

Modul Praktikum **MIKROBIOLOGI**



**PRODI KEBIDANAN PROGRAM SARJANA TERAPAN
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET SURAKARTA**

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji syukur kehadirat Nya atas begitu banyak nikmat dan rahmat yang dilimpahkan kepada tim penyusun, sehingga Modul Praktikum Mikrobiologi ini dapat diselesaikan dengan baik dan lancar.

Buku ini merupakan acuan praktikum mata kuliah Mikrobiologi yang dapat digunakan oleh dosen maupun mahasiswa. Tidak lupa kami ucapkan terimakasih kepada berbagai pihak yang turut membantu terselesaikannya Modul Praktikum Mikrobiologi ini, diantaranya:

1. Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret
2. Kaprodi Kebidanan Program Sarjana Terapan Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret
3. Dosen Prodi Kebidanan Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret
4. Staff dan pihak lain yang tidak dapat kami sebut satu per satu.

Dalam penyusunan modul ini tidak menutup kemungkinan masih ada kekurangan. Saran dan kritik yang membangun sangat kami harapkan untuk penyempurnaan buku ini. Semoga buku ini dapat memberi banyak manfaat bagi para pembaca.

Surakarta, Desember 2018

Tim penyusun

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	1
DAFTAR ISI.....	2
PETUNJUK PENGGUNAAN BUKU PRAKTIKUM	3
BAB I	4
BAB II	7
BAB III	11
BAB IV	13
BAB V	16
BAB VI	19
BAB VII	21
BAB VIII	26
BAB IX	29
BAB X	33

PETUNJUK PENGGUNAAN BUKU PRAKTIKUM

Proses pembelajaran untuk buku petunjuk praktikum dapat berjalan lancar apabila Anda mengikuti langkah-langkah belajar sebagai berikut:

1. Pahami dulu berbagai kegiatan penting dalam modul ini mulai tahap awal sampai tahap akhir.
2. Lakukan teknik yang tertera dalam kegiatan belajar sesuai dengan daftar tilik yang telah tersedia.
3. Keberhasilan proses pembelajaran Anda dalam mata kuliah Mikrobiologi dengan tugas praktikum yang diberikan tergantung pada kesungguhan Anda dalam mengerjakan praktikum.
4. Bila Anda menemui kesulitan, silahkan menghubungi instruktur/pembimbing pengajar mata kuliah Mikrobiologi.

BAB I

KONSEP DASAR ILMU FISILOGI

A. KOMPETENSI DASAR DAN INDIKATOR

1. KOMPETENSI DASAR:

Mahasiswa mampu menjelaskan konsep dasar mikrobiologi dengan tepat.

2. INDIKATOR:

- a. Mahasiswa mampu menjelaskan sejarah mikrobiologi.
- b. Mahasiswa mampu menjelaskan perkembangan mikrobiologi.

B. URAIAN MATERI

1. Sejarah Mikrobiologi

Mikrobiologi adalah sebuah cabang dari ilmu biologi yang mempelajari mikroorganisme atau mikroba. Obyek kajiannya adalah semua makhluk (hidup) yang perlu dilihat dengan mikroskop, khususnya bakteri, fungi, alga mikroskopik, protozoa, archaea dan virus. Mikrobiologi dimulai sejak ditemukannya mikroskop dan menjadi bidang yang sangat penting dalam biologi setelah Louis Pasteur dapat menjelaskan proses fermentasi anggur (wine) dan membuat serum rabies.

Keberadaan mikroorganisme baru diketahui dengan nyata setelah ditemukannya lensa sebagai alat pembesar. Lensa ditemukan oleh Antonie van Leeuwenhoek pada tahun 1683. Lensa-lensa yang dibuat Leewenhoek mampu melihat benda kecil dengan pembesaran sampai 400x.

Teori generatio spontanae menganggap bahwa organisme berasal dari benda-benda mati atau terjadi secara spontan, sehingga mikroorganisme yang ditemukan dari dalam air oleh Leewenhoek. Dengan demikian bahwa penemuan organisme kecil oleh Leewenhoek tersebut baru menjawab bahwa di dunia ini ada makhluk hidup yang ukurannya sangat kecil, tidak terlihat mata, dan terdapat dimana-mana.

Secara tegas Louis Pasteur menentang konsepsi generatio spontanae dan mulai menyimak secara cermat karya-karya pendahulunya lalu melanjutkannya dengan berbagai percobaan untuk mendokumentasikan fakta bahwa mikroorganisme hanya dapat timbul dari mikroorganisme lain (biogenesis). Louis Pasteur adalah orang pertama yang menggunakan istilah aerob dan anaerob. Proses aerob berarti proses yang memerlukan oksigen bebas, sedangkan proses anaerob berarti proses yang tidak memerlukan oksigen bebas.

2. Perkembangan Mikrobiologi

a. Pengertian Mikrobiologi

Kata mikrobiologi berasal dari bahasa Yuniani, yaitu: micros = kecil, bios = hidup, logos = ilmu. Jadi mikrobiologi adalah ilmu pengetahuan yang mempelajari organisme hidup yang kecil yang hanya dapat dilihat dengan mikroskop. Organisme yang dipelajari dalam mikrobiologi yaitu mikroorganisme yang meliputi bakteri, virus, jamur, protozoa.

b. Perkembangan Mikrobiologi

Perkembangan mikrobiologi ditandai oleh beberapa peristiwa penting, yaitu:

1) Penemuan mikroskop

Pada tahun 1664 Robert Hooke berhasil menggambarkan struktur kapang menggunakan mikroskop temuannya. Namun Antonie van Leeuwenhoek dianggap sebagai orang yang pertama kali dapat melihat mikroorganisme

secara detail pada tahun 1682 dan melaporkannya ke Royal Society of London pada tahun 1684.

2) Jatuhnya teori Generatio Spontanea/Abiogenesis

Laporan mengenai mikroorganisme oleh Leeuwenhoek kembali menimbulkan perdebatan mengenai asal usul mikroorganisme yang dilihatnya. Perdebatan mengenai asal usul makhluk hidup baru berhenti setelah Louis Pasteur (1822-1895) berhasil membuktikan biogenesis melalui percobaannya menggunakan botol leher angsa. Selanjutnya orang mengakui bahwa semua kehidupan berasal dari telur dan semua telur berasal dari kehidupan.

3) Germ theory of fermentation

Salah satu alasan Louis Pasteur membuktikan kekeliruan generatio spontanea didasarkan pada keyakinannya bahwa produk fermentasi buah anggur (minuman beralkohol) merupakan hasil kerja mikroorganisme, bukan sebaliknya, fermentasi menghasilkan mikroorganisme.

Penelitian Louis Pasteur selanjutnya berkembang pada peranan mikroorganisme pada bidang kedokteran, dengan dikembangkannya vaksin antraks, kolera dan rabies. Penemuan ini memberikan dasar bagi pemahaman teori yang muncul kemudian, yaitu bahwa penyakit dapat disebabkan oleh mikroorganisme tertentu.

4) Germ theory of disease

Teori yang menyebutkan bahwa mikroorganisme dapat menimbulkan penyakit dirumuskan setelah berbagai penelitian yang dilakukan oleh Robert Koch (1843-1910). Koch mempelajari bahwa penyakit antraks, penyakit pada hewan yang dapat menular pada manusia, disebabkan oleh bakteri *Bacillus anthracis*. Koch menemukan bakteri *B. anthracis* selalu ada pada darah hewan yang menunjukkan gejala penyakit antraks. Selanjutnya jika darah hewan yang menderita antraks diinjeksikan ke tubuh hewan lain yang sehat, maka hewan tersebut akan menderita antraks. Koch juga berhasil mengembangbiakan bakteri *B. anthracis* di luar tubuh hewan dengan menggunakan cairan nutrisi. Berdasarkan berbagai hasil penelitiannya, Robert Koch merumuskan postulat Koch, untuk membuktikan bahwa mikroorganisme tertentu merupakan penyebab penyakit tertentu.

C. TUGAS PRAKTIKUM

1. Jawab pertanyaan pada soal tersebut!
 - a. Jelaskan secara singkat sejarah tentang mikrobiologi!
 - b. Jelaskan tentang Germ theory of fermentation!
 - c. Jelaskan tentang Germ theory of disease!
2. Kumpulkan sebelum perkuliahan diakhiri!
3. Soal dikerjakan dalam waktu 15 menit!

