapat dibagi menjadi media cair, media padat, dan semi solid. Kaldu nutrisi (pepton dan ekstrak daging) dan agar nutrisi (pepton, ekstrak daging, dan agar) merupakan contoh medium cair dan padat yang sering digunakan. Media pembiakan bakteri umumnya terdiri atas ekstrak daging, ekstrak ragi, pepton, dan agar. Medium diferensial digunakan untuk membedakan beberapa jenis bakteri, merupakan medium yang banyak dikembangkan pada anak saat ini, memiliki sifat selektif, dan diferensial. Isolasi bakteri menggunakan medium selektif yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri secara selektif.

Tes 4

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat

- 1) Bakteri yang berbentuk bulat yang menyerupai buah anggur adalah
 - A. monococcus
 - B. sarcina
 - C. diplococcus
 - D. staphylococcus
- 2) Suatu organisme yang berwarna merah pada pemeriksaan Gram dan memiliki bentuk oval berpasangan dilaporkan sebagai
 - A. Gram positif basil
 - B. Gram positif kokus
 - C. Gram negatif diplokokus
 - D. Gram negatif vibrio

- 3) Teknik berikut tidak dapat digunakan untuk mengidentifikasi virus
- A. kultur sel
 - B. pewarnaan Gram
 - C. radioimunoassay
 - D. enzim immunoassay
- 4) Berdasarkan wujudnya media terbagi atas, *kecuali*
- A. sintesis
 - B. padat
 - C. cair
 - D. semi padat
- 5) Media yang memungkinkan deteksi berbagai morfologi dan biokimia adalah
- A. karakteristik
 - B. diperkaya
 - C. diferensial
 - D. selektif
- 6) Medium selektif dan differensial untuk membiakkan bakteri enterik adalah
- A. agar Triple Sugar Iron
 - B. agar Eosin Methylene Blue (EMB)
 - C. agar Sabourand
 - D. agar Darah Telurit

PRAKTIKUM

A. PRAKTIKUM MORFOLOGI KOLONI BAKTERI DAN JAMUR

1. Tujuan Praktikum

Setelah menyelesaikan kegiatan praktikum Anda mampu menjelaskan jenis koloni bakteri dan jamur serta mengenal berbagai jenis medium yang digunakan membiakan bakteri dan jamur.

2. Alat Dan Bahan

- Koloni S (smooth) : *Escherichia coli* □ Koloni R (rough) : *Bacillus subtilis* □ Koloni menjalar : *Proteus* sp. □ Koloni beranyaman : *Bacillus mycoides* □ Koloni mukoid/berlendir : *Klebsiella* sp.
- Koloni berpigmen : *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus citreus*, *Staphylococcus aibus*, *Serratia marcescens*, *Chromobacterium violaceum*, dan *Pseudomonas aeruginosa*.
- Koloni *Streptococcus* pada plat agar darah dengan hemolisis tipe alfa, beta dan gamma
- Berbagai jenis koloni jamur

3. Tugas Mahasiswa

Mengamati dan mempelajari berbagai jenis koloni bakteri dan jamur.

4. Lembar kerja Praktikum Mikrobiologi

Hari/tanggal :

Nama :

Kelompok :

Paraf Instruktur

Koloni S	Koloni R	Koloni Menjalar	Koloni Beranyaman	Koloni Berlendir

Koloni Berpigmen

Koloni S	Koloni R	Koloni Menjalar	Koloni Beranyaman	Koloni Berlendir

Koloni khamir
Koloni Kapang

B. PRAKTIKUM PEMBIAKAN, PERTUMBUHAN, DAN JAMUR

1. Tujuan

Setelah menyelesaikan kegiatan praktikum ini Anda mampu menjelaskan berbagai jenis medium yang digunakan untuk membiakan bakteri dan jamur.

2. Tugas mahasiswa

Mengamati serta mempelajari jenis dan kegunaan berbagai media pembiakan yang sering digunakan untuk pertumbuhan bakteri dan jamur dari peragaan berbagai media pembiakan cair, padat, dan semisolid untuk bakteri dan jamur yang sering digunakan di laboratorium.

3. Lembar kerja Praktikum Mikrobiologi

Hari/tanggal :
Nama : Kelompok :
.....

Paraf Instruktur

No.	Tipe Media	Penjelasan
1.	Medium Sederhana	
2.	Medium diperkaya	
3.	Medium selektif	
4.	Medium Differensial	
5.	Medium Transpor	

D. FORMAT UMUM LAPORAN PRAKTIKUM PER UNIT PRAKTIKUM

Nama :
Nim :
Mata Kuliah :
Kode Mata Kuliah :
Modul Ke :
Judul Kegiatan Praktikum :

1. Landasan teori (teori yang relevan dengan kegiatan yang dipraktikkan)
2. Tujuan
3. Bahan dan Metode
4. Waktu dan tempat
5. Alat dan bahan
6. Cara kerja (prosedur)
7. Hasil pengamatan dan pembahasan
8. Pembahasan termasuk komentar positif/negatif serta saran untuk pemeriksaan lebih lanjut.
9. Kesimpulan
10. Kepustakaan

Lembar kegiatan kerja praktikum

Kunci Jawaban Tes

Tes 1

- 1) B
- 2) B
- 3) A
- 4) A
- 5) C
- 6) D
- 7) B
- 8) C
- 9) D

Tes 2

- 1) C
- 2) A
- 3) B
- 4) D
- 5) B

Tes 3

- 1) B
- 2) D
- 3) D
- 4) C
- 5) B
- 6) A
- 7) A
- 8) B
- 9) C
- 10) C

Tes 4

- 1) D

- 2) C
- 3) B
- 4) A
- 5) C

Daftar Pustaka

Centers for Disease Control and Prevention. Laboratory methods for the diagnosis of *Vibrio cholerae*. 1994. Atlanta, Georgia: CDC.

Diane M Kleiger. 2010. *Essential of Medical Assisting*. Second edition, Saunders Elsevier, diakses tanggal 28 Nopember 2015, <http://evolve.elsevier.com/kleiger/>, 2005. *medicalassisting*.

Differences Between Cleaning, Disinfection, and Sterilization, diakses tanggal 27 Nopember 2015 <http://www.ultronicsusa.com/BlogPost/2013/09/26/the-differences-between-cleaning-disinfection-and-sterilization/59>.

Environmental Health & Safety, University Of Colorado Boulder, Revised as of December 4, 2008. <http://ehs.colorado.edu/resources/disinfectants-and-sterilization-methods>.

Gita Pawana (2012). *Petunjuk Praktikum Mikrobiologi*. Jurusan Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Tronojoyo Madura.

Public Health Ontario. 2013. *Best Practices for Cleaning, Disinfection and Sterilization in All Health Care Settings*, 3rd edition Provincial Infectious Diseases Advisory Committee (PIDAC).

Penuntun Praktikum Mikrobiologi Kedokteran. 2012. Departemen Mikrobiologi Klinik FKUIRSCM, Badan Penerbit FKUI, Jakarta.

Petunjuk Praktikum Mikrobiologi Dasar. 2008. Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto.

BAB VI PRAKTIKUM PEMERIKSAAN FESES DAN DARAH

Dr. Padoli, SKp., M.Kes.

PENDAHULUAN

Bab 6 ini berisikan panduan praktikum pemeriksaan feses dan darah, yang pada dasarnya ingin mengajak Anda untuk mendalami teori yang telah diberikan melalui aplikasi, analisis, sintesis, dan evaluasi baik di laboratorium dalam bentuk percobaan atau pengamatan serta melatih keterampilan praktikum di laboratorium.

Pemeriksaan parasitologis merupakan salah satu komponen yang penting dalam membantu menegakkan diagnosis dan menentukan terapi yang tepat untuk berbagai penyakit infeksi yang disebabkan oleh protozoa, cacing, dan jamur. Laboratorium parasitologi tidak dapat bekerja sendiri untuk mendapatkan hasil yang baik dan benar, namun diperlukan kerjasama dan komunikasi yang erat antara dokter, perawat, dan petugas laboratorium, agar pemeriksaan bermanfaat bagi pasien.

Bab ini membahas tentang pemeriksaan feses dan darah terhadap parasit cacing dan protozoa. Setelah melaksanakan praktikum ini diharapkan Anda mampu melakukan pemeriksaan feses dan darah. Secara khusus Anda diharapkan mampu:

1. Melakukan pemeriksaan makroskopis dan mikroskopis feses untuk parasit cacing dan protozoa; dan
2. Menjelaskan prosedur pemeriksaan paparan darah untuk parasit cacing dan protozoa.

Agar memudahkan Anda mempelajari bab ini, maka materi yang akan dibahas dibagi menjadi 4 topik praktikum, yaitu:

1. Pengelolaan dan Pemeriksaan Feses: parasit cacing;
2. Pemeriksaan Feses: parasit protozoa;
3. Pemeriksaan Darah Perifer: cacing; dan 4. Pemeriksaan Darah Perifer: parasit protozoa.

Kegunaan mempelajari bab ini adalah agar Anda sebagai mahasiswa keperawatan mampu menjelaskan berbagai parasit penyebab infeksi, mampu mengelola spesimen pemeriksaan dengan benar, dan mampu berkomunikasi dengan tim kesehatan yang lain, serta melakukan pemeriksaan dasar, seperti: pemeriksaan makroskopis feses, pemeriksaan paparan tipis, pemeriksaan paparan tebal parasit yang menunjang diagnosis dan penatalaksanaan penyakit infeksi.

Selanjutnya Anda akan berhasil dalam mempelajari materi yang tersaji dalam bab 6 ini, bila memperhatikan beberapa saran berikut:

1. Pelajari setiap topik praktikum secara bertahap;
2. Usahakan melakukan praktikum sesuai petunjuk praktikum dengan tertib dan penuh kesungguhan;
3. Kerjakan tes yang disediakan.
4. Anda diwajibkan membuat laporan mengikuti format umum mahasiswa atau sesuai petunjuk instruktur dan dikumpulkan satu minggu setelah praktikum atau sesuai jadwal yang diberikan instruktur.
5. Diskusikan bagian yang sulit Anda pahami dengan instruktur, teman sejawat, atau melalui pencarian dari sumber lain (perpustakaan, internet).
6. Yakinkan bahwa Anda akan dapat menyelesaikan bab ini dengan baik apabila memiliki semangat belajar dan keingintahuan yang tinggi, di samping tetap berdo'a kepada Tuhan Yang Maha Esa, agar senantiasa diberikan keberkahan dan kefahaman dalam belajar.

Selamat Belajar, Semoga Sukses!

Topik 1 Pemeriksaan Feses (Pemeriksaan Parasit Cacing)

Pada bab sebelumnya Anda telah mempelajari tentang cara pemeriksaan feses, dan untuk lebih memantapkan keterampilan, tentunya Anda harus mendemonstrasikan cara pemeriksaan feses tersebut.

A. PENGELOLAAN SPESIMEN FESES

Beberapa hal penting untuk memberikan penjelasan pada pasien tentang cara pengambilan/mendapatkan spesimen feses/tinja yang benar, yaitu:

1. Feses tidak boleh tercampur dengan air kloset (karena dapat mengandung organisme bentuk bebas yang menyerupai parasit manusia) atau urin (karena urin dapat menghancurkan organisme yang bergerak).
2. Bila memungkinkan, dianjurkan pada pasien agar pada saat buang air besar, feses langsung ditampung dalam wadah. Bila tidak, feses ditampung di alas plastik, lalu diambil sebanyak 5 gram atau satu sendok teh dari tinja yang berlendir atau berdarah dan masukkan ke dalam wadah.
3. Tetap dijaga agar spesimen feses tidak cepat mengering.
4. Penampung/sediaan wadah harus bersih, kering, maka seyogyanya menggunakan wadah bermulut lebar dan tertutup (agar tidak mudah tumpah). Untuk setiap pemeriksaan, pasien diberikan salah satu dari penampung berikut:
 - kardus yang berlapis lilin;
 - kaleng yang bertutup;
 - penampung dari bahan plastik yang ringan;
 - botol gelas yang khusus dibuat untuk penampungan spesimen feses, yang dilengkapi sendok yang melekat pada tutupnya.
5. Beri label pada wadah, feses dikirim bersama formulir permintaan pemeriksaan.

Spesimen feses setelah dikumpulkan harus diperiksa sesegera mungkin (dalam waktu 15 menit, maksimum 1 jam setelah pengumpulan). Bila menerima beberapa contoh feses pada waktu bersamaan, dahulukan pemeriksaan feses cair atau feses yang mengandung darah atau berlendir (bisa jadi mengandung amuba yang motil yang cepat mengalami kematian). Spesimen yang paling baik adalah feses segar, dan spesimen feses hendaknya disimpan dalam lingkungan yang hangat karena dalam lingkungan dingin gerak amuboidnya berkurang.

Bila spesimen feces tidak dapat segera diperiksa, spesimen sebaiknya diberi pengawet, dengan tujuan mengawetkan morfologi protozoa dan mencegah berkembangnya telur/larva.

Beberapa larutan pengawet yang umum digunakan adalah:

1. Formalin 5% atau 10%

Biasanya 5% untuk mengawetkan protozoa, 10% untuk telur dan larva cacing. Pemeriksaan spesimen hanya dapat dilakukan melalui sediaan basah saja.

2. Merthiolate-Iodine-Formalin (MIF)

Baik untuk berbagai stadium dan semua jenis sampel. Terutama digunakan di lapangan. Pemeriksaan spesimen biasanya dilakukan melalui sediaan basah.

3. Sodium Acetate-Acetic Acid-Formalin (SAF)

Mirip formalin 10%, digunakan untuk teknik konsentrasi dan sediaan pulas permanen (HE). Bisa digunakan sebagai pengawet tunggal di laboratorium karena telur, larva, cacing, kista, dan trofozoit bisa diawetkan dengan metode ini.

4. Schaudin

Digunakan untuk spesimen feces segar atau sampel dari permukaan mukosa usus, dibuat sediaan hapusan permanen.

5. Polyvinyl Alkohol (PVA)

Biasanya digunakan bersama dengan Schaudinn. Keuntungan: dapat dibuat sediaan hapus dengan pulasan permanen. Sangat dianjurkan untuk pemeriksaan kista dan trofozoit yang akan diperiksa dikemudian hari (jika perlu waktu pengiriman yang lama).

Cara pengawetan feces adalah sebagai berikut:

1. Pembuatan larutan PVA. Tambahkan 10 gram bubuk PVA ke dalam campuran 62,5 ml etil alkohol 95% dengan 125 ml larutan merkuri klorida, dan 10 ml asam cuka glasial, dan 3 ml gliserin. Tanpa diaduk, panaskan secara perlahan sampai suhu mencapai 75°C, baru diaduk sampai homogen.
2. Tuangkan 30 ml PVA ke dalam botol ($\pm \frac{3}{4}$ volume botol).
3. Tambahkan spesimen tinja segar, sehingga botol penuh ($\pm \frac{3}{4}$ volume botol).
4. Hancurkan dan ratakan tinja dengan cara diaduk dengan pengaduk kaca.
5. Diamkan botol yang berisi feces tinja dan larutan PVA minimal selama 30 menit.
6. Pengawetan ini bisa untuk semua parasit, baik cacing maupun protozoa dan bisa dipertahankan dalam jangka waktu yang lama.

B. PEMERIKSAAN MAKROSKOPIS FESES

Pemeriksaan feces makroskopis dilakukan sebelum dilakukan pemeriksaan mikroskopis, dengan memperhatikan konsistensi feces (keras, lunak, cair), warna (kuning, putih, hijau /hitam), dan tanda abnormal (bau feces: amis seperti ikan, atau bau busuk), lendir, darah, nanah,

potongan jaringan, sisa makanan (lemak, serat: sisa obat: zat besi, magnesium/barium), dan cacing. Cacing *Enterobius* (kremitis) dan cacing *Ascaris* (gelang), sering keluar bersama feses dan dapat dikenali dengan mudah jika cacingnya masih bergerak. Demikian pula dengan proglotid (segmen) gravid cacing pita. Namun pada pemeriksaan yang terlambat, proglotid dapat mengering dan melingkar menyerupai cacing gelang. Sehingga untuk mengembalikan ke bentuk semula dapat dibasahi dengan air.

Periksa satu rantai segmen untuk mengamati susunan dari **lateral pore** (lubang kelamin).

Taenia saginata : berselang-seling tidak teratur

Taenia solium : berselang-seling teratur

Hymenolepis nana : pada satu sisi lateral yang sama

Dypilidium caninum : pada dua sisi lateral yang berlawanan pada setiap segmen.

C. PEMERIKSAAN MIKROSKOPIS FESES

Pemeriksaan mikroskopis feses dapat dilakukan melalui tiga cara, yaitu:

1. Cara langsung (cara direk)

Pemeriksaan sediaan basah dengan pengecatan langsung (**direct wet mount**). Pemeriksaan feses mikroskopik cara langsung harus dilakukan sebelum dilakukan pemeriksaan dengan metoda konsentrasi, karena bentukan parasit yang motil tidak akan ditemukan pada sediaan konsentrasi.

2. Cara tidak langsung (indirek, konsentrasi)

Jika jumlah parasit dalam spesimen feses tinja adalah rendah, pemeriksaan preparat basah direk tidak dapat mendeteksi parasit, maka tinja harus dikonsentrasi. Telur, kista, dan larva utuh setelah prosedur konsentrasi, sedangkan trofozoit bisa hancur selama proses. Pemeriksaan parasit dengan cara indirek atau cara konsentrasi ini sering kali disebut teknik memperkaya (**enrichment technique**), karena memungkinkan untuk memeriksa dan mendeteksi lebih banyak parasit dalam sedikit tinja. Terdapat tiga cara yang dilakukan, yaitu: cara apung/**fecal flotation**), cara sedimentasi/cara endap, dan cara biakan.

3. Cara Pengenceran

Cara ini dipakai untuk menghitung jumlah telur cacing yang dikeluarkan bersamaan dengan tinja. Ada kegunaan penghitungan jumlah telur cacing, yaitu menentukan beratnya infeksi dan mengevaluasi hasil pengobatan.

a. Pengecatan langsung (direct wet mount)

Metode ini dipergunakan untuk pemeriksaan secara cepat dan baik untuk infeksi yang berat, tetapi untuk infeksi yang ringan sulit ditemukan bentuk diagnostiknya.

b. *Cara sediaan Tebal Kato*

Sebagai pengganti kaca tutup pada teknik pengecatan langsung, digunakan sepotong selofan. Dengan teknik ini lebih banyak telur cacing dapat diperiksa sebab digunakan lebih banyak spesimen feses. Teknik ini dianjurkan juga untuk pemeriksaan feses secara massal karena lebih sederhana dan murah. Morfologi telur cacing cukup jelas untuk membuat diagnosis.

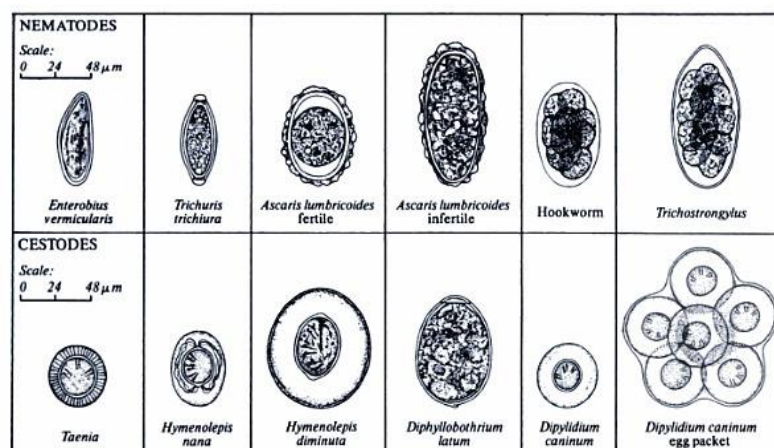
c. *Pemeriksaan Metode Konsentrasi (Cara apung/Flotation Methode)*

Prinsip: feses dicampur dengan larutan jenuh sodium klorida (larutan jenuh garam dapur) dengan berat jenis 1200 gram/cc sehingga telur yang lebih ringan daripada BJ larutan akan terapung di permukaan sehingga mudah dikumpulkan dan kemudian diambil sebagai bahan pemeriksaan. Pemeriksaan ini hanya berhasil untuk telur Nematoda, *Schistosoma*, *Dibothriocephalus*, telur yang berpori dari famili Tainidae, telur *Acanthocephala* ataupun telur *Ascaris* yang infertil dan terutama dipakai untuk pemeriksaan feces yang mengandung sedikit telur. Kerugiannya mengakibatkan larva dari *Schistosoma* sp., *Necator americanus*, *Ancylostoma duodenale*, dan kista protozoa menjadi sangat menciut. Sebaliknya, telur *Opisthorchis* sp. dan *Clonorchis sinensis* berat jenisnya lebih besar dari 1200 gram/cc sehingga mengendap.

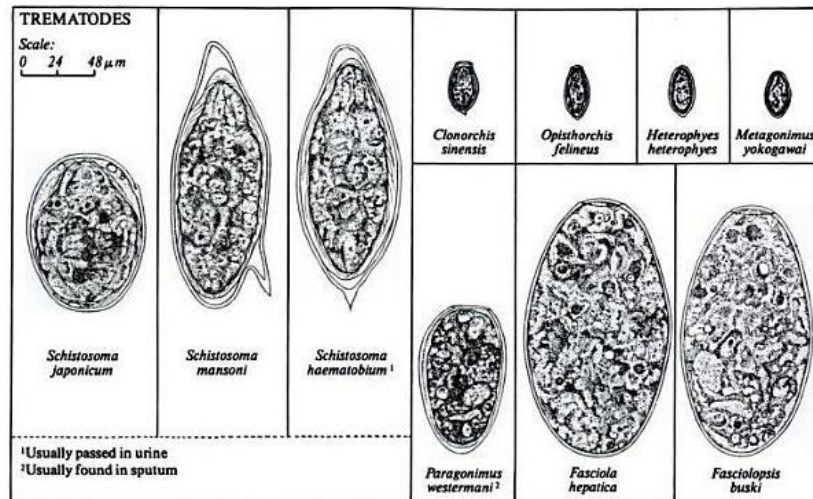
D. PEMERIKSAAN ANAL SWAB

Telur *Enterobius vermicularis* biasanya dikumpulkan pada cekungan kulit di sekitar anus, dan jarang ditemukan pada feses. Pemeriksaan dilakukan pada pagi hari sebelum anak kontak dengan air, anak yang diperiksa berumur 1-10 tahun.

Contoh morfologi telur parasit cacing dapat dilihat pada Gambar 6.1 dan Gambar 6.2 berikut ini.



Gambar 6.1. Rekapitulasi telur Nematoda dan Cestoda usus



Gambar 6.2. Telur Trematoda yang ditemukan dalam spesimen feses

Latihan

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi praktikum di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Jelaskan mengapa feses tidak boleh tercampur dengan air kloset atau urin!
- 2) Jelaskan apa yang harus diperhatikan ketika memeriksa feses secara makroskopis!
- 3) Sebutkan macam pemeriksaan feses secara mikroskopis!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Feses yang bercampur air closet dapat mengandung organisme bentuk bebas yang menyerupai parasit manusia, feses tidak boleh bercampur urin karena urin dapat menghancurkan organisme-organisme yang bergerak.
- 2) Pemeriksaan feses makroskopis meliputi konsistensi (keras, lunak, cair), warna (kuning, putih, hijau/hitam), dan tanda-tanda abnormal (bau tinja, amis seperti ikan atau bau busuk), lendir, darah, nanah, potongan jaringan, sisa makanan (lemak, serat, sisa obat: zat besi, magnesium/barium) dan adanya cacing.
- 3) Pemeriksaan mikroskopis feses tinja dapat dilakukan melalui tiga cara yaitu secara langsung, cara tidak langsung (konsentrasi), dan dengan pengenceran.

Ringkasan

Untuk mendapatkan spesimen feses/tinja yang benar, penting untuk memberikan penjelasan pada pasien tentang cara pengambilan spesimen. Pemeriksaan feses diawali dengan pemeriksaan makroskopis, dan dilanjutkan dengan pemeriksaan mikroskopis. Pemeriksaan mikroskopis dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu pemeriksaan secara langsung dan cara tidak langsung (konsentrasi).

Tes 1

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Larutan berikut digunakan untuk mengawetkan spesimen tinja, kecuali
 - A. merthiolat-iodine-formalin (MIF)
 - B. NaCl 0,9%
 - C. sodium acetat-acetat acid-formalin (SAF)
 - D. polivinil alkohol (PVA)

- 2) Spesimen feses yang tidak dapat diterima untuk pemeriksaan parasitologis adalah
 - A. diambil dari pispot
 - B. terkontaminasi barium atau urin
 - C. spesimen kedua dikumpulkan dua hari setelah spesimen pertama
 - D. lebih dari 24 jam

- 3) Pemeriksaan anal swab biasanya dilakukan pada pasien yang dicurigai terinfeksi cacing
 - A. *Enterobius vermicularis*
 - B. *Brugia malayi*
 - C. *Taenia saginata*
 - D. *Taenia solium*

- 4) Seorang mikrobiologis jika dia menemukan telur, larva, dan kista pada pemeriksaan mikroskop berair yang bersangkutan mampu akan membuktikan infeksi
 - A. bakteri
 - B. virus
 - C. jamur
 - D. parasitik

- 5) Berikut ini tujuan melakukan preparasi basah iodine sebagai bagian pemeriksaan telur dan parasit, kecuali
 - A. pewarnaan bagian struktur internal protozoa untuk mempermudah identifikasi
 - B. mengisolasi trophozoit motil
 - C. mengisolasi larva yang motil
 - D. membuat parasit terlihat lama pada slide

- 6) Berikut ini merupakan ciri mikrofilaria yang perlu diperhatikan pada pemeriksaan mikroskopis, kecuali
 - A. warna filaria

- B. ukuran
- C. sarung
- D. lengkung tubuh

Praktikum

Setelah menyelesaikan Topik Praktikum 1 ini, diharapkan Anda mampu melakukan pemeriksaan makroskopis dan mikroskopis feses untuk parasit cacing.

A. PENGECATAN LANGSUNG (DIRECT WET MOUNT)

1. Alat dan Bahan

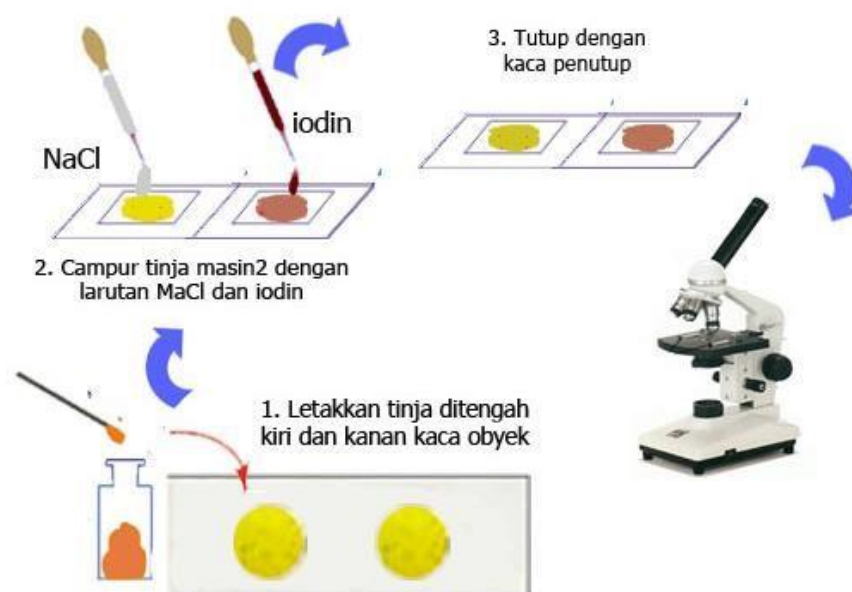
- a. kaca obyek
- b. kaca penutup 20 mm x 20 mm
- c. lidi
- d. pensil untuk pemberian label
- e. larutan NaCl 0,9% (garam faali)
- f. larutan lugol iodin
- g. mikroskop

2. Prosedur Pemeriksaan

Perhatikan Gambar 6.3.

- a. Teteskan 1 tetes larutan garam faali di bagian tengah dari separo bagian kiri kaca obyek, dan 1 tetes larutan lugol iodin di bagian tengah separoh yang kanan.
- b. Ambil sedikit spesimen feses menggunakan lidi.
 - bila tinja berbentuk padat, ambil dari bagian dalam dan bagian permukaan.
 - bila tinja berbentuk cair, ambil dari bagian permukaan cairan atau permukaan berlendir.
- c. Campur spesimen feses dengan larutan garam faali pada kaca obyek sebelah kiri.
- d. Campur spesimen feses dengan larutan iodin pada kaca obyek sebelah kanan.
- e. Tutup masing-masing spesimen dengan kaca penutup (sedapat mungkin hindari timbulnya gelembung udara).
- f. Periksa sediaan di bawah mikroskop

- untuk sediaan dengan larutan garam faali gunakan lensa obyek 10x dan 40x, dimulai dari sebelah pojok kiri atas.
 - untuk sediaan dengan larutan iodine, gunakan lensa obyek 40x.
 - pada pemeriksaan telur yang tidak berwarna, untuk meningkatkan kontras dapat dilakukan dengan pengurangan jumlah sinar dengan mengatur celah kondensor atau merendahkan letak kondensor.
- g. Untuk meyakinkan tidak ada lapang pandang yang terlewat, letakkan kaca obyek pada tepi lapangan pandang dan gerakkan kaca obyek melintasi **microscope stage**, periksa kaca obyek sampai tepi lapang pandang yang lain.



Gambar 6.3. Pengecatan langsung (*Direct wet mount*)

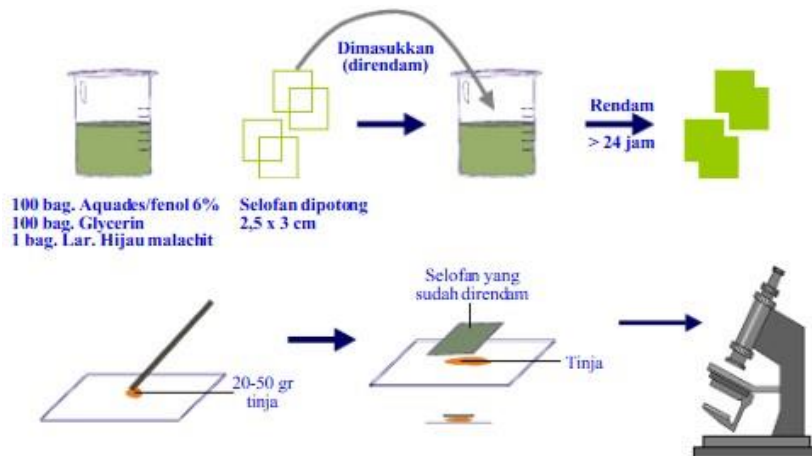
B. CARA SEDIAAN TEBAL KATO

1. Alat dan bahan

- a. kaca obyek
- b. kertas selofan ukuran 26 x 28 mm
- c. larutan untuk membuat selophane, terdiri atas: 100 ml gliserin, 100 ml air, 1 ml larutan malakit dalam air 3%
- d. rendam selofan dalam larutan tersebut di atas sebelum dipakai selama > 24 jam
- e. spesimen feses
- f. mikroskop

2. Prosedur

- Letakkan spesimen feces 20-50 mg (sebesar kacang tanah) di atas kaca obyektif.
- Tutup feces dengan kertas selofan
- Tekan sediaan di antara kertas selofan dan kaca obyektif dengan tutup botol karet supaya tinja menjadi rata sampai menyebar di bawah selofan
- Keringkan larutan yang berlebihan dengan kertas saring
- Diamkan selama ½-1 jam pada suhu kamar
- Periksa sediaan di bawah mikroskop dengan cahaya terang (Gambar 6.4)



Gambar 6.4. Teknik sediaan tebal (metoda Kato)

C. PEMERIKSAAN METODE KONSENTRASI: CARA APUNG (FLOTATION METHODE)

1. Alat dan Bahan

- botol volume 10 ml
- lidi
- kaca penutup
- etanol
- eter
- cawan petri
- larutan jenuh garam dapur (larutan **Willis**)
- Cara pembuatan larutan Willis: campurkan 125 gram sodium klorida dengan 500 ml akuades. Panaskan campuran sampai titik didih dan biarkan dingin. Bila semua garam telah larut, tambahkan 50 gram lagi. Saring dan simpan dalam botol yang tertutup.

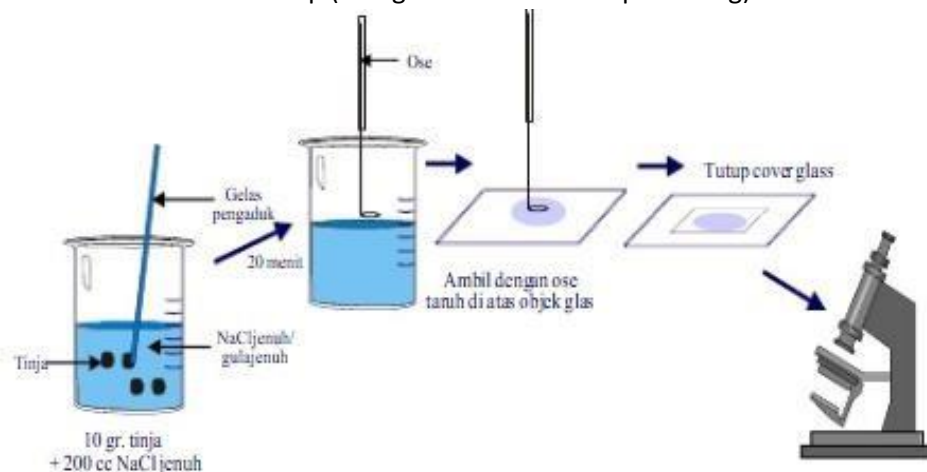
2. Prosedur

- Siapkan kaca penutup bersih bebas dari lemak.
- Buat campuran 10 ml etanol 95% dan 10 ml eter.

- c. Tuangkan campuran tadi ke dalam cawan petri, dan masukkan ke dalamnya 30 kaca penutup satu persatu, kocok dan biarkan selama 10 menit.
- d. Keluarkan kaca penutup satu persatu dan keringkan dengan kain kasa dan simpan pada cawan petri yang kering.
- e. Ambil spesimen tinja sebanyak ± 2 ml dan masukkan ke dalam botol.
- f. Tuangkan larutan jenuh garam dapur ke dalam botol sampai $\frac{1}{4}$ volume botol.
- g. Dengan lidi atau pengaduk, hancurkan feses tinja dan campur dengan rata. Bila terdapat serat selulosa disaring terlebih dahulu dengan penyaring teh

Selanjutnya ada 2 cara:

- Didiamkan selama 5-10 menit, kemudian dengan ose diambil larutan permukaan dan ditaruh di atas kaca objek. Kemudian ditutup dengan kaca penutup/cover glass. Periksa di bawah mikroskop (Gambar 6.5)
- Tuangkan lagi larutan jenuh garam dapur sampai batas permukaan botol/tabung, letakkan atau tutupkan kaca obyek, sehingga menutupi botol. Pastikan bahwa kaca penutup kontak dengan cairan dan tidak ada gelembung udara, biarkan selama 10 menit. Angkat kaca penutup, setetes cairan akan menempel. Tempatkan kaca penutup di atas kaca obyek dan segera periksa di bawah mikroskop (menghindari sediaan cepat kering).