D. PERSIAPAN

1. Setelah materi selesai diberikan, mahasiswa menyiapkan kertas untuk mengerjakan soal
2. Mahasiswa menjawab pertanyaan
3. Lembar jawaban dikumpulkan kepada dosen

E. PETUNJUK PELAKSANAAN PRAKTIKUM

1. Pertanyaan pada soal tersebut di atas dikerjakan selama 15 menit!
2. Kumpulkan sebelum perkuliahan di akhiri!

F. PENILAIAN
Penilaian Quiz

Skor	Kriteria
5 (sangat baik)	Mahasiswa menjawab benar lebih dari 80% dari seluruh pertanyaan sesuai dengan kunci jawaban
4 (baik)	Mahasiswa menjawab benar kurang dari 79% dan lebih dari 60% dari seluruh pertanyaan sesuai kunci jawaban.
3 (cukup)	Mahasiswa menjawab benar kurang dari 59% dan lebih dari 40% dari seluruh pertanyaan sesuai kunci jawaban
2 (kurang)	Mahasiswa menjawab benar kurang dari 39% dan lebih dari 20% dari seluruh pertanyaan sesuai kunci jawaban.
1 (buruk)	Mahasiswa menjawab benar kurang dari 19% dari seluruh pertanyaan sesuai kunci jawaban.
0 (sangat buruk)	Mahasiswa tidak mampu menjawab sama sekali

Penetapan Nilai Akhir:

$$NA = \frac{(5 \times 3 \text{ poin})}{15} \times 100$$

BAB II

BAKTERIOLOGI DASAR

A. KOMPETENSI DASAR DAN INDIKATOR

1. KOMPETENSI DASAR:

Mahasiswa mampu menjelaskan bakteriologi dasar dengan tepat.

2. INDIKATOR:

- a. Mahasiswa mampu menjelaskan morfologi bakteri
- b. Mahasiswa mampu menjelaskan pertumbuhan dan perkembangan bakteri
- c. Mahasiswa mampu menjelaskan obat antimikroba dan resistensi mikroba

B. URAIAN MATERI

1. Morfologi Bakteri

a. Jenis Bakteri

- 1) Golongan basil
- 2) Golongan kaku
- 3) Golongan spiral

b. Bentuk dan Ukuran Sel Bakteri

Bentuk dan ukuran sel bakteri bervariasi, ukurannya berkisar 0,4 – 2,0 μm .

- 1) Bentuk sel kokus terdapat sebagai sel bulat tunggal, berpasangan (diplokokkus), berantai (streptokokkus), atau tergantung bidang pembelahan, dalam empat atau dalam kelompok seperti buah anggur (stafilokokkus).
- 2) Bentuk sel serupa batang biasanya bervariasi, memiliki panjang mulai dari batang pendek sampai batang panjang yang melebihi beberapa kali diameternya. Ujung sel bakteri serupa batang dapat berupa lingkaran halus, seperti pada bakteri enterik *Salmonella typhosa*, atau berbentuk kotak seperti pada *Bacillus anthracis*. Bentuk batang serupa benang panjang yang tidak dapat dipisahkan menjadi sel tunggal diketahui sebagai filamen. Bentuk batang fusiform, meruncing pada kedua ujungnya ditemukan pada beberapa bakteri rongga mulut dan lambung.
- 3) Bakteri batang melengkung bervariasi mulai dari yang kecil, bentuk koma, atau sedikit uliran dengan suatu lengkungan tunggal, seperti *Vibrio cholerae*, sampai bentuk spiroket panjang, seperti *Borrelia*, *Treponema* dan *Leptospira*, yang memiliki banyak uliran.
- 4) Beberapa bakteri memiliki bentuk yang berbeda dari bentuk umumnya bakteri seperti di atas, tetapi lebih mirip dengan struktur hifa dari jamur (fungi). Struktur bakteri dalam kelompok ini dimasukkan dalam kelompok aktinomiset yang tubuhnya serupa hifa atau filamen dan menghasilkan spora. Bakteri kelompok aktinomiset terkenal karena dapat menghasilkan senyawa antimikroba berupa antibiotika, seperti: *Streptomyces* menghasilkan antibiotik streptomisin.

c. Struktur Sel Bakteri

Sebagian besar sel bakteri memiliki lapisan pembungkus sel, berupa membran plasma, dinding sel yang mengandung protein dan polisakarida.

Sejumlah bakteri dapat membentuk kapsul dan lendir, juga flagela dan pili. Dinding selnya merupakan struktur yang kaku berfungsi membungkus dan melindungi protoplasma dari kerusakan akibat faktor fisik dan menjaga pengaruh lingkungan luar seperti kondisi tekanan osmotik yang rendah.

Protoplasma terdiri dari membran sitoplasma beserta komponen-komponen seluler yang ada di dalamnya. Beberapa jenis bakteri dapat membentuk endospora sebagai pertahanan dikala lingkungan tidak sesuai untuk pertumbuhannya. Struktur dinding sel dapat menentukan perbedaan tipe sel bakteri, seperti bakteri Gram-positif dan Gram-negatif.

1) Flagela dan Filamen Axial

Flagela merupakan filamen protein uliran (helical) dengan panjang dan diameter yang sama, dimiliki oleh beberapa bakteri patogen untuk bergerak bebas dan cepat (pergerakan berenang). Fungsi utama flagela pada bakteri adalah sebagai alat untuk pergerakan.

2) Mikrofibril: Fimbria dan Pili Seks (Adhesin, Lektin, Evasin, dan Aggressin)

Fimbria merupakan mikrofibril serupa rambut berukuran 0,004 – 0,008 μm . Fimbria lebih lurus, lebih tipis dan lebih pendek dibandingkan dengan flagela. Salah satu bakteri yang memiliki banyak fimbria, dapat menginfeksi saluran urin. Fungsi fimbria dianggap membantu bakteri untuk bertahan hidup dan berinteraksi dengan inang. Fungsi fimbria di antara komponen permukaan sel bakteri yang lainnya adalah dapat dianggap memiliki aktivitas fungsional seperti adhesin, lektin, evasin, agresin, dan pili seks.

3) Selubung sel

Selubung sel bakteri terdiri dari membran plasma, dinding sel serta protein khusus atau polisakarida dan beberapa bahan pelekat luar. Selubung sel bakteri mengandung daerah transpor untuk nutrisi dan daerah reseptor untuk virus bakteri dan bakteriosin, mempermudah interaksi inang-parasit, disamping itu sebagai tempat reaksi komplemen dan antibodi, dan sering mengandung komponen toksik untuk inang.

4) Kapsul

Virulensi patogen sering berhubungan dengan produksi kapsul. Bentuk kapsul yang kental yang cenderung melekat kepada sel, sedangkan lendir dan polimer ekstraseluler lebih mudah tercuci. Kapsul lebih mudah dilihat dengan pewarnaan negatif. Di bawah mikroskop, dalam campuran tinta India kapsul kelihatan lebih terang mengelilingi sel. Sel bakteri yang tidak membentuk kapsul dan secara serologi dapat bereaksi dengan serum antikapsul, dikatakan menghasilkan mikrokapsul.

5) Dinding sel

Dinding sel, ditemukan pada semua bakteri hidup bebas kecuali pada Mycoplasma. Dinding sel berfungsi melindungi kerusakan sel dari lingkungan bertekanan osmotik rendah dan memelihara bentuk sel.

2. Pertumbuhan dan Perkembangan Bakteri

a. Pertumbuhan Bakteri

Kurva pertumbuhan bakteri dapat dipisahkan menjadi empat fase utama yaitu fase lag (fase lamban atau lag phase), fase pertumbuhan eksponensial (fase pertumbuhan cepat atau log phase), fase stationer (fase statis atau stationary phase) dan fase penurunan populasi (decline).

Fase-fase tersebut mencerminkan keadaan bakteri dalam kultur pada waktu tertentu. Di antara setiap fase terdapat suatu periode peralihan dimana waktu dapat berlalu sebelum semua sel memasuki fase yang baru.

b. Nutrisi Pertumbuhan Bakteri

Kebutuhan sumber nutrisi bagi pertumbuhan bakteri yaitu:

- 1) Bakteri membutuhkan sumber energi yang berasal dari energi cahaya (fototrof) dan senyawa kimia (kemotrof).
- 2) Bakteri membutuhkan sumber karbon berupa karbon anorganik (karbon dioksida) dan karbon organik (seperti karbohidrat).
- 3) Bakteri membutuhkan sumber nitrogen dalam bentuk garam nitrogen anorganik (seperti kalium nitrat) dan nitrogen organik (berupa protein dan asam amino).
- 4) Bakteri membutuhkan beberapa unsur logam (seperti kalium, natrium, magnesium, besi, tembaga dsb).
- 5) Bakteri membutuhkan air untuk fungsi-fungsi metabolik dan pertumbuhannya.

3. Obat Antimikroba, Resistensi Mikroba

a. Obat Antimikroba

Antibiotik merupakan bahan kimiawi yang dihasilkan oleh organisme seperti bakteri dan jamur, yang dapat mengganggu mikroorganisme lain. Biasanya bahan ini dapat membunuh bakteri (bakterisidal) atau menghambat pertumbuhan bakteri (bakteriostatik) atau mikroorganisme lain. Beberapa antibiotik bersifat aktif terhadap beberapa spesies bakteri (berspektrum luas) sedangkan antibiotik lain bersifat lebih spesifik terhadap spesies bakteri tertentu (berspektrum sempit).