Gambar 6.5. Metode apung tanpa disentrifugasi

D. PEMERIKSAAN ANAL SWAB

1. Alat dan bahan

- a. mikroskop
- b. kaca obyek
- c. lidi kapas
- d. tabung reaksi
- e. pipet pasteur

2. Prosedur

- Usapkan lidi kapas pada daerah sekitar anus.
- Celupkan lidi kapas ke dalam tabung yang berisi 5 ml larutan sodium klorida.
- Cuci kapas lidi dalam larutan di tabung.
- Isap larutan dengan pipet pasteur dan pindahkan ke kaca penutup dan tutup kaca penutup.
- Periksa sediaan di bawah mikroskop dengan memakai lensa obyektif 10 x dan dengan mengurangi celah kondensor.
- Contoh gambar telur parasit cacing dapat dilihat pada Gambar 6.1 dan 6.2.

E. LEMBAR KERJA PRAKTIKUM PARASITOLOGI

Kegiatan 1. Pemeriksaan Tinja (Parasit Cacing)

Hari/tanggal :

Nama :

Kelompok :

Paraf Instruktur

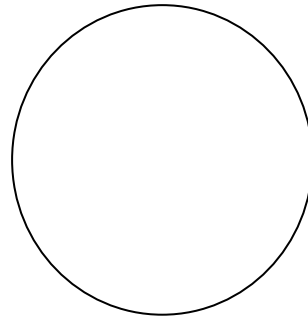
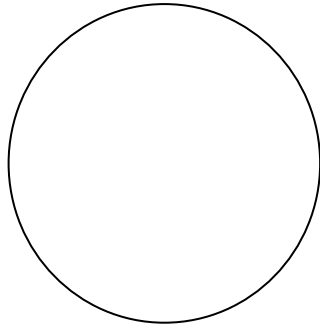
Kegiatan2. Pemeriksaan tinja Makroskopis

.....

Kegiatan 3. Mikroskopis

Telur Cacing	Metode						Jumlah
	Sediaan basah (Direct wet mount)			Tebal Kato	Apung	Anal swab	
	Eosin	NaCl 0,9%	Lugol				
<i>Ancylostoma duodenale</i>							
<i>Necator americanus</i>							
<i>Strongyloides stercoralis</i>							
<i>Trichuris trichiura</i>							
<i>Ascaris sp.</i>							
<i>Enterobius vermicularis</i>							

Kegiatan 4. Gambarkan telur atau larva cacing yang nampak pada preparat feses (lengkap dengan keterangan gambar)



Kegiatan 5. Kesimpulan

.....
.....

F. FORMATA UMUM LAPORAN PRAKTIKUM PER UNIT PRAKTIKUM

Nama : Nim :

Mata Kuliah :

Kode Mata Kuliah :

Modul Ke :

Judul Kegiatan Praktikum :

1. Landasan teori (teori yang relevan dengan kegiatan yang dipraktikkan)
2. Tujuan
3. Bahan dan Metode
4. Waktu dan Tempat
5. Alat dan Bahan
6. Cara Kerja (prosedur)
7. Hasil pengamatan dan pembahasan

Hasil pengamatan meliputi cacing dewasa/segmen cacing/larva, selular eksudat seperti sel darah merah, leukosit, makrofag dan kristal, trofozoit (hanya pada spesimen segar), telur dan kista. Pembahasan termasuk komentar positif/negatif serta saran untuk pemeriksaan lebih lanjut.

8. Kesimpulan
9. Kepustakaan

Topik 2 Pemeriksaan Feses (Pemeriksaan Parasit Protozoa)

Pada praktikum sebelumnya Anda telah melakukan praktikum tentang pemeriksaan feses pada cacing, nah sekarang Anda akan melaksanakan praktikum tentang pemeriksaan feses pada protozoa.

A. PEMERIKSAAN FESES MAKROSKOPIS

Pemeriksaan feses makroskopis dilakukan sebelum dilakukan pemeriksaan mikroskopis, dengan memperhatikan konsistensi (keras, lunak, cair), warna (kuning, putih, hijau/hitam), dan tanda abnormal (bau tinja: amis atau bau busuk), lendir, darah, nanah, potongan jaringan, sisa makanan (lemak, serat-serat, sisa obat: zat besi, magnesium/barium).

Ciri feses yang mengandung amoeba: bersifat asam dengan bau yang busuk (**foul smelling**), lendir (**mucus**) lebih sedikit daripada disentri basiler, dan tidak begitu lengket. Darah mungkin didapat bersamaan dengan tinja yang padat. Pada beberapa kasus terdapat pengusapan mukosa usus.

B. PEMERIKSAAN MIKROSKOPIS

Pemeriksaan mikroskopis dapat dilakukan secara langsung (**direct wet mount**) maupun dengan cara konsentrasi.

1. Pemeriksaan Langsung: Trofozoit

Metode ini dipergunakan untuk melakukan pemeriksaan secara cepat. Bentuk trofozoit dari amoeba dipergunakan larutan eosin 2%, sedangkan untuk inti dan bentuk kista amoeba dengan larutan lugol 2% (larutan iodium + 3% larutan iodkali) (lihat Gambar 6.6). Kista dapat ditemukan pada tinja padat atau setengah padat (Gambar 6.7).

2. Cara Konsentrasi: Cara Apung Zinc Sulfat

Jika jumlah parasit dalam spesimen feses rendah, pemeriksaan preparat basah direk tidak dapat diterapkan, maka feses harus dikonsentrasi. Kista dan larva utuh setelah prosedur konsentrasi, bisa hancur selama proses.

Prinsip. Spesimen feses dicampur dengan larutan $ZnSO_4$ (zinc sulfat, larutan dengan berat jenis tinggi), sehingga parasit dengan berat jenis yang lebih rendah akan mengapung dipermukaan.

Latihan

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi praktikum di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Sebutkan ciri spesimen feses yang berasal dari penderita amoebiasis!
- 2) Jelaskan prinsip pemeriksaan feses dengan menggunakan cara apung zinc sulfat!

Petunjuk Jawaban Latihan

Anda dapat membandingkan jawaban dengan petunjuk jawaban latihan berikut ini.

- 1) Ciri dari spesimen feses yang berasal dari penderita amoebiasis: bersifat asam, bau yang busuk (foul smelling), lendir (mucus) lebih sedikit dari pada disentri basiler, dan tidak begitu lengket.
- 2) Tinja dicampur dengan larutan $ZnSO_4$ (zinc sulfat, larutan dengan berat jenis tinggi), parasit dengan berat jenis yang lebih ringan akan mengapung di permukaan.

Ringkasan

Pemeriksaan feses makroskopis dilakukan sebelum dilakukan pemeriksaan mikroskopis, meliputi: konsistensi dan tanda abnormal, lendir, darah, nanah, potongan jaringan, dan adanya sisa makanan. Spesimen feses yang berasal dari penderita amoebiasis menunjukkan sifat asam dengan bau yang busuk, lendir yang lebih sedikit dari disentri

basiler, dan tidak begitu lengket. Pemeriksaan mikroskopis protozoa dilakukan secara langsung maupun dengan cara konsentrasi.

Tes 1

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Pemeriksaan morfologi pseudo hifa atau spora *Clamidia* merupakan cara mendeteksi
 - A. bakteri
 - B. jamur
 - C. parasit
 - D. cacing

- 2) *Entamoeba histolytica* secara primer menginvasi
 - A. hati
 - B. usus besar
 - C. usus kecil
 - D. kantung empedu

- 3) Larutan berikut sering digunakan untuk pengenceran atau pewarnaan spesimen feses, kecuali
 - A. NaCl
 - B. lugol
 - C. iodin
 - D. methanol absolut

- 4) Untuk mengetahui bentuk trophozoit amoeba, pada pengecatan feses pasien secara langsung ditambahkan larutan
 - A. iodin kali 2%
 - B. eosin 2%
 - C. NaCl 0,9%
 - D. alkohol 95%

Praktikum

Tujuan Praktikum

Setelah menyelesaikan topik praktikum 2, diharapkan Anda mampu menjelaskan prosedur pemeriksaan makroskopis dan mikroskopis protozoa pada spesimen feses.

A. PEMERIKSAAN LANGSUNG: TROPOZOIT

1. Alat dan Bahan

- a. Mikroskop
- b. Kaca obyek
- c. Lidi kapas
- d. Larutan eosin 2%,
- e. Larutan lugol (2% larutan iodium + 3% larutan iodkali)

2. Prosedur Pemeriksaan

- a. Lihat Gambar 6.6).
- b. Gunakan kaca obyek yang hangat.
- c. Pindahan spesimen tinja yang berupa lendir atau darah ke kaca obyek
- d. Pada tinja cair perlu dikocok secara hati-hati dan baik sebelum dilakukan pemeriksaan, karena amuba cenderung melekat pada dinding wadah penampung (plastik). e. Catatan:
 - Bila mungkin hindarkan penambahan larutan salin, karena dapat mematikan amuba.
 - Penambahan eosin. Penambahan eosin (20g/l) dalam larutan garam faali, latar belakang akan berwarna merah muda, sedangkan amuba tidak bercat, sehingga deteksi amuba yang bergerak akan lebih mudah.
- f. Tutup dengan kaca penutup dan tekan hati-hati dengan memakai kain atau kertas tisu, agar didapatkan sediaan yang tipis.

- g. Periksa di bawah mikroskop dengan lensa obyektif 10 kali dengan kondensor iris ditutup secukupnya sehingga didapat kontras yang baik. Cari bentukan kecil, tidak teratur, dan terang (gerak amuboid tidak terlihat dengan pembesaran kecil).
- h. Periksa di bawah mikroskop dengan lensa obyektif 40x untuk identifikasi amuba.
 - Cari gerak amuboid yang khas. Amuba akan terlihat gerakan maju satu arah dengan mendorong keluar sitolasmanya (pseudopodia).
 - Cari sel darah merah di dalam sitoplasmanya, yang tampak pucat abu-abu kekuningan.



Gambar 6.6. Pengecatan langsung (Direct wet mount)

1. Hasil Pengamatan

- a. Ditemukannya sel darah merah menunjukkan amuba adalah *Entamoeba histolytica*.
- b. Pada sediaan segar tanpa pengecatan, inti amuba sukar dilihat.
- c. Terkadang spesies amuba nonpatogen dapat ditemukan dalam tinja.
- d. Pada sediaan yang tidak dicat, amuba non patogen dapat dibedakan dari *Entamoeba histolytica* dengan tidak ditemukannya sel darah merah di dalam sitoplasmanya.

B. PEMERIKSAAN KISTA

2. Alat dan Bahan

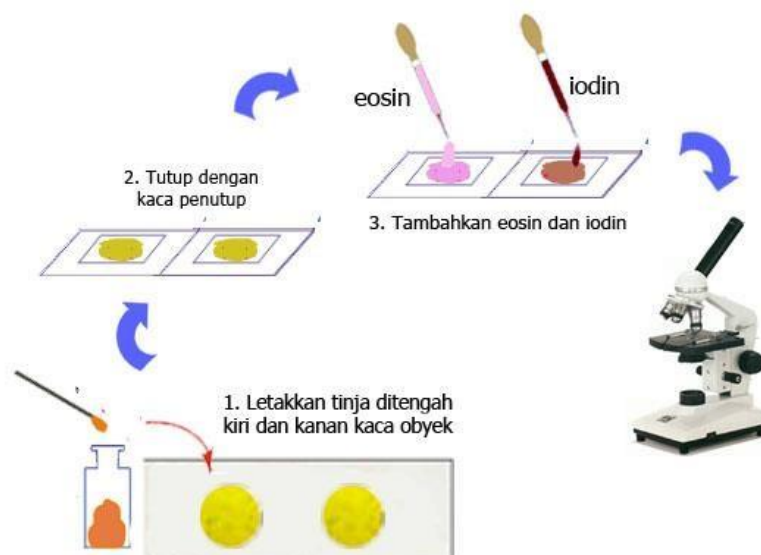
- a. mikroskop
- b. kaca obyekt
- c. lidi kapas
- d. larutan eosin 2%,
- e. larutan lugol (2% larutan iodium + 3% larutan iodkali)

2. Prosedur Cara langsung

- Teteskan 1 tetes larutan PZ atau eosin di bagian tengah dari separo bagian kiri kaca obyek dan 1 tetes larutan lugol iodine di bagian tengah separo yang kanan.
- Iodin lugol terlalu kuat untuk pengecatan protozoa, sehingga sebelum dipakai harus diencerkan terlebih dahulu menjadi 1:5 dengan larutan garam faali.
- Ambil sedikit spesimen dan campur spesimen tinja dengan larutan garam faali pada kaca obyek sebelah kiri.
- Ambil spesimen dan campur dengan larutan iodine pada kaca obyek sebelah kanan.
- Tutup masing-masing spesimen dan kaca penutup (sedapat mungkin hindari timbulnya gelembung udara).
- Periksa sediaan di bawah mikroskop lensa obyektif 10x dengan penutup iris kondensor secukupnya, sehingga didapatkan kontras yang baik.
- Periksa sediaan di bawah mikroskop lensa obyektif 40x, pusatkan perhatian untuk mencari kista yang mengandung badan kromatid berbentuk batang dengan ujungnya yang tumpul, terutama terdapat pada kista yang muda.

Hasil Interpretasi

- Akan terlihat kista kecil bulat berukuran 10-15 μm . Dengan larutan garam faali (PZ), kista tampak sebagai bulatan transparan, membias jernih dengan latar belakang berwarna abu-abu.
- Kista dengan badan kromatid berbentuk batang dengan ujung tumpul, pada sediaan PZ (larutan garam faali) atau Eosin, dan tidak tampak pada sediaan iodine. Beberapa kista mempunyai banyak benda kromatid. Inti pada *Entamoeba histolytica* jumlahnya tidak lebih dari empat.



Gambar 6.7. Pengecatan langsung (*direct wet mount*)

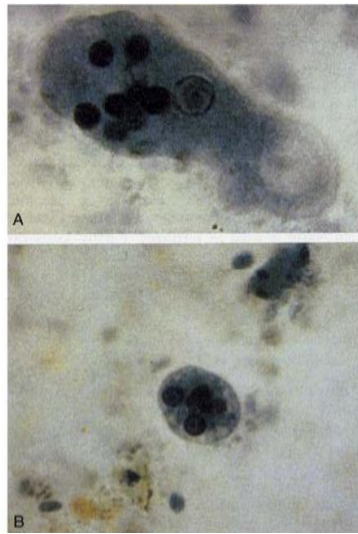
C. CARA KONSENTRASI: CARA APUNG MENGGUNAKAN ZINC SULFAT

1. Alat dan Bahan

- a. Botol atau tabung yang berkapasitas 15 ml
- b. Lidi
- c. Kaca penutup
- d. Ethanol
- e. Ether
- f. Cawan petri
- g. Larutan ZnSO_4 33%w/v (331gram $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ /l) berat jenis 1.180-1.200)

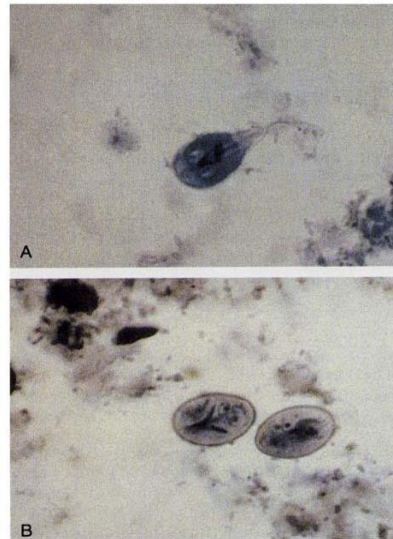
2. Prosedur pemeriksaan

- a. Siapkan kaca penutup bersih bebas dari lemak.
- b. Buat campuran 10 ml etanol 95% dan 10 ml eter.
- c. Tuangkan campuran tadi ke dalam cawan petri, dan masukkan ke dalamnya 30 kaca penutup satu persatu, kocok, dan biarkan selama 10 menit.
- d. Keluarkan kaca penutup satu persatu dan keringkan dengan kain kasa dan simpan pada cawan petri yang kering.
- e. Ambil spesimen tinja sebanyak ± 2 ml dan masukkan ke dalam botol.
- f. Tuangkan larutan jenuh garam dapur ke dalam botol sampai $\frac{1}{4}$ volume botol.
- g. Dengan lidi atau pengaduk, hancurkan tinja dan campur dengan rata.
- h. Tuangkan lagi larutan jenuh garam dapur sampai batas permukaan botol.
- i. Ambil dengan lidi bagian kasar yang mengapung pada permukaan.
- j. Tempatkan kaca penutup, sehingga menutupi botol. Pastikan bahwa kaca penutup kontak dengan cairan dan tidak ada gelembung udara, biarkan selama 30-45 menit.
- k. Angkat kaca penutup, setetes cairan akan menempel.
- l. Tempatkan kaca penutup di atas kaca obyek dan segera periksa di bawah mikroskop (menghindari sediaan cepat kering). Tutup kondensor iris secukupnya, supaya didapat kontras yang baik.
- m. Teteskan iodine di bawah gelas penutup dan periksa secara mikroskopis dengan obyek 40x untuk identifikasi kista (Gambar 6.7).



A. Trophozoit A. Trophozoit

B. Kista *Entamoeba histolytica*



B. Kista *Giardia lamblia*

Gambar 6.7. Trophozoit dan kista *Entamoeba histolytica* dan *Giardia lamblia*

D. TUGAS PRAKTIKUM MAHASIWA

1. Setiap kelompok mahasiswa melakukan pemeriksaan makroskopis feses dan menyiapkan sediaan feses untuk pemeriksaan mikroskopis langsung, cara pengapungan, dan pemeriksaan anal swab.
2. Melihat parasit protozoa dengan menggunakan mikroskop pada pembesaran lensa obyektif 100x (+ minyak emersi)
3. Menggambar morfologi parasit protozoa yang ditemukan.

E. LEMBAR KERJA PRAKTIKUM PARASITOLOGI

Pemeriksaan Tinja (Parasit Protozoa)

Hari/tanggal :

Nama :

Kelompok :

Paraf Instruktur

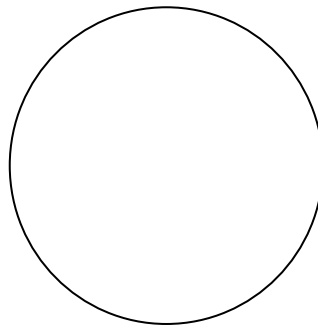
a. Makroskopis:

.....

b. Mikroskopis

Jenis	Penemuan Trophozoit			Penemuan Kista		
	Ada	Tidak Ada	Jumlah/Lapang Pandang	Ada	Tidak Ada	Jumlah/Lapang Pandang
<i>Entamoeba histolytica</i>						
<i>Balantidium coli</i>						
<i>Giardia lamblia</i>						
<i>Isospora belli</i>						
<i>Entamoeba coli</i>						

- c. Gambarkan morfologi parasit protozoa yang ditemukan pada preparat feses (trophozoit atau kista).



- d. Kesimpulan

.....

F. FORMAT UMUM LAPORAN PRAKTIKUM PER UNIT PRAKTIKUM

Nama : Nim :

Mata Kuliah :

Kode Mata Kuliah :

Modul Ke :

Judul Kegiatan Praktikum :

1. Landasan teori (teori yang relevan dengan kegiatan praktikum)
2. Tujuan
3. Bahan dan Metode
 - a. waktu dan tempat
 - b. alat dan bahan
 - c. cara kerja (prosedur)

4. Hasil Pengamatan dan Pembahasan

Hasil pengamatan meliputi cacing dewasa/segmen cacing/larva, selular eksudat seperti sel darah merah, leukosit, makrofag dan kristal. Trofozoit (hanya pada specimen segar), telur, dan kista. Pembahasan termasuk komentar positif/negatif serta saran untuk pemeriksaan lebih lanjut.

5. Kesimpulan

6. Kepustakaan

Lembar kegiatan kerja praktikum

Topik 3 Pemeriksaan Darah (Parasit Cacing Filaria)

Pada praktikum sebelumnya Anda telah melaksanakan praktikum tentang pemeriksaan feses, untuk kegiatan praktikum selanjutnya adalah tentang pemeriksaan darah parasit cacing *Filaria*.

A. KONSEP PEMERIKSAAN DARAH (PARASIT CACING FILARIA)

Organisme protozoa dapat berada dalam aliran darah, baik secara terus menerus, (persisten), intermitten, atau transien. Adanya mikroorganisme dalam darah dapat menyebabkan dampak yang serius. Mikroorganisme yang dapat bersirkulasi dalam darah dapat dikelompokkan menjadi 4 yaitu, bakteri, virus, jamur, dan parasit. Namun dalam kegiatan praktikum ini hanya akan dibahas mengenai infeksi protozoa dan cacing melalui pemeriksaan darah kapiler. Pemeriksaan parasit dapat dilakukan secara langsung maupun dengan pewarnaan. Pemeriksaan parasit cacing filaria *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi*, dan *Brugia timori* yang dilakukan pada malam hari (antara pukul 22.00 dan 04.00 wib) merupakan contoh pemeriksaan langsung.

Pewarnaan Giemsa (**Giemsa Stain**) adalah teknik pewarnaan untuk pemeriksaan mikroskopis yang namanya diambil dari seorang peneliti malaria yaitu Gustav Giemsa. Pewarnaan ini digunakan untuk pemeriksaan sitogenetik dan untuk diagnosis histopatologis parasit malaria

dan parasit lainnya. Prinsip dari pewarnaan Giemsa adalah presipitasi hitam yang terbentuk dari penambahan larutan metilen biru dan eosin yang dilarutkan di dalam metanol. Pewarnaan Giemsa digunakan untuk membedakan inti sel dan morfologi sitoplasma dari sel darah merah, sel darah putih, trombosit, dan parasit yang ada di dalam darah. Pewarnaan Giemsa adalah teknik pewarnaan yang paling bagus digunakan untuk identifikasi parasit yang ada di dalam darah (**blood-borne parasite**).

B. INTERPRETASI HASIL

Ciri penting mikrofilaria antara lain:

1. Ukuran

Ukurannya anjang (bandingkan dengan lapang pandang), tebal = 1 sel atau $\frac{1}{2}$ sel darah putih.

2. Sarung (sheath)

Sarung akan tercatat merah pink dengan Giemsa atau tetap tidak berwarna, tergantung spesies.

3. Lengkungan tubuh

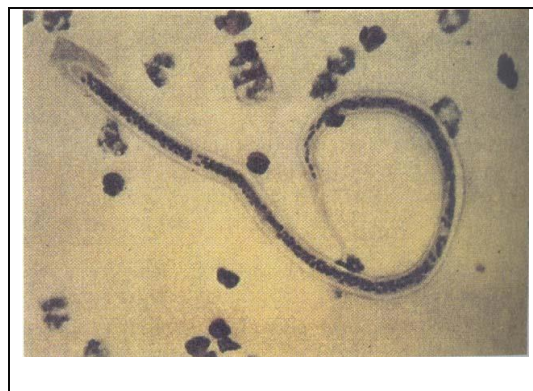
Ada lengkungan besar, lengkungan kecil tapi banyak.

4. Ekor dan intinya

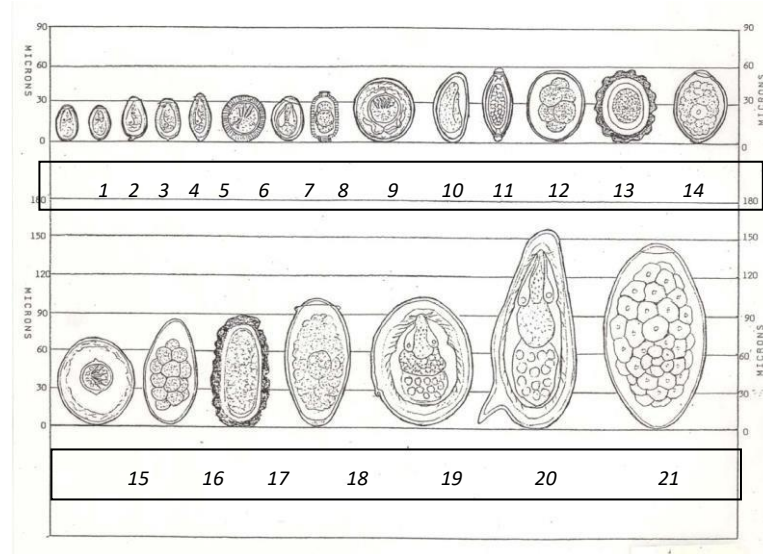
Inti meluas ke ujung ekor atau kadang tidak, ekor runcing, tumpul atau melengkung seperti kait.

5. Inti di tubuhnya

Dengan Giemsa akan berwarna ungu, terpisah jelas atau tumpang tindih (Gambar 6.8 dan 6.9).



Gambar 6.8. *Microfilaria W. bancrofti* (pada tetes tebal darah)



Gambar 6.9. Diagram telur cacing dengan rerata ukuran, panjang atau diameter μm

Tabel 6.5 Nama dan Panjang Telur Cacing

No	Nama	Panjang (μm)
1	<i>Metagonimus yokogawai</i>	26
2	<i>Heterophyes heterophyes</i>	28
3	<i>Clonorchis sinensis</i>	31
4	<i>Opisthorchis viverrini</i>	28
5	<i>Opisthorchis filenius</i>	30
6	<i>Taenia spp.</i>	35
7	<i>Dicrocoelium dendriticum</i>	40
8	<i>Capillaria philippinensis</i>	40
9	<i>Hymenolepis nana</i>	45
10	<i>Enterobius vermicularis</i>	57
11	<i>Trichuris trichiura</i>	60
12	<i>Hookworm spp.</i>	63
13	<i>Ascaris lumbricoides (fert)</i>	57
14	<i>Diphyllobothrium latum</i>	65
15	<i>Hymenolepis diminuta</i>	75

16	<i>Trichostrongylus sp.</i>	85
17	<i>Ascaris lumbricoides (unfert)</i>	91
18	<i>Paragonimus westermani</i>	97
19	<i>Schistosoma japonicum</i>	89
20	<i>Schistosoma mansoni</i>	145
21	<i>Fasciola hepatica</i>	140

Latihan

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi praktikum di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Jelaskan kegunaan pewarnaan Giemsa!
- 2) Sebutkan ciri penting mikrofilaria pada pemeriksaan dengan pewarnaan Giemsa!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Pewarnaan Giemsa digunakan untuk membedakan inti sel dan morfologi sitoplasma dari sel darah merah, sel darah putih, trombosit dan parasit yang ada di dalam darah, serta warna sarung (sheat).
- 2) Ciri penting mikrofilaria adalah ukuran lebar dibanding sel leukosit, warna sarung, lengkungan tubuh besar, ekor runcing atau tumpul dan inti tubuhnya berwarna ungu

Ringkasan

Pewarnaan Giemsa digunakan untuk membedakan inti sel dan morfologi sitoplasma dari sel darah merah, sel darah putih, trombosit dan parasit yang ada di dalam darah, serta warna sarung (sheat). Ciri penting mikrofilaria adalah ukuran lebar dibanding sel leukosit, warna sarung, lengkungan tubuh besar, ekor runcing atau tumpul dan inti tubuhnya berwarna ungu.

Tes 3

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat!

- 1) Pemeriksaan morfologi pseudo hifa atau spora *Clamidia* digunakan untuk mendeteksi
 - A. bakteri
 - B. virus
 - C. jamur
 - D. cacing

- 2) Berikut ini tujuan melakukan preparasi basah iodine sebagai bagian pemeriksaan telur dan parasit, *kecuali*
- A. mengisolasi trophozoit motil
 - B. mengisolasi larva yang motil
 - C. membuat parasit terlihat lama pada kaca obyek
 - D. mempermudah melihat morfologi parasit
- 3) Berikut ini merupakan ciri mikrofilaria yang perlu diperhatikan pada pemeriksaan mikroskopis, *kecuali*
- A. warna filaria
 - B. ukuran
 - C. lengkung tubuh
 - D. ekor dan intinya
- 4) Orang yang terinfeksi malaria melalui transfusi darah dalam tubuhnya tidak memiliki A. trophozoit
- B. schizont
 - C. gametosit
 - D. oosit
- 5) *Entamoeba histolytica* secara primer menginvasi
- A. hati
 - B. usus besar
 - C. usus kecil
 - D. paru
- 6) Larutan berikut sering digunakan untuk pengenceran atau pewarnaan spesimen feses/tinja, *kecuali*
- A. NaCl
 - B. oodin
 - C. metilen blue
 - D. methanol absolut
- 7) Untuk mengetahui bentuk trophozoit amoeba, pada pengecatan feses pasien secara langsung ditambahkan larutan
- A. iodine 2%
 - B. eosin 2%
 - C. NaCl 0,9%
 - D. lugol

- 8) Letak pengambilan darah pada bayi untuk sediaan hapusan adalah
- ujung jari tengah
 - vena basilika
 - tumit
 - vena mediana kubiti
- 9) Ciri penting mikrofilaria pada pemeriksaan Giemsa yang benar, intinya berwarna
- merah
 - biru
 - ungu
 - transparan

Praktikum

A. TUJUAN

Setelah menyelesaikan praktikum 3 ini, diharapkan Anda mampu menjelaskan prosedur pemeriksaan darah paparan untuk parasit cacing *Filaria*.

B. PEMERIKSAAN DARAH (PARASIT CACING FILARIA)

1. Pemeriksaan Darah Paparan Segar

Pemeriksaan parasit *Wuchereria bancrofti* dan *Brugia malayi/Brugia timori* dimulai dengan pengambilan spesimen darah tepi yang dilakukan pada malam hari (antara pukul 22.00 dan 04.00 wib), dan dalam keadaan istirahat total.

a. Alat dan bahan paparan darah segar

- Lancet
- Kapas
- Alkohol

- 4) Kaca obyek
- 5) Kaca penutup
- 6) Larutan sodium klorida (garam faali)
- 7) Mikroskop

b. *Prosedur*

- 1) Desinfeksi jari yang akan ditusuk, dengan alkohol 70%. Pilih jari ke 3 atau ke 4 tangan kiri. Setelah kering tusuk dengan lanset (pada bayi di bawah 6 bulan, daerah penusukan dapat dilakukan pada tumit atau ibu jari).
- 2) Tetesan darah pertama kali yang keluar langsung tempelkan pada bagian tengah kaca obyek.
- 3) Tambahkan 1 tetes larutan sodium klorida
- 4) Campur darah dan larutan sodium klorida, dengan memakai bagian sudut kaca penutup.
- 5) Periksa preparat di bawah mikroskop secara sistematis memakai lensa obyektif 10x dengan mengurangi celah kondensor (Gambar 6.9).

c. *Interpretasi hasil preparat*

Adanya mikrofilaria, pertama kali ditandai dengan adanya pergerakan cepat diantara sel darah merah. Dari paparan segar ini mungkin dapat diketahui spesies dan patogenitasnya.

Patogen:

Tebal = 6-8 μm (= diameter sel darah merah), panjang 250-300 μm (setengah lapangan pandang) \longrightarrow *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi*, *Loa-loa*

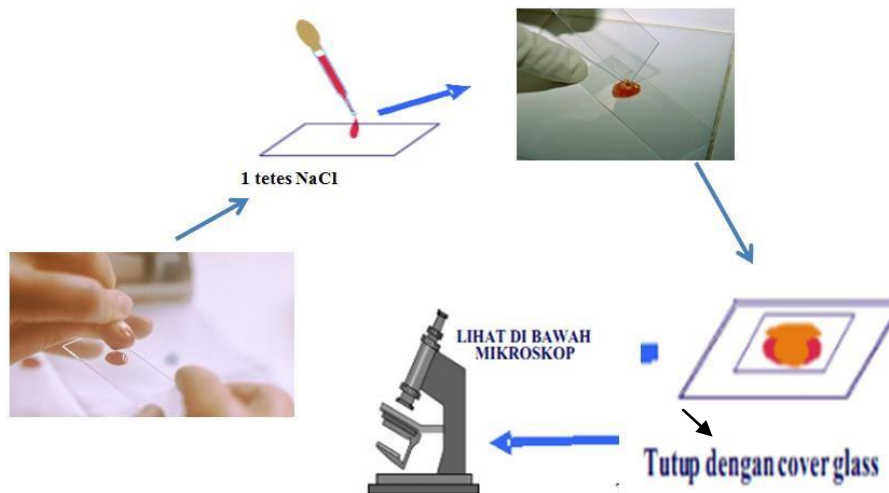
Patogen Meragukan:

Tebal = 4 μm (= diameter setengah sel darah merah), panjang 150 μm (seperempat lapangan

Gambar 6.9. Sediaan darah segar

2. Pemeriksaan Paparan Tebal

pandang) → *D. perstant*, *M. ozzandi*.