Antibiotik tidak saja digunakan untuk keperluan terapi pada manusia, namun juga digunakan pada berbagai bidang seperti pada bidang peternakan yaitu dalam hal profilaksis infeksi pada hewan di berbagai peternakan hewan atau penggunaan pada tanaman.

b. Mekanisme Kerja Antibiotik pada Sel Bakteri

Secara umum mekanisme kerja antibiotik pada sel bakteri dapat terjadi melalui beberapa cara yaitu:

- 1) Menghambat sintesis dinding sel bakteri
- 2) Menghambat fungsi membran plasma
- 3) Penghambatan melalui sintesis asam nukleat
- 4) Menghambat metabolisme folat

c. Mekanisme Resistensi Bakteri

Resistensi bakteri dapat terjadi secara intrinsik maupun didapat. Resistensi intrinsik terjadi secara khromosomal dan berlangsung melalui multiplikasi sel yang akan diturunkan pada urunan berikutnya. Resistensi yang didapat dapat terjadi akibat mutasi khromosomal atau akibat transfer DNA. Sifat resistensi terhadap antibiotik melibatkan perubahan genetik yang bersifat stabil dan diturunkan dari satu generasi

ke generasi lainnya, dan setiap proses yang menghasilkan komposisi genetik bakteri seperti mutasi, transduksi (transfer DNA melalui bakteriofaga), transformasi (DNA berasal dari lingkungan) dan konjugasi (DNA berasal dari kontak langsung bakteri yang satu ke bakteri lain melalui pili) dapat menyebabkan timbulnya sifat resisten tersebut.

C. TUGAS PRAKTIKUM

1. Jawab pertanyaan pada soal tersebut di atas!
 - a. Sebut dan jelaskan jenis-jenis bakteri!
 - b. Sebutkan kebutuhan sumber nutrisi bagi pertumbuhan bakteri!
 - c. Jelaskan mekanisme kerja antibiotik pada sel bakteri!
2. Kumpulkan sebelum perkuliahan dimulai!
3. Soal dikerjakan dalam waktu 15 menit

D. PERSIAPAN

1. Mahasiswa menyiapkan kertas untuk mengerjakan soal
2. Mahasiswa menjawab pertanyaan
3. Lembar jawaban dikumpulkan kepada dosen

E. PETUNJUK PELAKSANAAN PRAKTIKUM

1. Pertanyaan pada soal tersebut di atas dikerjakan selama 15 menit!
2. Kumpulkan sebelum perkuliahan dimulai!

F. PENILAIAN

Penilaian Quiz

Skor	Kriteria
5 (sangat baik)	Mahasiswa menjawab benar lebih dari 80% dari seluruh pertanyaan sesuai dengan kunci jawaban
4 (baik)	Mahasiswa menjawab benar kurang dari 79% dan lebih dari 60% dari seluruh pertanyaan sesuai kunci jawaban.
3 (cukup)	Mahasiswa menjawab benar kurang dari 59% dan lebih dari 40% dari seluruh pertanyaan sesuai kunci jawaban
2 (kurang)	Mahasiswa menjawab benar kurang dari 39% dan lebih dari 20% dari seluruh pertanyaan sesuai kunci jawaban.
1 (buruk)	Mahasiswa menjawab benar kurang dari 19% dari seluruh pertanyaan sesuai kunci jawaban.
0 (sangat buruk)	Mahasiswa tidak mampu menjawab sama sekali

Penetapan Nilai Akhir:

$$NA = \frac{(5 \times 3 \text{ poin})}{15} \times 100$$

BAB III

KONSEP PENCEGAHAN DAN PENGENDALIAN INFEKSI

A. KOMPETENSI DASAR DAN INDIKATOR

1. KOMPETENSI DASAR:

Mahasiswa mampu menjelaskan konsep pencegahan dan pengendalian infeksi dengan tepat.

2. INDIKATOR:

- a. Mahasiswa mampu menjelaskan penularan penyakit infeksi dan mekanisme penularan infeksi
- b. Mahasiswa mampu menjelaskan pengendalian infeksi

B. URAIAN MATERI

1. Penularan Penyakit Infeksi dan Mekanisme Penularan Infeksi

a. Pengertian Infeksi

Penyakit infeksi adalah penyakit yang disebabkan oleh mikroba patogen, dan bersifat sangat dinamis. Secara umum proses terjadinya penyakit melibatkan tiga faktor yang saling berinteraksi yaitu: faktor penyebab penyakit (agen), faktor manusia atau pejamu (host), dan faktor lingkungan.

b. Sifat Penyakit Infeksi

Sebagai agen penyebab penyakit (biotis), mikroba patogen memiliki sifat-sifat khusus yang sangat berbeda dengan agen penyebab penyakit lainnya (abiotis) yaitu:

- 1) Mempertahankan kelangsungan hidupnya dengan cara berkembang biak.
- 2) Memerlukan tempat tinggal yang cocok bagi kelangsungan hidupnya (habitat–reservoir).
- 3) Bergerak dan berpindah tempat (dinamis).

Cara mikroba menyerang/menginvasi pejamu /manusia adalah melalui tahapan sebagai berikut:

- 1) Sebelum berpindah ke pejamu (calon penderita), mikroba patogen tersebut hidup dan berkembang biak pada reservoir (orang / penderita, hewan, benda–benda lain).
- 2) Untuk mencapai pejamu (calon penderita), diperlukan adanya suatu mekanisme penyebaran.
- 3) Untuk masuk ke tubuh pejamu (calon penderita), mikroba patogen memerlukan pintu masuk (port d’entrée) seperti kulit / mukosa yang terluka, hidung, rongga mulut, dan sebagainya.
- 4) Pada prinsipnya semua organ tubuh pejamu dapat diserang oleh mikroba patogen, namun kebanyakan mikroba pathogen hanya menyerang organ–organ tubuh tertentu dari pejamu (target organ) secara selektif.
- 5) Besarnya kemampuan merusak dan menimbulkan manifestasi klinis dari mikroba patogen terhadap pejamu dapat dinilai dari beberapa faktor.

c. Mekanisme Penularan Infeksi

Secara garis besar, mekanisme transmisi mikroba patogen ke pejamu yang rentan (susceptable host) dapat terjadi melalui dua cara yaitu transmisi langsung (direct transmission) dan transmisi tidak langsung (indirect transmission).

Dalam riwayat perjalanan penyakit, pejamu yang peka (susceptable host) akan berinteraksi dengan mikroba patogen, yang secara alamiah akan melewati 4 tahap yaitu tahap rentan, inkubasi, klinis, dan tahap akhir penyakit.

2. Pengendalian Infeksi

Untuk mencegah atau mengendalikan penyakit infeksi adalah dengan mengeliminasi mikroba patogen yang bersumber pada reservoir serta mengamati mekanisme transmisinya, khususnya yang menggunakan media perantara. Apabila perilaku hidup sehat sudah menjadi budaya dan diimplementasikan dalam kehidupan sehari-hari, serta sanitasi lingkungan yang sudah terjamin, diharapkan kejadian penularan penyakit infeksi dapat ditekan seminimal mungkin.

C. TUGAS PRAKTIKUM

1. Jawab pertanyaan pada soal tersebut!
 - a. Jelaskan tahapan mikroba menyerang/menginvasi manusia!
 - b. Jelaskan tahap mekanisme penularan infeksi!
 - c. Bagaimana cara pengendalian infeksi?
2. Kumpulkan sebelum perkuliahan dimulai!
3. Soal dikerjakan dalam waktu 15 menit!

D. PERSIAPAN

1. Mahasiswa menyiapkan kertas untuk mengerjakan soal
2. Mahasiswa menjawab pertanyaan
3. Lembar jawaban dikumpulkan kepada dosen

E. PETUNJUK PELAKSANAAN PRAKTIKUM

1. Pertanyaan pada soal tersebut di atas dikerjakan selama 15 menit!
2. Kumpulkan sebelum perkuliahan dimulai!

F. PENILAIAN

Penilaian Quiz

Skor	Kriteria
5 (sangat baik)	Mahasiswa menjawab benar lebih dari 80% dari seluruh pertanyaan sesuai dengan kunci jawaban
4 (baik)	Mahasiswa menjawab benar kurang dari 79% dan lebih dari 60% dari seluruh pertanyaan sesuai kunci jawaban.
3 (cukup)	Mahasiswa menjawab benar kurang dari 59% dan lebih dari 40% dari seluruh pertanyaan sesuai kunci jawaban
2 (kurang)	Mahasiswa menjawab benar kurang dari 39% dan lebih dari 20% dari seluruh pertanyaan sesuai kunci jawaban.
1 (buruk)	Mahasiswa menjawab benar kurang dari 19% dari seluruh pertanyaan sesuai kunci jawaban.
0 (sangat buruk)	Mahasiswa tidak mampu menjawab sama sekali

Penetapan Nilai Akhir:

(5 x 3 poin)

NA = ----- x 100

15

BAB IV

PEMERIKSAAN MIKROBIOLOGI

A. KOMPETENSI DASAR DAN INDIKATOR

1. KOMPETENSI DASAR:

Mahasiswa mampu menjelaskan dan melakukan pemeriksaan mikrobiologi dengan tepat.

2. INDIKATOR:

- a. Mahasiswa mampu menjelaskan kultur mikrobiologi
- b. Mahasiswa mampu menjelaskan uji kepekaan antibiotik
- c. Mahasiswa mampu menjelaskan pemeriksaan mikrobiologi urine

B. URAIAN MATERI

1. Kultur Mikrobiologi

Kultur mikrobiologi adalah suatu metoda memperbanyak mikroba pada media kultur dengan pembiakan di laboratorium yang terkendali. Kultur mikrobiologi digunakan untuk menentukan jenis dari mikroorganisme tersebut, keberlimpahannya, atau keduanya. Kultur mikrobiologi adalah metode dasar yang banyak digunakan sebagai alat riset pada biologi molekular. Seringkali berguna untuk mengisolasi kultur murni mikroba. Kultur murni adalah populasi dari sel atau organism multisel yang tumbuh tanpa kehadiran yang lainnya. Kultur murni dapat dimulai dari satu sel atau organism, jadi akan terjadi genetic clones dari yang lainnya.

Agar mikroba dapat tumbuh dengan baik dalam suatu media, maka medium tersebut harus memenuhi beberapa syarat. Selain penggolongan media berdasarkan susunan kimianya, media juga dapat digolongkan berdasarkan atas susunan lainnya, sifat wujudnya dan fungsinya. Macam-macam media antaranya adalah:

- a. Medium berdasarkan fase (sifat fisik)
- b. Medium berdasarkan fungsi

Garis besar pembuatan media yang tersusun atas beberapa bahan sebagai berikut:

- a. Mencampur bahan-bahan
- b. Menyaring
- c. Memasukkan media ke dalam tempat tertentu
- d. sterilisasi

2. Uji Kepekaan Antibiotik

Uji sensitivitas bakteri merupakan suatu metode untuk menentukan tingkat kerentanan bakteri terhadap zat antibakteri dan untuk mengetahui senyawa murni yang memiliki aktivitas antibakteri. Uji sensitivitas bakteri merupakan suatu metode untuk menentukan tingkat kerentanan bakteri terhadap zat antibakteri dan untuk mengetahui senyawa murni yang memiliki aktivitas antibakteri. Prinsip dari metode ini adalah penghambatan terhadap pertumbuhan mikroorganisme, yaitu zona hambatan akan terlihat sebagai daerah jernih di sekitar cakram kertas yang mengandung zat antibakteri. Diameter zona hambatan pertumbuhan bakteri menunjukkan sensitivitas bakteri terhadap zat antibakteri. Selanjutnya dikatakan bahwa semakin lebar diameter zona hambatan yang terbentuk bakteri tersebut semakin sensitif.

Intermediet adalah suatu keadaan dimana terjadi pergeseran dari keadaan sensitif ke keadaan yang resisten tetapi tidak resisten sepenuhnya. Resistensi adalah

ketahanan suatu mikroorganisme terhadap suatu anti mikroba atau antibiotik tertentu. Resistensi dapat berupa resistensi alamiah, resistensi karena adanya mutasi spontan (resistensi kromosomal) dan resistensi karena terjadinya pemindahan gen yang resistensi (resistensi ekstrakromosomal) atau dapat dikatakan bahwa suatu mikroorganisme dapat resistensi terhadap obat-obat antimikroba, karena mekanisme genetika atau non-genetika.

Penyebab terjadinya resistensi terhadap mikroorganisme adalah penggunaan antibiotik yang tidak tepat, misalnya penggunaan dengan dosis yang tidak memadai, pemakaian yang tidak teratur, demikian juga waktu pengobatan yang tidak cukup lama, sehingga untuk mencegah atau memperlambat terjadinya resistensi tersebut, maka cara pemakaian antibiotik perlu diperhatikan.

Zona Hambat merupakan tempat dimana bakteri terhambat pertumbuhannya akibat antibakteri atau antimikroba. Zona hambat adalah daerah untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada media oleh antibiotik. Contohnya: *Tetracycline* merupakan antibiotik yang memiliki spektrum yang luas sehingga dapat menghambat pertumbuhan bakteri secara luas

3. Pemeriksaan Mikrobiologi Urine

a. Pengertian

Urinalisis merupakan salah satu pemeriksaan laboratorium yang memeriksa senyawa-senyawa yang terkandung di dalam urin. Manfaat pemeriksaan urinalisis antara lain:

- 1) Diagnostik infeksi saluran kemih
- 2) Pemeriksaan batu ginjal
- 3) Pemeriksaan ginjal
- 4) Skrining kesehatan
- 5) Evaluasi berbagai penyakit ginjal
- 6) Memantau perkembangan penyakit ginjal

b. Pemeriksaan Makroskopis

Pemeriksaan makroskopis ini dilakukan dengan mengamati keadaan yang ada pada sampel urin meliputi warna, berat jenis, pH urin, kejernihan, volume, buih dan bau urin.

c. Pemeriksaan Mikroskopis

Pemeriksaan mikroskopik urin yaitu pemeriksaan sedimen urin. Pemeriksaan mikroskopis dilakukan dengan memutar (centrifuge) urin lalu mengamati endapan urin di bawah mikroskop. Tes ini bertujuan untuk mengetahui unsur-unsur organik (sel-sel : eritrosit, leukosit, epitel), silinder, silindroid, benang lendir; unsur anorganik (kristal, garam amorf); elemen lain (bakteri, sel jamur, parasit *Trichomonas sp.*, spermatozoa).

d. Pemeriksaan Kimia

1) Glukosa

Pada uji glukosa dilakukan dengan menambahkan 5 ml larutan benedict kedalam tabung reaksi yang berisi 8 tetes urin dan kemudian dipanaskan. Hasilnya adalah larutan yang semula berwarna biru menjadi biru kehijauan. Uji positif ditandai dengan terbentuknya endapan merah bata.

2) Protein

Untuk mengetahui adanya unsur protein dalam urin, pada percobaan ini menggunakan reagen millon. Setelah 3 ml supernatan urine ditambah 5 tetes reagen millon maka larutan yang awalnya berwarna putih keruh, tetap tidak terjadi perubahan yang signifikan, yakni tetap berwarna putih keruh.

3) Pigmen Empedu

Untuk mengetahui adanya pigmen empedu, pada percobaan ini cukup dengan mengocok tabung reaksi yang berisi urin dengan baik dan benar. Hasilnya terdapat buih yang berwarna putih. Reaksi yang dihasilkan negatif jika buih yang dihasilkan berwarna bening (tidak ada pigmen empedu). Reaksi positif ditandai dengan buih berwarna kuning.

e. Analisis Dipstick

Dipstick adalah strip reagen berupa strip plastik tipis yang ditempeli kertas seluloid yang mengandung bahan kimia tertentu sesuai jenis parameter yang akan diperiksa. Urine Dip merupakan analisis kimia cepat untuk mendiagnosa berbagai penyakit.

C. TUGAS PRAKTIKUM

1. Jawab pertanyaan pada soal tersebut!
 - a. Jelaskan syarat medium agar mikroba dapat tumbuh dengan baik!
 - b. Apa yang anda ketahui tentang uji kepekaan antibiotik!
 - c. Sebut dan jelaskan macam-macam pemeriksaan makroskopis pada sampel urin!
2. Kumpulkan sebelum perkuliahan diakhiri!
3. Soal dikerjakan dalam waktu 15 menit!