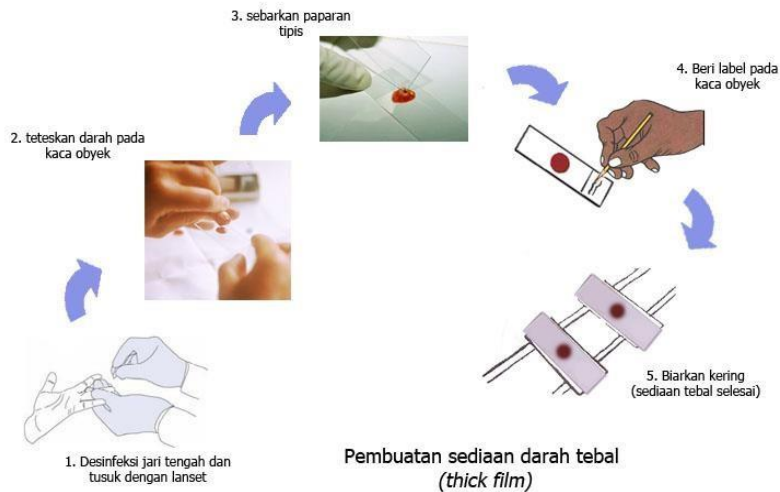


a. Alat dan bahan

- 1) Lanset
- 2) Kapas
- 3) Alkohol 70%
- 4) Kaca obyek
- 5) Mikroskop

b. Prosedur

- 1) Desinfeksi jari yang akan ditusuk, dengan alkohol 70%. Pilih jari ke 3 atau ke 4 tangan kiri. Setelah kering tusuk dengan lanset (pada bayi di bawah 6 bulan, daerah penusukan dapat dilakukan pada tumit atau ibu jari).
- 2) Teteskan darah pertama kali yang keluar 1 tetes atau lebih pada bagian tengah kaca obyek.
- 3) Sebarkan darah memakai bagian sudut kaca obyek yang lain.
- 4) Untuk menilai ketebalan paparan, paparan tebal yang benar masih memungkinkan jarum arloji terlihat samar di bawah hapusan.
- 5) Tambahkan 1 tetes larutan sodium klorida.
- 6) Beri label dan biarkan kering di udara terbuka atau dapat pula memakai kipas angin listrik (selain mempercepat pengeringan sekaligus mengusir lalat). Hindarkan dari lalat (Gambar 6.10)



Gambar 6.10. Cara pembuatan sediaan darah paparan/tebal

3. Pengecatan Giemsa

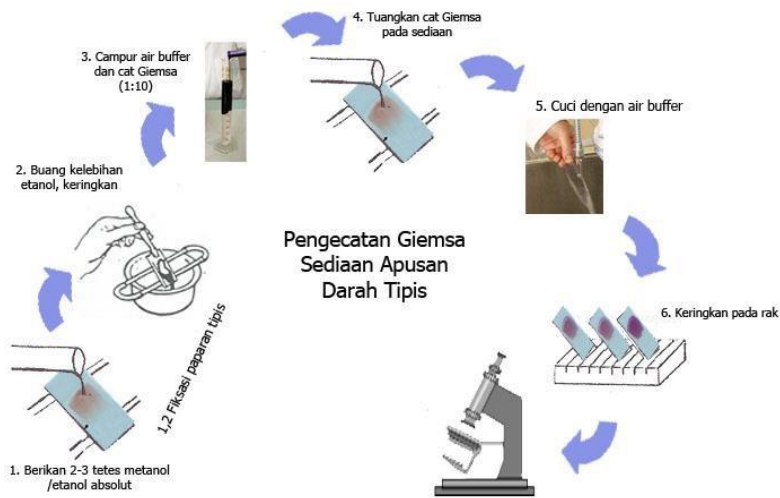
a. Alat dan bahan

- 1) Bak pengecatan
- 2) Pipet tetes
- 3) Gelas beker
- 4) Silinder 10 ml
- 5) Cat Giemsa

b. Prosedur

- 1) Untuk kaca obyektif dengan paparan tebal terlebih dahulu dilakukan proses hemolisa.
- 2) Tempatkan kaca obyektif secara vertikal pada bak pengecatan yang berisi air bersih (bila tidak ada bak pengecatan dapat dipakai gelas beker).
- 3) Biarkan selama 10 menit (haemoglobin secara bertahap akan bergerak ke dasar).
- 4) Keluarkan kaca obyektif dan letakkan dalam posisi vertikal.
- 5) Buat cat Giemsa dengan pengenceran 1:10. Misal 18 ml air buffer dicampur dengan 2 ml cat Giemsa, ini cukup dipakai untuk pengecatan 4 sediaan. Campur dengan baik menggunakan pengaduk gelas.
- 6) Letakkan kaca obyektif menyilang batang pipa kaca. Tuangkan cat Giemsa yang telah diencerkan/disiapkan, sehingga mencukupi seluruh permukaan sediaan. Biarkan selama 30 menit.
- 7) Cuci dengan air buffer. Jangan membuang catnya, baru kemudian dicuci, sebab ini akan meninggalkan endapan cat di atas hapusan.
- 8) Tempatkan kaca obyektif pada rak untuk mengeringkan. Pengeringan dengan meletakkan di antara kertas saring tidak dianjurkan.
- 9) Setelah kering, periksa sediaan di bawah mikroskop secara sistematis memakai lensa obyektif 10x, pertahankan keadaan ini.

- 10) Periksa mikrofilaria dengan lensa obyektif 100x dengan minyak emersi (Gambar 6.11).



Gambar 6.11. Cara pengecatan Giemsa sediaan hapusan darah tepi (paparan tipis)

C. TUGAS PRAKTIKUM MAHASISWA

1. Setiap kelompok mahasiswa menyiapkan sediaan darah perifer untuk pemeriksaan paparan tipis, paparan tebal, dan paparan dengan pengecatan Giemsa.
2. Melihat parasit cacing dengan menggunakan mikroskop pada perbesaran lensa obyektif 100x.
3. Menggambar apa yang dilihat.

D. LEMBAR KERJA PRAKTIKUM PARASITOLOGI

Pemeriksaan darah (Parasit Cacing *Filaria*)

Hari/tanggal :

Nama :

Kelompok :

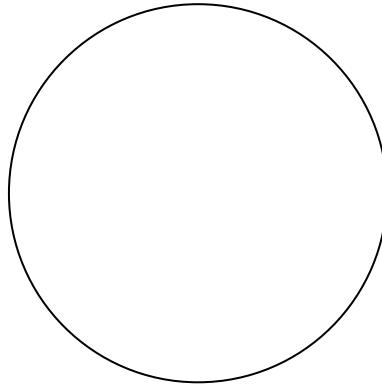
Paraf Instruktur

Hasil Pengamatan

1. Tuliskan hasil pengamatan sediaan tipis, sediaan tebal dan pengecatan Giemsa

Ciri Cacing	Ketebalan	Panjang	Lengkung Tubuh	Ekor dan Inti	Inti dalam Tubuh	Warna Sheat
<i>W. bancrofti</i>	..... μm	..... μm				
<i>Brugia malayi</i>						
<i>Brugia timori</i>						

2. Gambar morfologi parasit cacing (mikrofilaria) yang ditemukan pada preparat darah perifer.



3. Kesimpulan

.....

.....

.....

.....

Topik 4 Pemeriksaan Darah (Parasit Protozoa Plasmodium Penyebab Malaria)

Pada praktikum sebelumnya Anda telah melaksanakan praktikum tentang pemeriksaan darah parasit cacing *Filaria*, untuk kegiatan praktikum selanjutnya tentang pemeriksaan darah parasit protozoa *Plasmodium* penyebab malaria.

KONSEP PEMERIKSAAN DARAH MALARIA

Pemeriksaan mikroskop hapusan darah (**A peripheral blood smear/peripheral blood film**) masih menjadi **gold standard** (baku emas, standar terbaik) untuk diagnosis malaria di laboratorium. Sediaan untuk pemeriksaan malaria sebaiknya dibuat saat pasien demam untuk meningkatkan kemungkinan ditemukannya parasit. Sampel darah harus diambil sebelum obat anti malaria diberikan agar parasit bisa ditemukan jika pasien memang mengidap malaria. Darah yang digunakan untuk membuat preparat diambil dari ujung jari manis untuk pasien dewasa, sedangkan pada bayi bisa diambil dari jempol kaki. Sebelum dilakukan pengambilan darah, dilakukan prosedur aseptik pada ujung jari pasien. Dengan menggunakan lanset steril ujung jari pasien ditusuk, kemudian sampel diambil dengan kaca obyektif. Ada 2 bentuk sediaan yang digunakan untuk pemeriksaan mikroskopik, yakni paparan darah tebal dan paparan darah tipis. Hapusan darah tebal untuk deteksi parasit malaria dilakukan pada dugaan parasitemia rendah.

Prinsip pemeriksaan sediaan ini adalah dengan meneteskan darah lalu dipaparkan di atas kaca objek, kemudian dilakukan pengecatan (biasanya Giemsa, Wright) dan diperiksa di bawah mikroskop. Preparat tebal selalu digunakan untuk mencari parasit malaria. Preparat ini terdiri atas banyak lapisan sel darah merah dan sel darah putih. Saat pewarnaan, hemoglobin di dalam sel darah merah larut (dehemoglobinisasi), sehingga spesimen darah dalam jumlah besar dapat diperiksa dengan cepat dan mudah. Parasit malaria, jika ada, lebih terkonsentrasi daripada di paparan tipis dan lebih mudah dilihat dan diidentifikasi. Pemeriksaan hapusan darah secara mikroskopis memberikan informasi tentang ada tidaknya parasit malaria, menentukan stadium dan spesies *Plasmodium*, serta kepadatan parasitemia. Pemeriksaan ini dapat menghabiskan waktu sekitar 20-60 menit. Kualitas hapusan mempengaruhi hasil pemeriksaan.

Latihan

Untuk memperdalam pemahaman Anda mengenai materi praktikum di atas, kerjakanlah latihan berikut!

- 1) Sebutkan bentuk sediaan untuk pemeriksaan darah mikroskopik untuk mendeteksi parasit!
- 2) Jelaskan prinsip pemeriksaan paparan darah!

Petunjuk Jawaban Latihan

- 1) Bentuk sediaan yang digunakan untuk pemeriksaan mikroskopis paparan darah tebal dan paparan darah tipis.
- 2) Prinsip pemeriksaan sediaan paparan darah ini adalah dengan meneteskan darah lalu dipaparkan di atas kaca obyek, kemudian dilakukan pengecatan (biasanya Giemsa, Wright) dan diperiksa secara mikroskopis.

Ringkasan

Pemeriksaan hapusan darah dengan mikroskop memberikan informasi tentang ada tidaknya parasit malaria, menentukan spesiesnya, stadium *Plasmodium*, dan kepadatan parasitemia. Ada 2 bentuk sediaan yang digunakan untuk pemeriksaan mikroskopis, yakni paparan darah tebal dan paparan darah tipis. Paparan darah tebal untuk deteksi parasit malaria dilakukan bila diduga parasitemia rendah.

Tes 4

- 1) Interpretasi sediaan apusan darah untuk mikrofilaria positif *W. bancrofti* adalah
 - A. gerakan lambat diantara eritrosit
 - B. gerakan cepat diantara leuosit
 - C. panjang setengah lapang pandang
 - D. gerakan lambat diantara leukosit
- 2) Hasil pemeriksaan sediaan darah berikut menunjukkan positif terinfeksi malaria, *kecuali*
 - A. ditemukan bentuk trophozoit
 - B. ditemukan beberapa gametosit
 - C. tampak leukosit normal
 - D. tidak tampak parasit
- 3) Pada pemeriksaan sediaan apusan darah tipis pasien dugaan malaria, Anda menemukan gametosit berbentuk pisang, kemungkinan pasien terinfeksi
 - A. *Plasmodium vivax*
 - B. *Plasmodium malariae*
 - C. *Plasmodium ovale*
 - D. *Plasmodium falciparum*
- 4) Pada pengamatan sediaan apusan darah tipis lain, Anda menemukan skizon bentuk besar, dengan jumlah rerata merozoit 16, maka kemungkinan pasien terinfeksi
 - A. *Plasmodium vivax*
 - B. *Plasmodium malariae*
 - C. *Plasmodium ovale*

- D. *Plasmodium falciparum*
- 5) Waktu pengambilan spesimen darah yang tepat untuk pemeriksaan *W. bancrofti* adalah
- A. malam hari (pkl 22.00)
 - B. sore hari
 - C. pagi di atas jam 08.00
 - D. petang

PRAKTIKUM

A. TUJUAN

Setelah menyelesaikan praktikum 4, diharapkan Anda mampu menjelaskan prosedur pemeriksaan darah pada parasit malaria.

B. SEDIAAN PAPARAN DARAH TIPIS (THIN FILM)

1. Pembuatan Sediaan paparan darah tipis (*thin film*)

a. Alat dan bahan

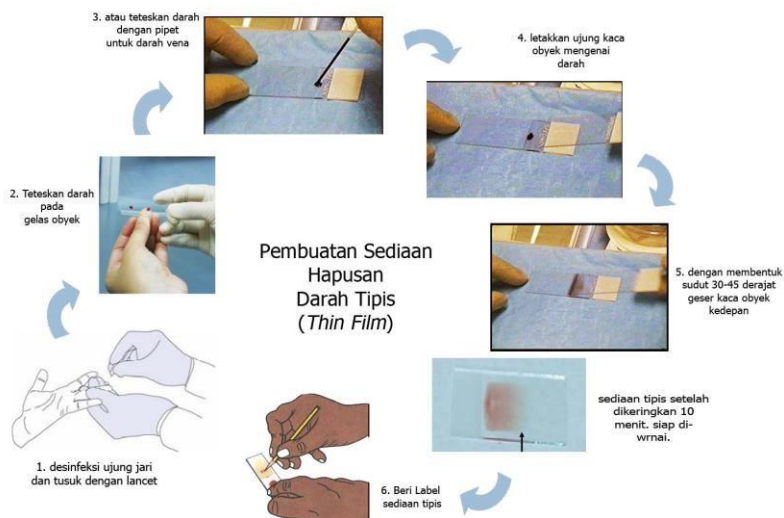
- 1) Pipet plastik

- 2) Alat pemapar darah (spreader glass) kaca obyekt yang dibagi empat
- 3) Cetakan/patrunc. Cetakan ini diletakkan di bawah kaca obyekt, dipakai untuk menentukan banyak darah yang diperlukan dan pada daerah mana darah harus disebar untuk membuat paparan tipis.
- 4) Mikroskop
- 5) Minyak emersi
- 6) Xylol

b. Prosedur

Yang digunakan untuk pembuatan sediaan paparan apusan darah tepi adalah teknik slide dorong (push slide) yang pertama kali diperkenalkan oleh **Maxwell Wintrobe** dan menjadi metoda standar untuk pembuatan sediaan paparan darah tepi. Prosedurnya sebagai berikut:

- 1) Tempatkan kaca obyekt yang benar-benar bersih dan tidak ada goresan, di atas cetakan.
- 2) Bersihkan bagian jari atau tungkai (pada bayi) dengan memakai alkohol swab atau kapas yang dibasahi alkohol 70%, biarkan kering.
- 3) Dengan lanset steril, tusuk jari atau tungkai.
- 4) Tekan yang baik agar didapatkan tetesan darah yang besar.
- 5) Kumpulkan darah pada pipet plastik atau alat lain yang sesuai.
- 6) Simpan darah untuk mengisi lingkaran besar dari paparan tebal dan lingkaran kecil untuk paparan tipis.
- 7) Segera sebar paparan tipis memakai pemapar yang tepinya halus dan rata.
- 8) Beri label pada kaca obyekt (nama pasien dan register), dengan memakai pensil kaca warna hitam.
- 9) Biarkan kering, dengan meletakkan kaca obyekt pada posisi horisontal dan pada tempat yang aman. Tidak dianjurkan menyimpan sediaan lebih dari 4 hari sebelum pengecatan (Gambar 6.12).



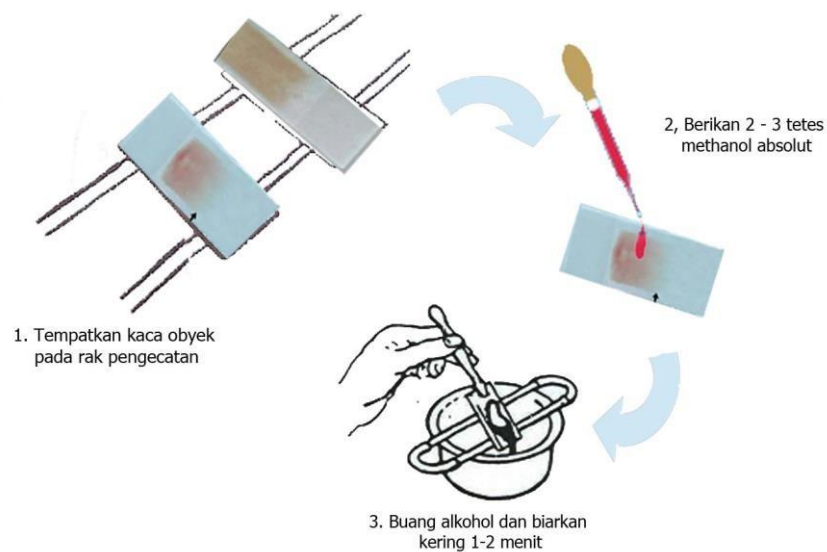
Gambar 6.12. Cara pembuatan paparan darah tipis (*thin film*)

2. Fiksasi paparan Tipis

Sebelum dilakukan pengecatan, lakukan fiksasi hapusan darah dengan methanol.

Prosedur:

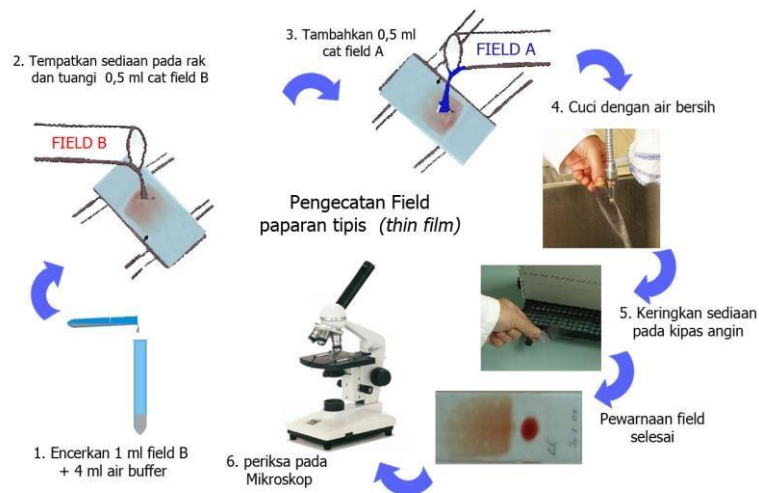
- Tempatkan kaca obyek secara horisontal pada rak pengecatan atau **level bench**.
- Berikan 2 atau 3 tetes methanol absolut atau ethanol absolut atau ethanol menutupi paparan tipis, harus sangat hati-hati agar tidak mengenai paparan tebal.
- Biarkan paparan terfiksasi selama 1-2 menit. Buang alkohol dan biarkan kering (Gambar 6.13).