D. PERSIAPAN

1. Mahasiswa menyiapkan kertas untuk mengerjakan soal
2. Mahasiswa menjawab pertanyaan
3. Lembar jawaban dikumpulkan kepada dosen

E. PETUNJUK PELAKSANAAN PRAKTIKUM

1. Pertanyaan pada soal tersebut di atas dikerjakan selama 15 menit!
2. Kumpulkan sebelum perkuliahan diakhiri!

F. PENILAIAN

Penilaian Quiz

Skor	Kriteria
5 (sangat baik)	Mahasiswa menjawab benar lebih dari 80% dari seluruh pertanyaan sesuai dengan kunci jawaban
4 (baik)	Mahasiswa menjawab benar kurang dari 79% dan lebih dari 60% dari seluruh pertanyaan sesuai kunci jawaban.
3 (cukup)	Mahasiswa menjawab benar kurang dari 59% dan lebih dari 40% dari seluruh pertanyaan sesuai kunci jawaban
2 (kurang)	Mahasiswa menjawab benar kurang dari 39% dan lebih dari 20% dari seluruh pertanyaan sesuai kunci jawaban.
1 (buruk)	Mahasiswa menjawab benar kurang dari 19% dari seluruh pertanyaan sesuai kunci jawaban.
0 (sangat buruk)	Mahasiswa tidak mampu menjawab sama sekali

Penetapan Nilai Akhir:

$$NA = \frac{(5 \times 3 \text{ poin})}{15} \times 100$$

BAB V

KONSEP DASAR VIROLOGI

A. KOMPETENSI DASAR DAN INDIKATOR

1. KOMPETENSI DASAR:

Mahasiswa mampu menjelaskan konsep dasar virologi dengan tepat

2. INDIKATOR:

- a. Mahasiswa mampu menjelaskan pertumbuhan dan perkembangan virus
- b. Mahasiswa mampu menjelaskan obat antiviral

B. URAIAN MATERI

1. Pertumbuhan dan Perkembangan Virus

a. Sejarah virus

Secara umum virus merupakan partikel tersusun atas elemen genetik (genom) yang mengandung salah satu asam nukleat yaitu asam deoksiribonukleat (DNA) atau asam ribonukleat (RNA) yang dapat berada dalam dua kondisi yang berbeda, yaitu secara intraseluler dalam tubuh inang dan ekstraseluler diluar tubuh inang. Virus memiliki sifat hidup dan mati. Sifat hidup (seluler) yaitu memiliki asam nukleat namun tidak keduanya (hanya DNA atau RNA), dapat bereproduksi dengan replikasi dan hanya dapat dilakukan didalam sel inang (parasit obligat intraseluler). Sifat mati (aseluler) yaitu dapat di kristalkan dan dicairkan. Struktur berbeda dengan sel dan tidak melakukan metabolisme sel. Beberapa tokoh dalam penemuan virus pertama yaitu:

- 1) Adoft Mayer (1883, Jerman)
- 2) Dmitri Ivanovski (1892, Rusia)
- 3) W. Beijerinck (1896, Belanda)
- 4) Wendel M. Stanley (1935, Amerika)

b. Bentuk dan ukuran virus

Bentuk virus bervariasi dari segi ukuran, bentuk dan komposisi kimianya. Bentuk virus ada yang berbentuk bulat, oval, memanjang, silindaris, dan ada juga yang berbentuk T. Ukuran virus sangat kecil, hanya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop elektron, ukuran virus lebih kecil daripada bakteri. Ukurannya berkisar dari 0,02 mikrometer sampai 0,3 mikrometer ($1 \mu\text{m} = 1/1000 \text{ mm}$). Unit pengukuran virus biasanya dinyatakan dalam nanometer (nm). 1 nm adalah 1/1000 mikrometer dan seperjuta milimeter.

1) Kapsid

Adalah lapisan pembungkus tubuh virus yang tersusun atas protein.

2) Isi

Terdapat di sebelah dalam kapsid berupa materi genetik/ molekul pembawa sifat keturunan yaitu DNA atau RNA.

3) Kepala

Kepala virus berisi DNA, RNA dan diselubungi oleh kapsid.

4) Ekor

Serabut ekor adalah bagian yang berupa jarum dan berfungsi untuk menempelkan tubuh virus pada sel inang. Ekor ini melekat pada kepala kapsid.

c. Pengebangbiakan virus

Virus memanfaatkan metabolisme sel penjamu untuk membantu sintesis protein virus dan virion baru. Untuk tujuan diagnostik, sebagian besar virus

ditumbuhkan dalam biakan sel, baik turunan sel sekunder atau kontinu (pemakaian telur embrionik dan hewan percobaan untuk membiakan virus hanya dilakukan untuk investigasi khusus). Jenis biakan sel untuk mengembangbiakan virus sering berasal dari jaringan tumor, yang dapat digunakan secara terus menerus.

2. Obat Antiviral

Virus hanya dapat ditanggulangi oleh antibodi selama masih berada di dalam darah. Bila virus sudah masuk ke dalam sel, segera system-interferon dengan khasiat antiviralnya turun tangan, lazimnya dalam beberapa jam setelah dimulainya infeksi. Interferon adalah protein yang dibentuk oleh sel-sel terinfeksi virus dengan maksud melindungi sel-sel lain terhadap penyebaran infeksi. Virus tidak bisa bereplikasi lagi dalam sel-sel yang telah berkontak dengan interferon.

Selama bertahun-tahun terdapat anggapan bahwa sangatlah sulit untuk mendapatkan kemoterapi antivirus dengan selektivitas yang tinggi. Siklus replikasi virus yang dianggap sangat mirip dengan metabolisme normal manusia menyebabkan setiap usaha untuk menekan reproduksi virus juga dapat membahayakan sel yang terinfeksi.

Berkembangnya ilmu pengetahuan dan pengertian yang lebih dalam mengenai tahap-tahap spesifik dalam replikasi virus sebagai target kemoterapi antivirus, semakin jelas bahwa kemoterapi pada infeksi virus dapat dicapai dan reproduksi virus dapat ditekan dengan efek yang minimal pada sel hospes.

C. TUGAS PRAKTIKUM

Tugas diskusi kelompok

1. Membuat paper!
2. Tiap mahasiswa membuat paper tentang konsep dasar virologi
3. Tugas dikumpulkan pada pertemuan berikutnya!

D. PERSIAPAN

1. Melakukan penelusuran materi/jurnal
2. Menyiapkan alat dan bahan untuk berdiskusi dan membuat paper
3. Paper dikumpulkan dalam bentuk *hardfile/print out*

E. PETUNJUK PELAKSANAAN PRAKTIKUM

1. Tempat pelaksanaan di rumah
2. Mencari materi sesuai tema paper yang ditentukan
3. Membuat paper
4. Paper dikumpulkan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan oleh pengajar/pembimbing.

F. PETUNJUK PENULISAN LAPORAN PRAKTIKUM

1. Penulisan paper
Laporan praktikum dibuat dalam bentuk paper dengan sistematika sebagai berikut:
 - a. Tema atau judul paper
 - b. Teori praktikum
 - c. Analisis
 - d. Kesimpulan
 - e. Daftar pustaka
2. Penyerahan paper

3. Paper dikumpulkan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan oleh pengajar/instruktur.

G. PENILAIAN

Penilaian Paper

No	Aspek	Skor dan Kriteria		
		3	2	1
1	Sistematika laporan	Laporan lengkap dan terorganisasi dengan	Laporan lengkap namun tidak terorganisasi dengan baik	Laporan tidak lengkap dan tidak terorganisasi dengan baik
2.	Tata tulis (Penggunaan huruf capital, huruf miring, tanda baca) dan Bahasa	Tata tulis benar dan menggunakan Bahasa yang benar dan baku	Salah satunya, tata tulis tidak benar atau bahasa tidak benar dan tidak baku.	Tata tulis tidak benar, dan Bahasa tidak benar dan tidak baku
3.	Pendahuluan	Uraian latar belakang sesuai dengan topik praktik	Uraian latar belakang kurang sesuai dengan topik praktik	Uraian latar belakang tidak sesuai dengan topik praktik
4.	Analisis	Hasil analisis dan pembahasan tepat sesuai konteks	Hasil analisis tepat, namun pembahasan kurang tepat.	Hasil analisis data dan pembahasan tidak tepat.
5.	Kesimpulan	Tepat menarik kesimpulan sesuai dengan tujuan praktik dan perolehan data	Kurang tepat menarik kesimpulan, salah satunya, karena tidak sesuai tujuan praktik atau perolehan data	Kesimpulan tidak sesuai dengan tujuan praktik dan perolehan data
6	Referensi	Referensi yang digunakan berusia 3 tahun terakhir	Referensi yang digunakan berusia 5 tahun terakhir	Referensi yang digunakan berusia lebih dari 5 tahun
7	Ketepatan Waktu	Tugas dikumpulkan tepat waktu atau sebelum batas waktu.	Tugas dikumpulkan lewat 1 hari setelah batas waktu.	Tugas dikumpulkan setelah lewat 2 atau lebih

Penetapan Nilai Akhir:

$$NA = \frac{(3 \times 7 \text{ poin})}{21} \times 100$$

BAB VI

KONSEP DASAR MIKOLOGI

A. KOMPETENSI DASAR DAN INDIKATOR

1. KOMPETENSI DASAR:

Mahasiswa mampu menjelaskan konsep dasar mikologi dengan tepat

2. INDIKATOR:

- a. Mahasiswa mampu menjelaskan struktur dan klasifikasi jamur
- b. Mahasiswa mampu menjelaskan pertumbuhan dan perkembangan jamur
- c. Mahasiswa mampu menjelaskan obat anti jamur

B. URAIAN MATERI

1. Struktur dan Klasifikasi Jamur

a. Struktur Jamur

Jamur didefinisikan sebagai organisme eukariotik yang mempunyai inti dan organel. Jamur tersusun dari hifa yang merupakan benang-benang sel tunggal panjang, sedangkan kumpulan hifa disebut dengan miselium. Miselium merupakan massa benang yang cukup besar dibentuk dari hifa yang saling membelit pada saat jamur tumbuh. Jamur mudah dikenal dengan melihat warna miseliumnya.

Bagian penting tubuh jamur adalah suatu struktur berbentuk tabung menyerupai seuntai benang panjang, ada yang tidak bersekat dan ada yang bersekat. Pada satu koloni jamur ada hifa yang menjalar (hifa vegetatif) berfungsi untuk menyerap nutrisi dari substrat dan menyangga alat-alat reproduksi dan ada hifa yang menegak (hifa fertil) yang menghasilkan alat-alat pembiak yang disebut spora.

Jamur sederhana berupa sel tunggal atau benang-benang hifa saja. Jamur tingkat tinggi terdiri dari anyaman hifa yang disebut prosenkim atau pseudoparenkim. Prosenkim adalah jalinan hifa yang kendor dan pseudoparenkim adalah anyaman hifa yang lebih padat dan seragam.

b. Klasifikasi Jamur

Jamur terdiri dari empat kelas utama yaitu:

- 1) Chitridiomycetes
- 2) Zygomycetes
- 3) Ascomycetes
- 4) Basidiomycetes

Jamur yang belum diketahui cara perkembangbiakan secara generatifnya dikelompokkan ke dalam kelas Deuteromycetes. Deuteromycetes disebut juga jamur imperfecti (jamur tidak sempurna). Penamaan atau pengelompokan ini bersifat sementara, apabila telah diketahui cara reproduksi generatifnya (pembentukan askus) maka dikelompokkan ke dalam kelas Ascomycetes.

2. Pertumbuhan dan Perkembangan Jamur

Faktor-faktor pertumbuhan jamur meliputi kelembaban yang tinggi, persediaan oksigen, dan persediaan bahan organik. Jamur merupakan saprofit dan dapat hidup dari bahan organik yang telah mati atau yang mengalami pembusukan. Jamur akan mencari dan mengabsorpsi molekul-molekul organik. Melewati dinding selnya, jamur dapat mengabsorpsi molekul-molekul kecil yang kemudian diabsorpsi dan digunakan secara langsung atau disusun menjadi molekul organik dalam sel.

Spora jamur memiliki berbagai bentuk dan ukuran, dan dapat dihasilkan secara seksual maupun aseksual. Spora adalah organisme uniseluler, tetapi ada juga spora multiseluler. Spora dihasilkan di dalam atau dari struktur hifa yang terspesialisasi. Ketika kondisi lingkungan memungkinkan pertumbuhan yang cepat, jamur memperbanyak diri dengan menghasilkan banyak spora secara aseksual.

Menurut Peltzar (1986), spora seksual dihasilkan dari peleburan dua nukleus. Ada beberapa spora seksual yaitu askospora, basidiospora, zigospora, dan oospora. Jamur dapat melakukan reproduksi secara seksual (generatif) maupun aseksual (vegetatif). Jamur memperbanyak diri dengan cara memproduksi sejumlah besar spora aseksual jika kondisi habitat sesuai. Untuk mendapatkan kebutuhan energinya.

3. Obat Anti Jamur

- a. Amfoterisin B
- b. Ketokenazol
- c. Flusitosin
- d. Griseofulvin
- e. Golongan Imidazol
- f. Nistatin

C. TUGAS PRAKTIKUM

1. Jawab pertanyaan pada soal tersebut!
 - a. Sebutkan struktur dari fungi secara lengkap!
 - b. Sebutkan kelas-kelas jamur beserta contohnya!
 - c. Bagaimana reproduksi jamur? Jelaskan!
2. Kumpulkan sebelum perkuliahan dimulai!
3. Soal dikerjakan dalam waktu 15 menit

D. PERSIAPAN

1. Mahasiswa menyiapkan kertas untuk mengerjakan soal
2. Mahasiswa menjawab pertanyaan
3. Lembar jawaban dikumpulkan kepada dosen

E. PETUNJUK PELAKSANAAN PRAKTIKUM

1. Pertanyaan pada soal tersebut di atas dikerjakan selama 15 menit!
2. Kumpulkan sebelum perkuliahan dimulai!

F. PENILAIAN

Penilaian Quiz

Skor	Kriteria
5 (sangat baik)	Mahasiswa menjawab benar lebih dari 80% dari seluruh pertanyaan sesuai dengan kunci jawaban
4 (baik)	Mahasiswa menjawab benar kurang dari 79% dan lebih dari 60% dari seluruh pertanyaan sesuai kunci jawaban.
3 (cukup)	Mahasiswa menjawab benar kurang dari 59% dan lebih dari 40% dari seluruh pertanyaan sesuai kunci jawaban
2 (kurang)	Mahasiswa menjawab benar kurang dari 39% dan lebih dari 20% dari seluruh pertanyaan sesuai kunci jawaban.
1 (buruk)	Mahasiswa menjawab benar kurang dari 19% dari seluruh pertanyaan sesuai kunci jawaban.
0 (sangat buruk)	Mahasiswa tidak mampu menjawab sama sekali

Penetapan Nilai Akhir:

$$NA = \frac{(5 \times 3 \text{ poin})}{15} \times 100$$

BAB VII

METABOLISME MIKROORGANISME

A. KOMPETENSI DASAR DAN INDIKATOR

1. KOMPETENSI DASAR:

Mahasiswa mampu menjelaskan metabolisme mikroorganisme dengan tepat

2. INDIKATOR:

- a. Mahasiswa mampu menjelaskan anabolisme dan katabolisme
- b. Mahasiswa mampu menjelaskan produksi energi oleh mikroba
- c. Mahasiswa mampu menjelaskan ciri dan sifat enzim
- d. Mahasiswa mampu menjelaskan mekanisme kerja enzim
- e. Mahasiswa mampu menjelaskan peranan dan penamaan enzim
- f. Mahasiswa mampu menjelaskan pengendalian enzim

B. URAIAN MATERI

1. Anabolisme dan Katabolisme

Metabolisme merupakan seluruh peristiwa reaksi-reaksi kimia yang berlangsung dalam sel makhluk hidup. Metabolisme terdiri atas dua proses, yaitu anabolisme dan katabolisme.

Anabolisme adalah penyusunan senyawa kimia sederhana menjadi senyawa kimia atau molekul kompleks. Energi yang digunakan berupa energi cahaya ataupun energi kimia. Energi tersebut, selanjutnya digunakan untuk mengikat senyawa-senyawa sederhana menjadi senyawa yang lebih kompleks. Anabolisme yang menggunakan energi cahaya dikenal dengan fotosintesis, sedangkan anabolisme yang menggunakan energi kimia dikenal dengan kemosintesis.

Katabolisme adalah reaksi pemecahan/pembongkaran senyawa kompleks menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana dengan menghasilkan energi yang dapat digunakan organisme untuk melakukan aktivitasnya. Fungsi reaksi katabolisme adalah untuk menyediakan energi dan komponen yang dibutuhkan oleh reaksi anabolisme.

2. Produksi Energi oleh Mikroba

Bakteri dapat mengubah zat kimia dan energi radiasi kebentuk yang berguna untuk kehidupannya melalui proses respirasi, fermentasi dan fotosintesis.

a. Respirasi

Respirasi merupakan proses disimilasi, yaitu proses penguraian zat yang membebaskan energi kimia yang tersimpan dalam suatu senyawa organik. Berdasarkan kebutuhan terhadap oksigen bebas, respirasi dibedakan atas dua macam, yaitu:

1) Respirasi aerob

Adalah respirasi yang membutuhkan oksigen bebas, terjadi didalam sitoplasma dan berlangsung melalui empat tahap, yaitu:

- a) Glikolisis
- b) Dekarboksilasi Oksidatif Asam Piruvat
- c) Siklus Krebs (Daur Asam Sitrat)
- d) Transpor Elektron

2) Respirasi anaerob (fermentasi)

Adalah respirasi yang tidak membutuhkan oksigen bebas atau proses pembebasan energi tanpa oksigen. Ciri-ciri dari fermentasi adalah:

- a) Terjadi pada organisme yang tidak membutuhkan oksigen bebas.

- b) Tidak terjadi penyaluran elektron ke siklus krebs dan transpor elektron.
- c) Energi (ATP) yang terbentuk lebih sedikit jika dibandingkan dengan respirasi aerob yaitu 2 molekul ATP setiap mol glukosa.
- d) Jalur yang ditempuh ialah glikolisis dan pembentukan alkohol (fermentasi alkohol) dan pembentukan asam laktat.
- e) Menghasilkan produk berupa asam-asam organik, alkohol dan gas.
- f) Organisme anaerobik juga menghasilkan energi, yaitu melalui reaksi-reaksi yang disebut fermentasi yang menggunakan bahan organik sebagai donor dan akseptor elektron.

b. Fotosintesis

Adalah suatu proses biokimia pembentukan zat makanan karbohidrat yang dilakukan oleh tumbuhan, terutama tumbuhan yang mengandung zat hijau daun atau klorofil. Selain tumbuhan berklorofil, makhluk hidup non-klorofil lain yang berfotosintesis adalah alga dan beberapa jenis bakteri.