Gambar 6.13. Fiksasi Paparan Tipis

3. Pengecatan Field hapusan tipis

- Encerkan cat field B 1:5 (1 ml field B + 4 ml air buffer).
- Tempatkan sediaan pada rak pengecatan, dan tuangi dengan $\pm 0,5$ ml cat field B yang sudah diencerkan.
- Tambahkan segera cat field A dengan jumlah yang sama dengan cat field B, campur dan biarkan selama 1 menit.
- Cuci dengan air bersih, hapus dan bersihkan bagian bawah kaca obyek, selanjutnya letakkan pada rak pengeringan (Gambar 6.14).



Gambar 6.14. Pewarnaan Field pada paparan tipis

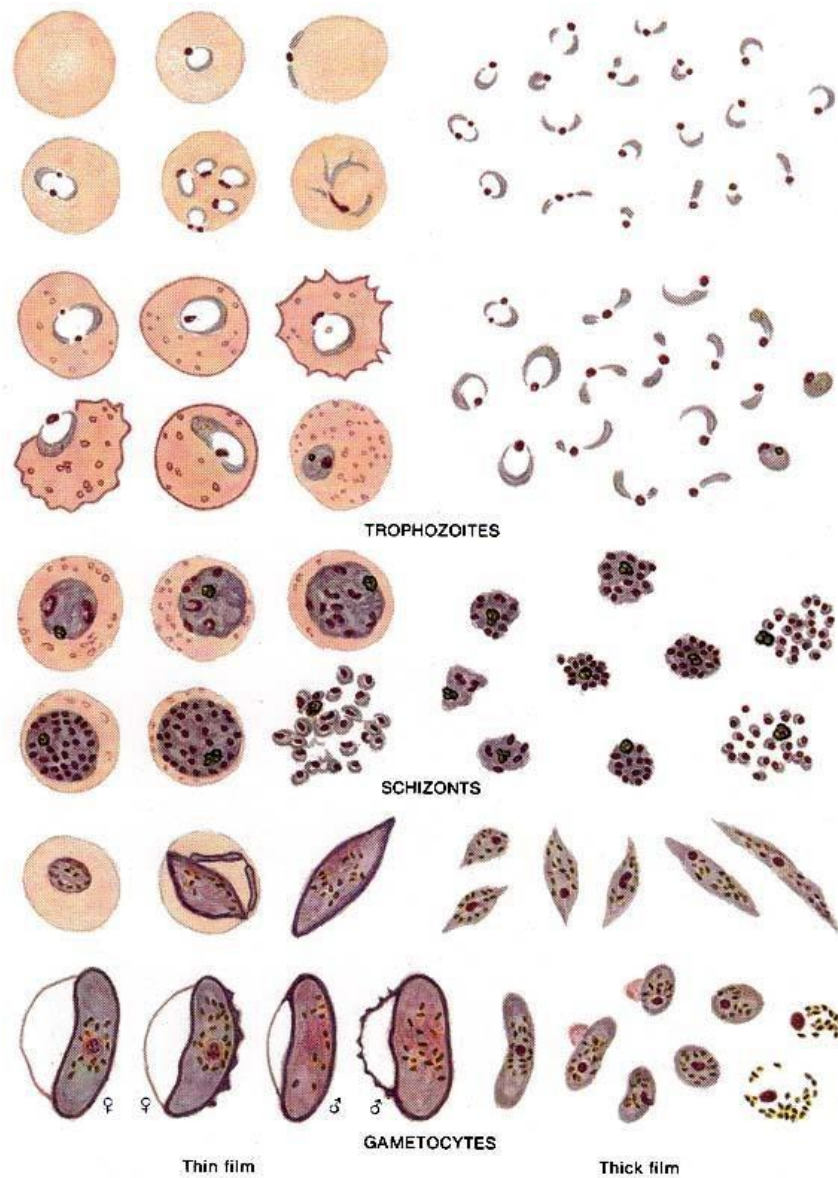
4. Pembacaan sediaan

- Ambil sediaan paparan tipis yang sudah diwarnai dan letakkan di meja obyek/*microscope stage*, teteskan 1 tetes minyak emersi di atas sediaan.
- Periksa dengan lensa obyektif 40x dan okuler 10x, selanjutnya ganti dengan pembesaran. Carilah gambaran parasit yang mempunyai inti dan sitoplasma jelas (merah dan biru). Untuk stadium yang lebih tua dapat dibantu dengan adanya pigmen yang berwarna coklat muda atau tua bahkan kehitam-hitaman. Bila *Plasmodium* sudah diketahui, maka langkah selanjutnya memperkirakan kemungkinan adanya *Plasmodium* jenis lain (infeksi campuran).
- Lakukan pemeriksaan secara zig-zag, yaitu dari satu sisi ke sisi lain, kemudian kembali ke sisi semula dan seterusnya.

5. Intepretasi hasil:

Hasil pemeriksaan parasit malaria positif ditandai:

- Ditemukan sel darah merah tetap atau perubahan warna maupun bentuk.
- Ditemukan sel darah merah berisi bintik-bintik kemerahan (**Schuffner' dot**).
- Ditemukan parasit dengan inti dan sitoplasma jelas (merah dan biru). Untuk stadium yang lebih tua dapat dibantu dengan adanya pigmen yang berwarna coklat muda atau tua bahkan kehitam-hitaman.
- Ditemukan bentuk trophozoit dan beberapa gametosit.
- Hasil negatif → tidak ditemukan parasit



Gambar 6.15. Tampilan *Plasmodium falciparum* pada paparan tipis (*thin film*) dan paparan tebal (*thick film*)

Tabel 6.1. Perbandingan sel darah merah terinfeksi pada paparan tipis

Ciri Eritrosit	<i>Plasmodium falciparum</i>	<i>Plasmodium malaria</i>	<i>Plasmodium vivax</i>	<i>Plasmodium ovale</i>
Ukuran trophozoit dibandingkan diameter eritrosit	$\frac{1}{5} - \frac{1}{3}$ diameter eritrosit	$\frac{1}{4} - \frac{2}{3}$ diameter, tetapi biasanya nampak bentuk sabuk (band)	$\frac{1}{4} - \frac{2}{3}$ diameter eritrosit	$\frac{1}{4} - \frac{2}{3}$ diameter eritrosit

Gambaran eritrosit terinfeksi	Tetap tak berubah	Tetap tak berubah atau menjadi lebih kecil dan kadangkala berwarna lebih gelap	Membesar dan berwarna pucat	Membesar, oval dengan ujungnya bergerigi
Dots pada eritrosit terinfeksi	Biasanya tidak ada. Pada beberapa sel yang terinfeksi trophozoit tua, bisa nampak butiran besar kemerahan disebut Maurer clefts.	Tidak ada	Kecil kemerahan Schuffer dots	Selalu nampak James dots besar
Stadium yang ditemukan	Trophozoit atau gametosit atau keduanya bersamasama. Beberapa trophozoit dapat ditemukan dalam 1 sel	Semua stadium ditemukan pada 1 sediaan darah yang sama	Semua stadium ditemukan pada 1 sediaan darah yang sama	Semua stadium ditemukan pada 1 sediaan darah yang sama

C. SEDIAAN PAPARAN DARAH TEBAL (THICK FILM)

1. Cara pembuatan sediaan paparan darah tebal (*thick film*)

a. Alat dan bahan:

- 1) Pipet plastik
- 2) Kaca pemapar darah (spreader glass), kaca obyektif yang dibagi empat.
- 3) Cetakan/patrone. Cetakan ini diletakkan di bawah kaca obyektif, dipakai untuk menentukan banyak darah yang diperlukan dan pada daerah mana darah harus disebarkan untuk membuat paparan tebal.
- 4) Mikroskop
- 5) Minyak emersi
- 6) xylol

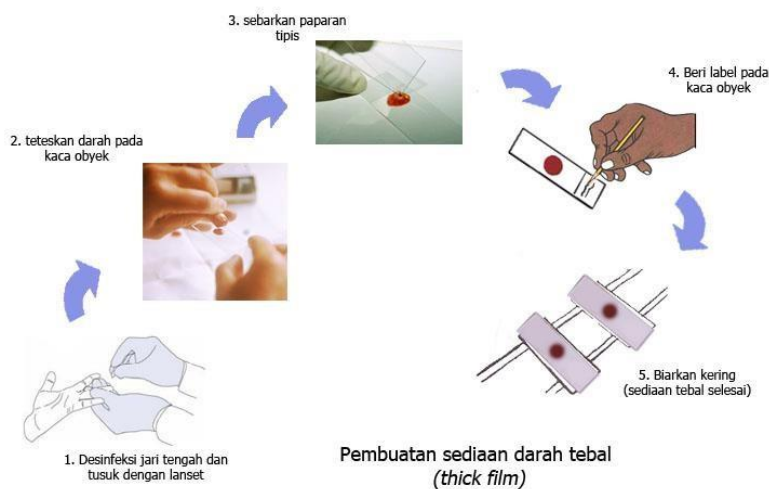
c. Prosedur:

- 1) Perhatikan Gambar 6.16.
- 2) Tempatkan kaca obyektif yang benar-benar bersih dan tidak ada goresan, di atas cetakan.
- 3) Bersihkan bagian jari atau tungkai (pada bayi) dengan memakai alkohol swab atau kapas yang dibasahi alkohol 70%, biarkan kering.
- 4) Dengan lanset steril, tusuk jari atau tungkai.
- 5) Tekan yang baik agar didapatkan tetesan darah yang besar.
- 6) Kumpulkan darah pada pipet plastik atau alat lain yang sesuai.
- 7) Letakkan darah untuk mengisi lingkaran besar dari paparan tebal.
- 8) Segera sebarkan darah memakai pemapar yang tepinya halus dan rata.

- 9) Beri label pada kaca obyek (nama pasien dan register), dengan memakai pensil kaca warna hitam.
- 10) Biarkan kering, dengan meletakkan kaca obyek pada posisi horisontal dan pada tempat yang aman. Tidak dianjurkan menyimpan sediaan lebih dari 4 hari sebelum pengecatan.

c. *Hemolisa paparan tebal*

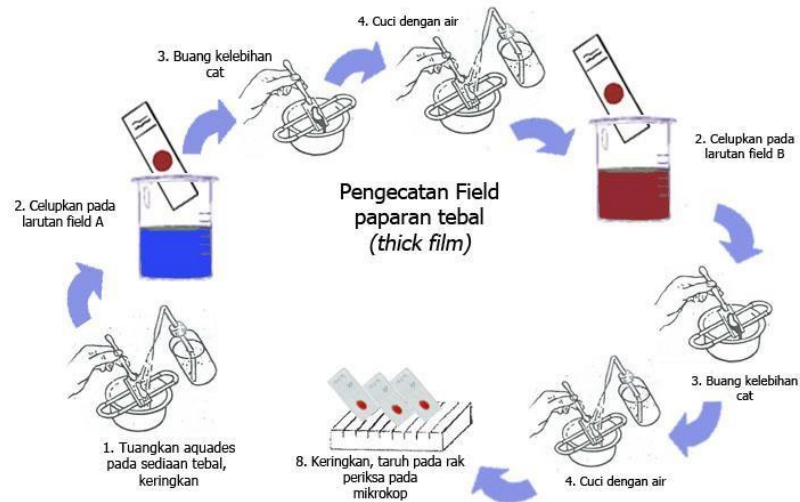
- 1) Letakkan kaca obyek di atas rak dengan tetesan darah terletak di sebelah atas.
- 2) Tuangkan akuades dan tunggu sampai berwarna pucat (darah terhemolisa) dan buang sisa akuades.
- 3) Keringkan pada udara terbuka (hindarkan paparan tebal dari alkohol).



Gambar 6.16. Pembuatan sediaan apusan darah tebal (thick film)

d. *Pengecatan Field pada paparan tebal* 1) Perhatikan Gambar 6.17.

- 2) Pegang kaca obyek paparan tebal yang sudah kering menghadap ke bawah.
- 3) Celup ke dalam field A selama 5 menit.
- 4) Alirkan kelebihan cat dengan cara menempelkan bagian pojok kaca obyek pada dinding tempat cat.
- 5) Cuci di dalam air bersih selama 5 detik, lakukan dengan hati-hati.
- 6) Alirkan kelebihan air.
- 7) Celup ke dalam cat field B selama 3 detik.
- 8) Alirkan kelebihan cat. 9) Cuci dalam air bersih.
- 10) Hapus dan bersihkan bagian bawah kaca obyek, letakkan pada rak pengeringan.



Gambar 6.17. Cara Pengecatan Field pada paparan tebal

e. *Pembacaan sediaan*

- 1) Ambil sediaan tebal dan letakkan di *microscope stage*, teteskan 1 tetes minyak emersi di atas sediaan.
- 2) Periksa dengan lensa obyektif 40x dan okuler 10x, selanjutnya ganti dengan pembesaran. Carilah gambaran parasit yang mempunyai inti dan sitoplasma jelas (merah dan biru). Untuk stadium yang lebih tua dapat dibantu dengan adanya pigmen yang berwarna coklat muda atau tua bahkan kehitam-hitaman. Bila *Plasmodium* sudah diketahui, maka langkah selanjutnya memperkirakan kemungkinan adanya *Plasmodium* jenis lain (infeksi campuran).
- 3) Lakukan pemeriksaan secara zig-zag, yaitu dari satu sisi ke sisi lain, kemudian kembali ke sisi semula dan seterusnya.

f. *Intepretasi hasil:*

Hasil pemeriksaan parasit malaria positif ditandai:

- 1) Tidak tampak sel darah merah.
- 2) Ditemukan sel darah merah berisi bintik-bintik kemerahan (Schuffner' dot) di sekitar parasit.
- 3) Tampak leukosit tidak mengalami perubahan.
- 4) Ditemukan parasit dengan inti dan sitoplasma jelas (merah dan biru). Untuk stadium yang lebih tua dapat dibantu dengan adanya pigmen yang berwarna coklat muda atau tua bahkan kehitam-hitaman.
- 5) Ditemukan bentuk trophozoit dan beberapa gametosit.
- 6) Hasil negatif → tidak ditemukan parasit

D. PENGECATAN GIEMSA

1. Alat dan bahan

- 1) Bak pengecatan
- 2) Pipet tetes
- 3) Gelas beker
- 4) Silinder 10 ml
- 5) Cat Giemsa

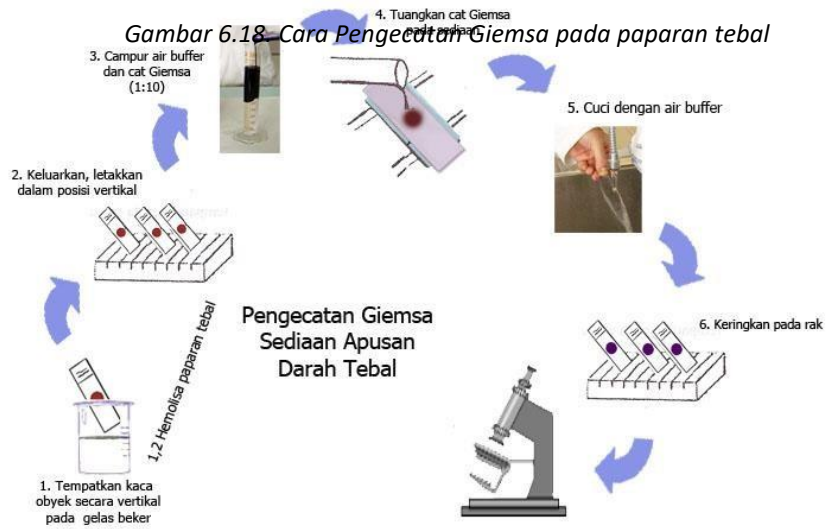
2. Prosedur

- a. Siapkan larutan cat Giemsa dengan mengencerkan cat:

Larutan 5% untuk pengecatan 30 menit, tambahkan 1,5 ml cat Giemsa pada 50 ml Buffer salin pH 7,1-7,2 dan campur dengan baik.

Larutan 10% untuk pengecatan 10 menit, tambahkan 5 ml cat Giemsa pada 45 ml Buffer salin, dan campur dengan baik.