Pada algae, tumbuhan dan beberapa prokariotik terdapat 2 reaksi utama yaitu Photophosphorylation (reaksi terang) dan fiksasi karbon dioksida (reaksi gelap).

Pada kelompok bakteri dibedakan menjadi dua yaitu *anoxygenic* dan *oxygenic photosynthesis*.

3. Struktur Enzim

Enzim merupakan substansi yang ada dalam sel dalam jumlah yang amat kecil dan mampu menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan yang berkaitan dengan proses-proses seluler dan kehidupan. Keseluruhan bagian enzim yang disebut *holoenzim* tersusun atas dua komponen utama, yaitu:

a. Komponen protein (*apoenzim*)

Fungsi enzim sangat ditentukan oleh gugus apoenzimnya. Bagian pada gugus protein yang berfungsi sebagai pusat katalitik enzim disebut sisi aktif.

b. Komponen nonprotein (gugus *prostetik*).

1) Gugus kofaktor

Gugus *kofaktor* tersusun atas zat anorganik yang umumnya berupa logam, misalnya Cu, Fe, Mn, Zn, Ca, K dan Co.

2) Gugus koenzim.

Gugus *koenzim* merupakan senyawa organik nonprotein yang tidak melekat erat pada bagian protein enzim, contohnya NAD, NADP dan koenzim A.

Ada dua tipe enzim yaitu:

a. Eksoenzim (enzim ekstraseluler/enzim di luar sel)

Fungsi utama dari eksoenzim adalah melangsungkan perubahan-perubahan pada nutrisi di sekitarnya sehingga memungkinkan nutrisi tersebut memasuki sel dengan mengambil zat makanan yang ada di sekeliling sel. Misalnya, enzim amilase menguraikan zat pati menjadi unit-unit gula yang lebih kecil.

b. Endoenzim (enzim intraseluler/enzim di dalam sel)

Fungsi endoenzim untuk mensintesis bahan seluler dan menguraikan nutrisi untuk menyediakan energi yang dibutuhkan oleh sel, misalnya heksokinase mengkatalisis fosforilase glukosa dan heksosa (senyawa-senyawa gula sederhana) di dalam sel.

4. Sifat Enzim

Sebagai molekul zat yang mempunyai peranan besar dalam metabolisme, enzim memiliki beberapa sifat penting yaitu:

a. Enzim adalah suatu protein

b. Bekerja secara khusus (spesifik)

- c. Enzim sebagai katalisator
- d. Dapat digunakan berulang kali
- e. Rusak oleh panas
- f. Dapat bekerja bolak-balik

5. Mekanisme Kerja Enzim

Reaksi enzimatik akan berlangsung apabila substrat tersedia dan bagian sisi aktif enzim dalam keadaan kosong. Substrat akan memasuki bagian sisi aktif enzim dan bagian sisi aktif tersebut akan mengalami perubahan bentuk dengan mengelilingi substrat. Kemudian terbentuklah ikatan lemah enzim-substrat. Di dalam sisi aktif, substrat akan diubah menjadi produk, selanjutnya akan dilepaskan dari enzim. Begitu seterusnya sampai bagian sisi aktif tersebut dapat ditempati oleh substrat yang lain. Mekanisme kerja enzim dapat dijelaskan dengan dua hipotesis yaitu:

- a. Hipotesis Gembok dan Anak Kunci (*Lock and Key*)
- b. Hipotesis *Induced Fit*

6. Faktor yang Mempengaruhi Kerja Enzim

- a. Suhu
- b. pH
- c. Zat penghambat (inhibitor)
- d. Konsentrasi substrat
- e. Hasil akhir

7. Peranan dan Penamaan Enzim

Untuk menamakan enzim digunakan akhiran *-ase* dan ini hanya digunakan untuk enzim tunggal. Untuk penamaan suatu kompleks yang terdiri dari beberapa enzim didasarkan pada reaksi keseluruhan yang dikatalisis olehnya menggunakan sistem. Nama resmi atau nama sistematik dibentuk menurut aturan-aturan yang pasti, memberikan petunjuk mengenai apa substratnya dan macam reaksi yang dikatalisisnya. Enzim dibedakan menjadi enam kelompok, yaitu: *oksidoreduktase*, *transferase*, *hidrolase*, *liase*, *isomerase* dan *ligase*.

8. Pengendalian Enzim

Enzim bekerja secara serentak dan terkoordinasi sehingga semua kegiatan kimiawi dalam sel menjadi saling terpadu. Salah satu akibatnya yang jelas adalah sel hidup membutuhkan dan menguraikan bahan-bahan yang dibutuhkan bagi metabolisme dan pertumbuhan normal. Hal ini mengisyaratkan adanya mekanisme pengendalian metabolisme selular yang tepat yang pada akhirnya menyangkut pengendalian kegiatan enzim. Aktivitas enzim dapat diatur melalui 2 cara, yaitu pengendalian katalis secara langsung dan pengendalian genetik.

C. TUGAS PRAKTIKUM

1. Bagi kelas menjadi 5 kelompok!
2. Tiap kelompok membuat makalah tentang metabolisme mikroorganisme!
3. Tugas dikumpulkan pada pertemuan berikutnya dan presentasi dengan media PPT!

D. PERSIAPAN

1. Melakukan penelusuran materi/jurnal
2. Menyiapkan alat dan bahan untuk berdiskusi dan membuat makalah
3. Makalah dikumpulkan dalam bentuk *hardfile/print out*

E. PETUNJUK PELAKSANAAN PRAKTIKUM

1. Tempat pelaksanaan di ruang kelas

2. Mahasiswa dibagi menjadi 5 kelompok
3. Mencari materi sesuai tema makalah yang ditentukan
4. Membuat makalah dan PPT
5. Makalah dikumpulkan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan oleh pengajar/pembimbing
6. Presentasi akan dinilai oleh dosen pembimbing

F. PETUNJUK PENULISAN LAPORAN PRAKTIKUM

1. Penulisan makalah

Laporan praktikum dibuat dalam bentuk makalah dengan sistematika sebagai berikut:

- a. Pendahuluan; memuat latar belakang dan tujuan praktikum
 - b. Tinjauan pustaka; memuat teori praktikum
 - c. Hasil dan pembahasan; berisikan hasil diksusi, kesesuaian dengan masalah dan teori yang ditemukan
 - d. Kesimpulan
 - e. Daftar pustaka
2. Penyerahan makalah
 3. Makalah dikumpulkan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan oleh pengajar/instruktur

G. PENILAIAN

Penilaian Makalah

No	Aspek	Skor dan Kriteria		
		3	2	1
1	Sistematika laporan (Laporan lengkap: Sampul, Kata Pengantar, Daftar isi, Pendahuluan (latar belakang dan tujuan praktik), Metode Paktik Lapang, Hasil dan Pembahasan, Kesimpulan dan atau saran, daftar pustaka.	Laporan lengkap dan terorganisasi dengan	Laporan lengkap namun tidak terorganisasi dengan baik	Laporan tidak lengkap dan tidak terorganisasi dengan baik
2.	Tata tulis (Penggunaan huruf capital, huruf miring, tanda baca) dan Bahasa	Tata tulis benar dan menggunakan Bahasa yang benar dan baku	Salah satunya, tata tulis tidak benar atau bahasa tidak benar dan tidak baku.	Tata tulis tidak benar, dan Bahasa tidak benar dan tidak baku
3.	Pendahuluan	Uraian latar belakang sesuai dengan topik praktik	Uraian latar belakang kurang sesuai dengan topik praktik	Uraian latar belakang tidak sesuai dengan topik praktik
4.	Hasil dan Pembahasan	Hasil analisis dan pembahasan tepat sesuai konteks	Hasil analisis tepat, namun pembahasan kurang tepat.	Hasil analisis data dan pembahasan tidak tepat.
5.	Kesimpulan	Tepat menarik kesimpulan sesuai dengan tujuan praktik dan perolehan data	Kurang tepat menarik kesimpulan, salah satunya, karena tidak sesuai tujuan praktik atau perolehan data	Kesimpulan tidak sesuai dengan tujuan praktik dan perolehan data
6	Referensi	Referensi yang digunakan berusia 3 tahun terakhir	Referensi yang digunakan berusia 5 tahun terakhir	Referensi yang digunakan berusia lebih dari 5 tahun