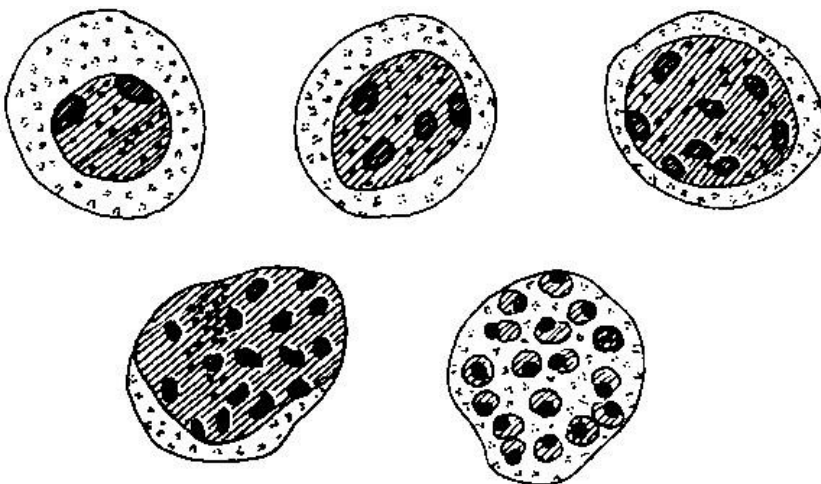
- b. Tempatkan kaca obyek pada rak pengecatan atau Coplain jar, menyilang batang pipa kaca.
- c. Tuangkan larutan cat yang telah disediakan ke dalam Coplain jar atau di atas kaca obyek (bila menggunakan rak), sehingga menutupi seluruh permukaan sediaan. d. Biarkan selama:
30 menit untuk larutan cat 5%
10 menit untuk larutan cat 10%
- e. Cuci dalam air buffer. Jangan membuang catnya, baru kemudian dicuci (sebab akan meninggalkan endapan cat di atas hapusan).
- f. Hapus dan bersihkan bagian bawah kaca obyek, letakkan pada rak pengeringan, sampai kering.
- g. Ambil sediaan yang sudah dicat Giemsa dan letakkan di microscope stage, teteskan 1 tetes minyak emersi di atas sediaan.
- h. Periksa dengan lensa obyektif 40x dan okuler 10x, selanjutnya ganti dengan pembesaran. Carilah gambaran parasit yang mempunyai inti dan sitoplasma jelas (merah dan biru). Untuk stadium yang lebih tua dapat dibantu dengan adanya pigmen yang berwarna coklat muda atau tua bahkan kehitam-hitaman. Bila Plasmodium sudah diketahui, maka langkah selanjutnya memperkirakan kemungkinan adanya Plasmodium jenis lain (infeksi campuran).
- i. Lakukan pemeriksaan secara zig-zag, yaitu dari satu sisi ke sisi lain, kemudian kembali ke sisi semula dan seterusnya.



3. Intepretasi hasil

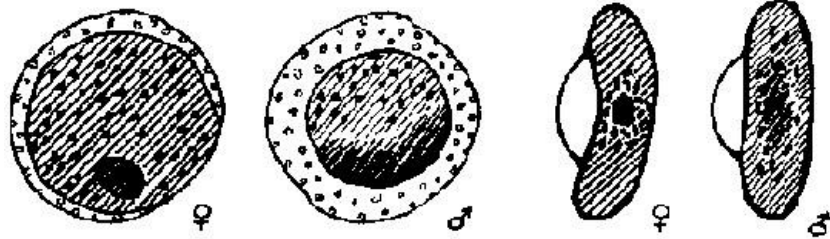
Hasil pemeriksaan parasit malaria positif ditandai: untuk paparan tebal, sel darah merah sudah tidak nampak, karena sebelum pengecatan sudah dilakukan hemolisa.

- a. Ditemukan sel darah merah normal atau terjadi perubahan warna maupun bentuk.
- b. Ditemukan parasit dengan inti dan sitoplasma tercat jelas (merah dan biru). Untuk stadium yang lebih tua dapat dibantu dengan adanya pigmen yang berwarna coklat muda atau tua bahkan kehitam-hitaman.
- c. Ditemukan bentuk trophozoit stadium paling awal 1 inti dalam sel darah merah.
- d. Ditemukan skizont (trophozoit matang), inti berjumlah 8-24 yang mengisi hampir seluruh bagian sel darah merah.
- e. Untuk lebih jelasnya lihat gambar 6.19-6.25.



Gambar 6.19. Stadium pertumbuhan skizont

- f. Ditemukan gametosit, bentuk seksual dengan inti besar, padat bulat atau memanjang.





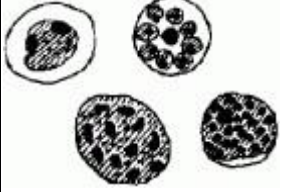
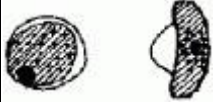




Gambar 6.20. Gametosit jantan dan betina

Catatan: Gambaran parasit malaria setelah pemberian obat anti malaria menunjukkan parasit sedikit tercat dan tampak distorsi dan tidak jelas. Hasil negatif → tidak ditemukan parasit.

4. Kunci mengidentifikasi stadium parasit malaria pada hapusan darah tipis

Terapkan kunci ini pada gambaran bagian dalam sel darah merah yang muncul sebagai parasit.

<p>1. Apakah terdapat satu atau lebih inti kromatin berwarna merah dan sitoplasma berwarna biru? Ya: lanjutkan ke 2 Tidak: Anda tidak melihat parasit</p>	
<p>2. Apakah bentuk dan ukurannya sesuai parasit? Ya: kemungkinan Anda melihat parasit malaria, lanjut ke 3 Tidak: Anda tidak melihat parasit</p>	
<p>3. Apakah terdapat pigmen dalam sel malaria? Ya: lanjut ke 7 No: lanjut ke 4</p>	
<p>4. Apakah parasit memiliki satu inti kromatin dengan sitoplasma berwarna biru, bervakuola, sehingga berbentuk seperti bentuk cincin? Ya: Ini merupakan stadium trophozoit Tidak: lanjut ke 5</p>	
<p>5. Apakah parasit memiliki satu inti kromatin dengan sitoplasma padat berwarna biru, atau bervakuola sehingga berbentuk seperti cincin? Ya: Ini merupakan stadium trophozoit Tidak: lanjut ke 6</p>	
<p>6. Apakah parasit mempunyai satu inti kromatin ireguler atau terfragmentasi? Ya: Ini merupakan stadium trophozoit Tidak: lanjut ke 8</p>	
<p>7. Apakah parasit berpigmen dan memiliki satu inti kromatin? Ya: lanjut ke 8 Tidak: lanjut ke 9</p>	

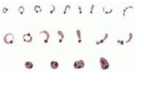



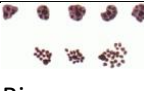


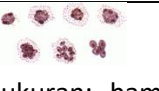




8. Apakah parasit memiliki vakuola atau masih terfragmentasi? Ya: Kemungkinan ini suatu tropozoit stadium lanjut Tidak: lanjut ke 11	
9. Apakah parasit memiliki dua inti kromatin dan memiliki vakuola? Ya: kemungkinan stadium trophozoit Tidak: lanjut ke 10	
10. Apakah parasit memiliki antara 2 sampai 32 inti kromatin dan pigmen? Ya: Hal ini suatu stadium skizon	
11. Apakah parasit berbentuk bulat atau berbentuk seperti pisang (banana form)? bulat: lanjut ke 12 bentuk pisang: lanjut ke 14	
12. Apakah parasit berbentuk bulat dan memiliki kromatin tercat jelas dan sitoplasma berwarna biru? Ya: ini gametosit betina Tidak: lanjut ke 13	
13. Apakah parasit berbentuk bulat dan keseluruhan berwarna kemerahan, sehingga kromatin tidak terlihat jelas? Ya: ini gametosit jantan	
14. Apakah parasit berbentuk pisang dan memiliki sitoplasma berwarna biru dan kromatin merah terang? Ya: ini gametosit betina Tidak: lanjut ke 15	
15. Apakah parasit berbentuk pisang, keseluruhan berwarna kemerahan, sehingga kromatin tidak terlihat jelas? Ya: ini gametosit jantan	

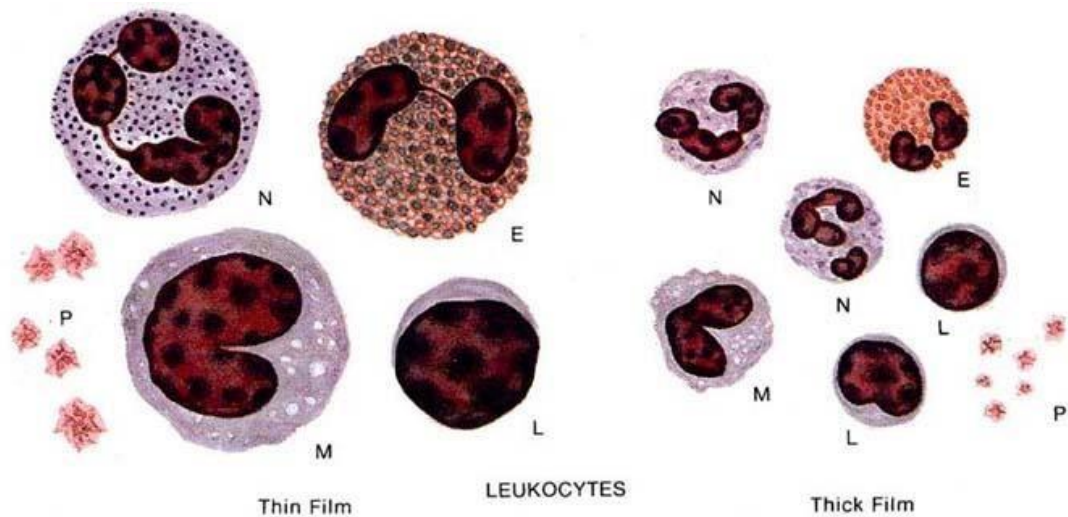
Tabel 6.2. Perbedaan spesies parasit dari morfologi eritrosit terinfeksi pada paparan tipis yang dicat dengan Giemsa

Ciri Eritrosit	<i>Plasmodium falciparum</i>	<i>Plasmodium malariae</i>	<i>Plasmodium vivax</i>	<i>Plasmodium ovale</i>
Ukuran eritrosit	Eritrosit tidak membesar	Eritrosit tidak membesar	Eritrosit membesar	Eritrosit membesar
Gambaran eritrosit	Kadang mengalami pengerutan (distorsi) dengan krenasi, kemerahan dan sisinya gelap	Tidak mengalami pengerutan atau perubahan warna	Pembesaran bulat atau persegi	Sedikit membesar, terkadang mengerut dengan ujung bergerigi atau berbentuk oval

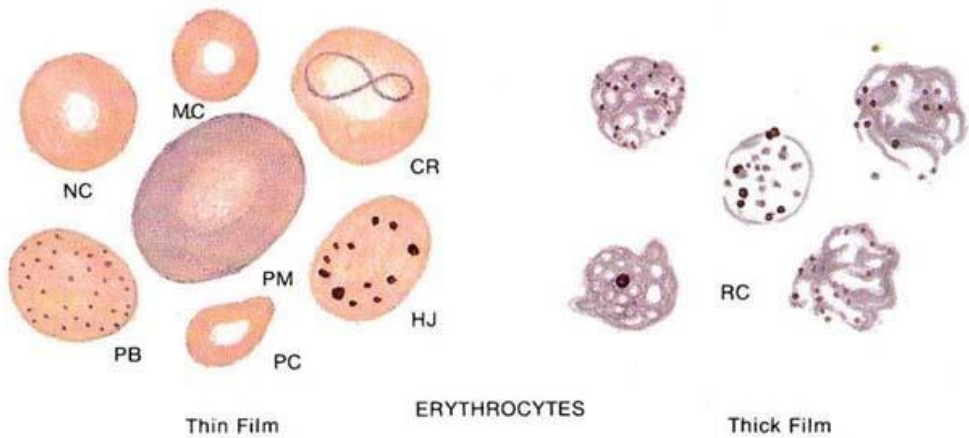
Dots pada eritrosit terinfeksi	Bintik-bintik kasar (Maurer's dots) atau celah (terkadang tidak ada)	Tidak tampak bintik-bintik kecuali pada pengecatan kuat.	Bintik-bintik halus Schuffer dots	Bintik-bintik seperti Schuffer dots, tetapi lebih menonjol dan menempati seluruh bagian sel
--------------------------------	--	--	-----------------------------------	---

Tabel 6.3. Perbandingan stadium parasit pada paparan tipis darah tepi

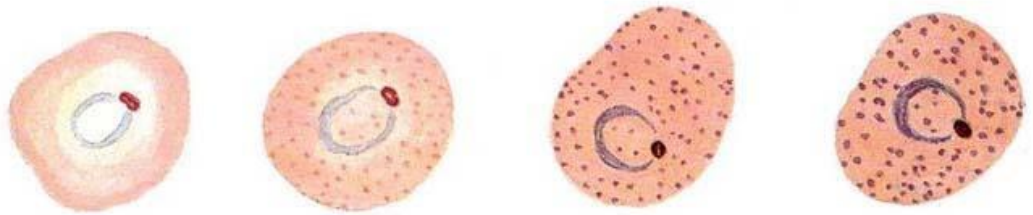
	P. falciparum	P. malariae	P. vivax	P. ovale
Tropozoit	 <p>Ukuran kecil sedang, bentuk koma dan cincin, kromatin sering 2 dots</p>	 <p>Ukuran kecil, bentuk cincin, padat, kromatin tunggal besar</p>	 <p>Ukuran kecil besar, bentuk cincin pecah, tak teratur, kromatin tunggal</p>	 <p>Ukuran lebih kecil dari P. vivax, bentuk cincin, bulat, kromatin tunggal dominan</p>
Skizon	 <p>Biasanya disertai bentuk cincin muda, ukuran kecil, padat; jumlah sedikit, bentuk matang: 12-30 merozoit,</p>	 <p>ukuran kecil, padat; jumlah sedikit, bentuk matang: 6-12 merozoit, biasanya 8</p>	 <p>Ukuran besar, jumlah sedikit-sedang; bentuk matang: 12-24 merozoit, biasanya 16,</p>	 <p>ukuran: hampir sama dengan P. malariae; jumlah sedikit; bentuk matang: 4-12 merozoit, biasanya 8,</p>
Gametosit	 <p>Bentuk seperti pisang, bulat, kromatin tunggal dan jelas</p>	 <p>Bentuk immatur, sulit dibedakan dari trophozoit matang, bentuk bulat, padat, kromatin tunggal dan jelas</p>	 <p>Bentuk immatur, sulit dibedakan dengan trophozoit matang. bentuk; bulat, besar</p>	 <p>Bentuk immatur, sulit dibedakan dengan trophozoit matang, bentuk bulat, lebih kecil dari P. vivax</p>



N = Neutrophil, E = Eosinophil, M = Monocyte, L = Lymphocyte, P = Platelets

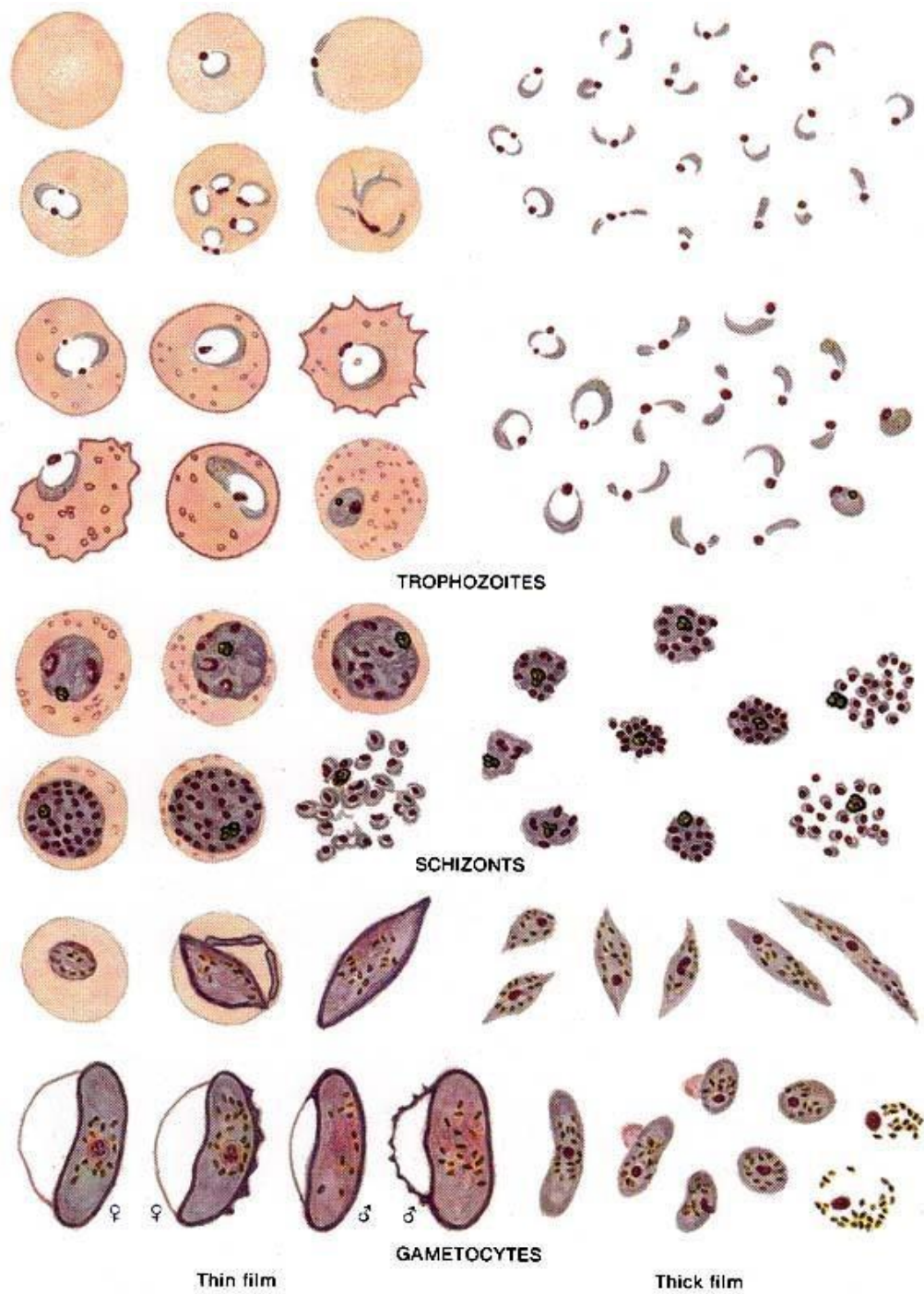


NC = Normocyte, MC = Microcyte, PM = Polychromatic macrocyte, PC = Poikilocyte, PB = Punctate basophilia, CR = Cabot's ring, HJ = Howell-Jolly bodies, RC = Reticular 'clouds' and chromatoid bodies in severe anaemia

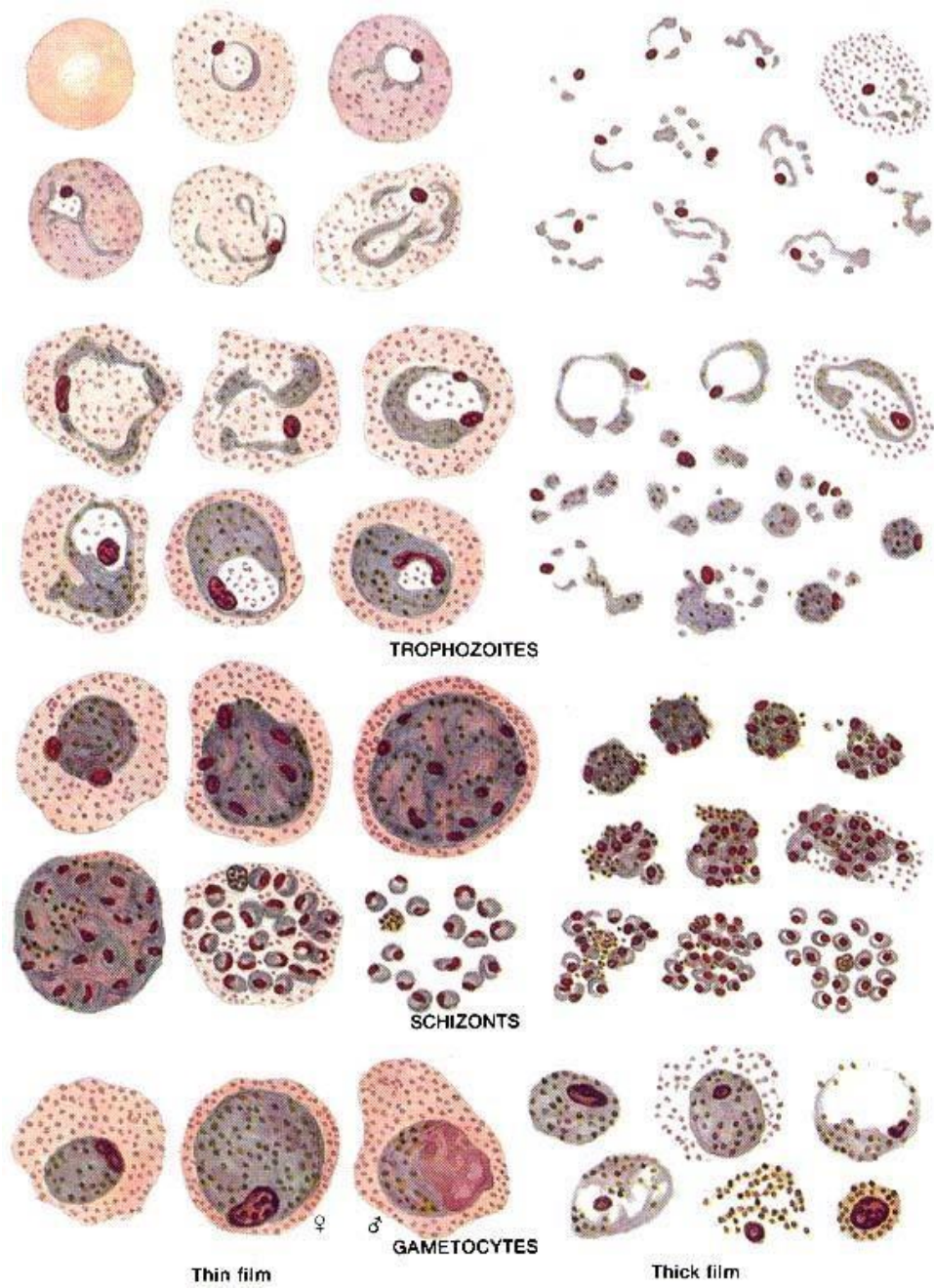


MALARIA STAINING AND pH

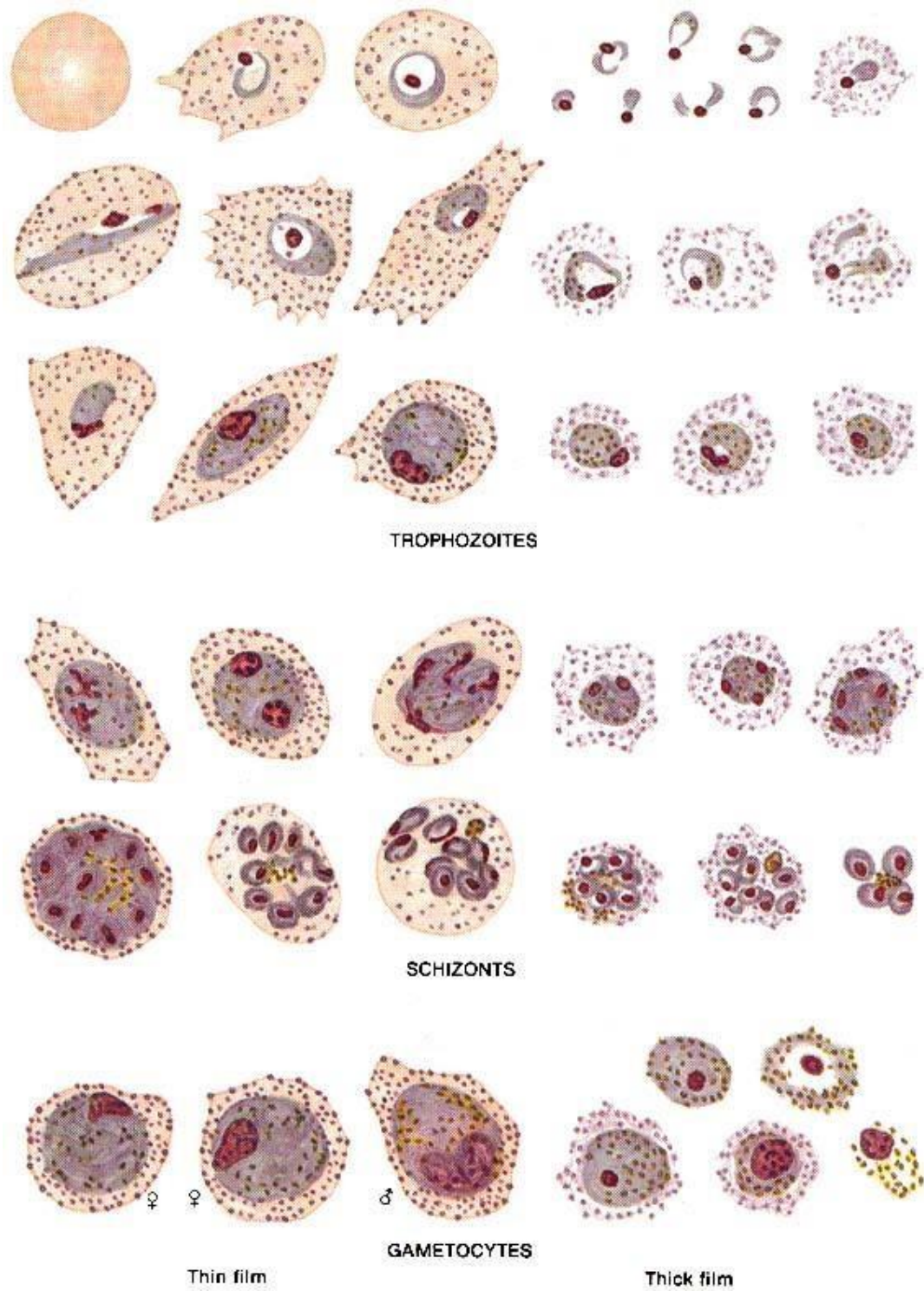
Gambar 6.21. Gambaran leukosit dan eritrosit terinfeksi *Plasmodium*



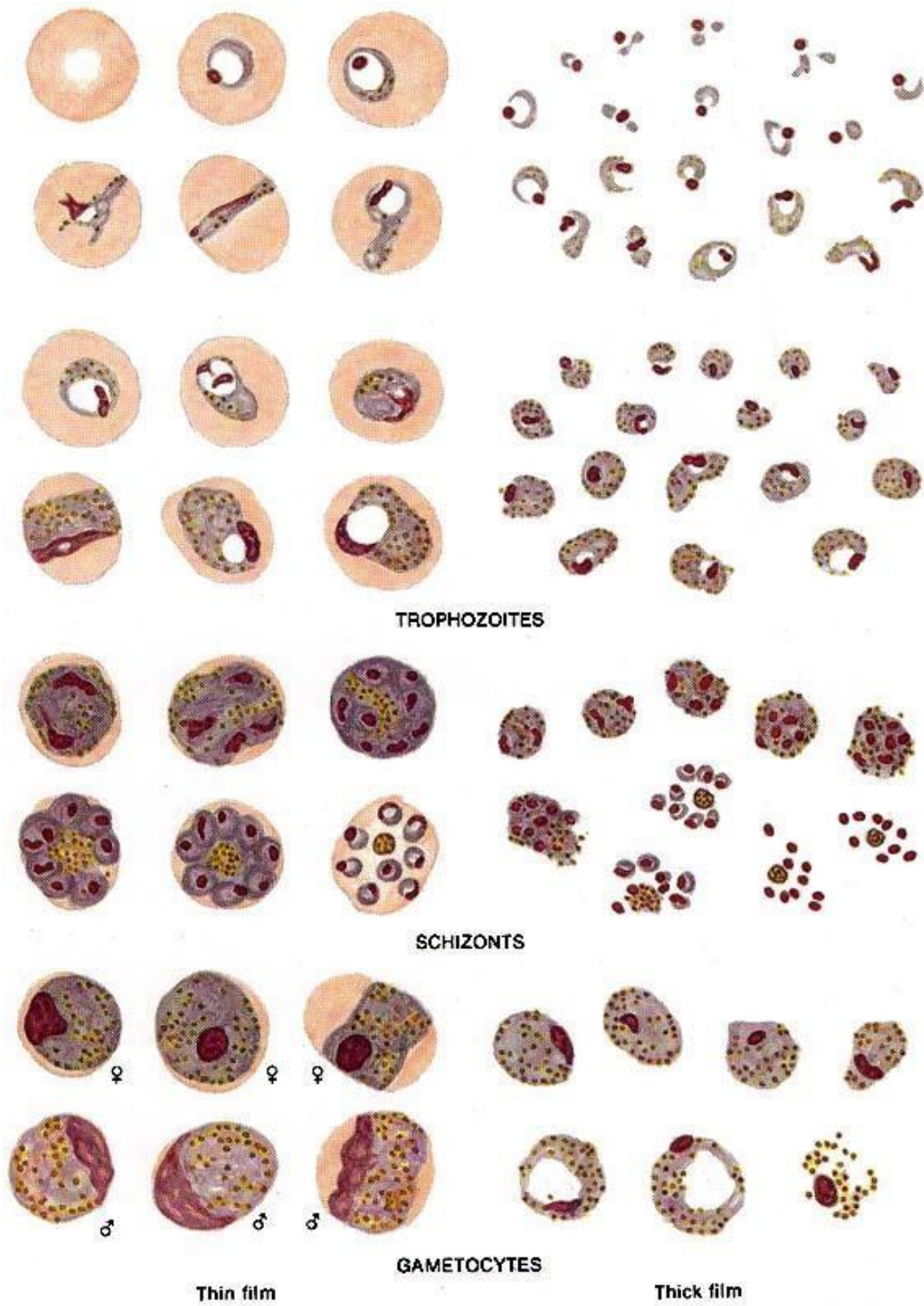
Gambar 6.22. Gambaran Morfologi *Plasmodium falciparum* yang tampak dari sedian paparan darah tipis (*thin film*) dan paparan tebal (*thick film*) yang dicat dengan pengecatan Giemsa



Gambar 6.23. Gambaran morfologi *Plasmodium vivax* yang tampak dari sediaan paparan darah tipis (thin film) dan paparan tebal (thick film) Giemsa



Gambar 6.24. Gambaran morfologi *Plasmodium ovale* yang tampak dari sediaan paparan darah tipis (*thin film*) dan paparan tebal (*thick film*) yang dicat dengan pengecatan Giemsa



Gambar 6.25. Gambaran morfologi *Plasmodium malariae* yang tampak dari sediaan paparan darah tipis (*thin film*) dan paparan tebal (*thick film*) yang dicat dengan pengecatan Giemsa

E. TUGAS PRAKTIKUM MAHASISWA

1. Setiap Kelompok mahasiswa menyiapkan sediaan darah perifer untuk pembuatan paparan tipis dan paparan tebal, serta melakukan pengecatan Giemsa.
2. Melihat parasit protozoa dengan menggunakan mikroskop pada perbesaran lensa obyektif 100x + minyak emersi.
3. Gambar morfologi parasit yang ditemukan.

G. LEMBAR KERJA PRAKTIKUM PARASITOLOGI

Pemeriksaan darah (parasit protozoa)

Hari/tanggal :

Nama :

Kelompok :

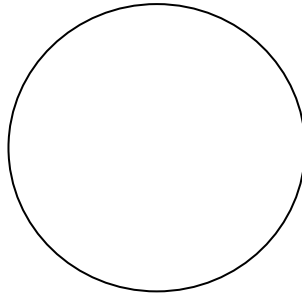
Paraf Instruktur

Hasil Pengamatan

- 1) Tuliskan hasil pengamatan sediaan tipis, sediaan tebal dan pengecatan Giemsa

Ciri Eritrosit/Tropozoit				
Diameter tropozoit: eritrosit				
Gambaran eritrosit terinfeksi				
Dots pada eritrosit terinfeksi				
Stadium yang ditemukan				
Bentuk eritrosit				
Gambaran eritrosit				
Gambaran sitoplasma parasit.				

- 2) Gambar parasit protozoa yang ditemukan pada sediaan darah perifer



3) Kesimpulan

.....
.....

G. FORMAT LAPORAN PRAKTIKUM

Nama : Nim :

Mata Kuliah :

Kode Mata Kuliah :

Modul Ke :

Judul kegiatan praktikum :

1. Landasan teori (teori yang relevan dengan kegiatan praktikum).
2. Tujuan
3. Bahan dan Metode
 - waktu dan tempat
 - alat dan bahan
 - cara kerja (prosedur)
4. Hasil pengamatan dan pembahasan
5. Hasil pengamatan meliputi cacing dewasa/segmen cacing/larva. Selular eksudat seperti sel darah merah, leukosit, makrofag dan Kristal. Trofozoit (hanya pada sample yang segar) telur dan kista. Pembahasan termasuk komentar positif/negatif serta saran untuk pemeriksaan lebih lanjut.
6. Kesimpulan
7. Kepustakaan

Lembar kegiatan kerja praktikum

Kunci Jawaban Tes

Tes 1

- 1) B
- 2) B 3) A
- 4) D
- 5) D
- 6) A

Tes 2

- 1) B
- 2) B
- 3) D
- 4) B

Tes 3

- 1) C
- 2) C 3) A
- 4) D
- 5) B
- 6) D
- 7) B
- 8) C
- 9) C

Tes 4

- 1) C
- 2) D
- 3) D
- 4) A
- 5) A

Daftar Pustaka

- Arcari M, Baxendine A and Bennett, 2000, Diagnosing Medical Parasites Through Coprological Techniques, University of Southampton
- Burris P , 2000, Direct fecal smears,, Veterinary Technician vol. 21 no. 4, April 2000, pp. 192199
- Daryl B. White , Michael J. Cuomo , Lawrence B. Noel. Diagnosing Medical Parasites: A Public Health Officers Guide to Assisting Laboratory and Medical Officers
- Hendrix CM 2002: Laboratory Procedures for Veterinary Technicians, Mosby, Philadelphia, 2002, pp. 307-308 University of Pennsylvania
- McWilson Warren , 1991; Basic Malaria Microscopy (part I and II) (WHO; 1991; 72 Member States in the Eastern Mediterranean, South-East Asia and Western Pacific Regions
- Nugraha Budy, Buku Penuntun Praktikum Mikrobiologi & Parasitologi, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan (Stikes) Mitra Kencana Tasik Malaya.
- Paul G. Engelkirk, Janet L. Duben-Engelkirk, Laboratory Diagnosis of Infectious Diseases: Essentials of Diagnostic : laboratory diagnostic of selected helminth infection, Lippincott Williams & Wilkins
- Prasetyo Heru, 2005, Pengantar Praktikum Protozoologi Kedokteran, edisi 2, Airlangga University Press.
- Prasetyo Heru, 2002, Pengantar Praktikum Helmintologi Kedokteran, edisi 2, Airlangga University Press.
- Preparation of blood smears, Laboratory Identification of Parasites of Public Health Concern, CDC
- Sri Hastuti U, dkk, 2007, Penuntun Praktikum Mikrobiologi & Parasitologi, Jurusan Biologi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Malang
- Wijaya Kusuma. Pemeriksaan Mikroskop Dan Tes Diagnostik Cepat Dalam Menegakkan Diagnosis Malaria. Bagian/SMF Patologi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Udayana/ Rumah Sakit Umum Pusat Sanglah Denpasar

World Health Organisation. Basic Laboratory Methods in Medical Parasitology. ISBN 92 4 154410
4. (1991)