7	Ketepatan Waktu	Tugas dikumpulkan tepat waktu atau sebelum batas waktu.	Tugas dikumpulkan lewat 1 hari setelah batas waktu.	Tugas dikumpulkan setelah lewat 2 atau lebih
---	-----------------	---	---	--

Penetapan Nilai Akhir:

(3 x 7 poin)

$$NA = \frac{\text{-----}}{21} \times 100$$

Penilaian Presentasi

No.	Aspek	Skor dan Kriteria		
		3	2	1
1.	Komunikasi	Komunikasi lancar dan baik	Komunikasi sedang	Tidak ada komunikasi
2.	Sistematika penyampaian	Penyampaian sistematis	Penyampaian kurang sistematis	Penyampaian tidak sistematis
3.	Wawasan	Wawasan luas	Wawasan sedang	Wawasan kurang
4.	Keberanian	Keberanian baik	Keberanian sedang	Tidak ada keberanian
5.	Antusiasme	Antusias	Kurang antusias	Tidak antusias
6.	Penampilan	Penampilan baik	Penampilan cukup	Penampilan kurang Baik

Penetapan Nilai Akhir:

(3 x 6 poin)

$$NA = \frac{\text{-----}}{18} \times 100$$

Penilaian Power Point

No.	Aspek	Skor dan kriteria		
		3	2	1
1.	Kesesuaian dengan materi	Sesuai	Kurang sesuai	Tidak sesuai
2.	Pesan singkat, padat, dan jelas	Slide berisi poin-poin singkat dengan informasi yang padat serta jelas	Slide berisi poin-poin singkat, namun informasi kurang jelas	Slide terlalu panjang dan susah untuk dimengerti
3.	Kemudahan untuk dibaca	Ukuran tulisan dan pemilihan warna sesuai sehingga mudah untuk dibaca	Ukuran tulisan dan pemilihan warna kurang sesuai sehingga menyulitkan untuk membaca	Ukuran dan pemilihan warna tulisan tidak sesuai sehingga tidak dapat dibaca
4.	Desain slide	Menarik	Kurang menarik	Tidak menarik
5.	Urutan slide	Terstruktur dengan baik	Kurang terstruktur dengan baik	Tidak terstruktur dengan baik

Penetapan Nilai Akhir:

(3 x 5 poin)

$$NA = \frac{\text{-----}}{15} \times 100$$

BAB VIII

NUTRISI DAN KULTUR MIKROORGANISME

A. KOMPETENSI DASAR DAN INDIKATOR

1. KOMPETENSI DASAR:

Mahasiswa mampu menjelaskan nutrisi dan kultur mikroorganisme dengan tepat.

2. INDIKATOR:

- a. Mahasiswa mampu menjelaskan prinsip nutrisi mikroorganisme
- b. Mahasiswa mampu menjelaskan nutrisi yang diperlukan mikroorganisme
- c. Mahasiswa mampu menjelaskan kondisi fisik yang diperlukan untuk pertumbuhan
- d. Mahasiswa mampu menjelaskan metode kultivasi mikroorganisme
- e. Mahasiswa mampu menjelaskan teknik kultivasi mikroorganisme

B. URAIAN MATERI

1. Prinsip Nutrisi Mikroorganisme

Berdasarkan cara-cara pengambilan nutrient maka mikroba dibagi menjadi dua yaitu:

a. Jasad osmotrof

Jasad osmotrof mengambil nutrisi dalam bentuk larutan, misalnya bakteri dan fungi. Jasad osmotrof mengeluarkan eksoenzim untuk memecah molekul besar dan selanjutnya diserap ke dalam sel untuk digunakan.

b. Jasad fagotrof

Jasad fagotrof mengambil nutrisi secara fagositosis lalu dicerna di dalam vakuola makanan, misalnya protozoa.

2. Nutrisi yang Diperlukan Mikroorganisme

Mikroba memerlukan nutrisi sebagai sumber materi dan energi untuk menyusun komponen sel seperti genom, membran plasma dan dinding sel. Bentuk nutrisi yang diperlukan bermacam-macam, tergantung jenis mikroba. Tipe nutrisi yang dijumpai di antara mikroba:

- a. Kegiatan sel seperti biosintesis komponen sel, transport nutrisi ke dalam sel dan motilitas memerlukan energi.
- b. Semua jasad hidup memerlukan karbon sebab unsur karbon terdapat dalam semua mikromolekul penyusun sel seperti protein, karbohidrat, asam nukleat dan lipid.
- c. Semua jasad hidup memerlukan sulfur (belerang) dan fosfor.
- d. Semua jasad hidup memerlukan nitrogen sebab nitrogen dipergunakan untuk mensintesis asam amino, nukleotida dan vitamin.
- e. Semua jasad hidup memerlukan beberapa unsur logam, natrium, kalium, kalsium, magnesium, mangan, besi, seng, tembaga dan kobalt untuk pertumbuhannya yang normal.
- f. Semua jasad hidup memerlukan vitamin (senyawa organik yang penting untuk pertumbuhan).
- g. Oksigen merupakan unsure yang terdapat dalam molekul hayati seperti asam amino, nukleotida, gliserida dan molekul lain.
- h. Semua jasad hidup memerlukan air bagi kehidupannya karena semua aktivitas metabolisme terjadi dalam lingkungan air.

3. Kondisi Fisik yang Diperlukan untuk Pertumbuhan

Untuk berhasilnya kultivasi mikroba diperlukan suatu kombinasi nutrisi serta lingkungan fisik yang sesuai. Ada 5 parameter lingkungan yang utama yang perlu

diperhatikan dalam menumbuhkan mikroba yaitu temperature, kelembaban (RH), kadar oksigen, pH dan osmosis.

4. Metode Kultivasi Mikroorganisme

Di habitat alamnya, mikroorganisme biasanya tumbuh dalam populasi yang kompleks dan terdiri dari beberapa spesies. Oleh karena itu, diperlukan suatu teknik untuk memisahkan populasi yang kompleks ini menjadi spesies yang berbeda-beda sebagai biakan murni. Biakan murni adalah suatu populasi sel yang ditumbuhkan dari satu sel induk.

Proses isolasi dan upaya mempertahankan keadaan murni memerlukan teknik aseptik. Oleh karena itu, sebelum mengkultur suatu mikroba harus dilakukan suatu proses sterilisasi.

5. Teknik Kultivasi Mikroorganisme

Setelah semua bahan dan alat yang akan digunakan dalam proses kultivasi disterilkan, maka dimulailah proses isolasi untuk mendapatkan biakan murni. Bahan yang diinokulasikan pada medium disebut inokulum. Beberapa teknik inokulasi yang umum dilakukan di laboratorium mikrobiologi adalah:

- a. Teknik Penyebaran (The Spread-Plate Technique)
- b. Teknik Goresan (The Streak-Plate Technique)
- c. Teknik lempeng tuang (Pour Plate Technique)

C. TUGAS PRAKTIKUM

1. Jawab pertanyaan pada soal tersebut!
 - a. Sebut dan jelaskan tipe nutrisi yang dijumpai diantara mikroba!
 - b. Jelaskan 5 parameter yang perlu diperhatikan dalam menumbuhkan mikroba!
 - c. Jelaskan tentang teknik lempeng tuang (Pour Plate Technique)!
2. Kumpulkan sebelum perkuliahan di akhiri!
3. Soal dikerjakan dalam waktu 15 menit!

D. PERSIAPAN

1. Mahasiswa menyiapkan kertas untuk mengerjakan soal
2. Mahasiswa menjawab pertanyaan
3. Lembar jawaban dikumpulkan kepada dosen

E. PETUNJUK PELAKSANAAN PRAKTIKUM

1. Pertanyaan pada soal tersebut di atas dikerjakan selama 15 menit!
2. Kumpulkan sebelum perkuliahan di akhiri!

F. PENILAIAN

Penilaian Quiz

Skor	Kriteria
5 (sangat baik)	Mahasiswa menjawab benar lebih dari 80% dari seluruh pertanyaan sesuai dengan kunci jawaban
4 (baik)	Mahasiswa menjawab benar kurang dari 79% dan lebih dari 60% dari seluruh pertanyaan sesuai kunci jawaban.
3 (cukup)	Mahasiswa menjawab benar kurang dari 59% dan lebih dari 40% dari seluruh pertanyaan sesuai kunci jawaban
2 (kurang)	Mahasiswa menjawab benar kurang dari 39% dan lebih dari 20% dari seluruh pertanyaan sesuai kunci jawaban.
1 (buruk)	Mahasiswa menjawab benar kurang dari 19% dari seluruh pertanyaan sesuai kunci jawaban.
0 (sangat buruk)	Mahasiswa tidak mampu menjawab sama sekali

Penetapan Nilai Akhir:

$$\text{NA} = \frac{(5 \times 3 \text{ poin})}{15} \times 100$$

BAB IX

PERTUMBUHAN MIKROORGANISME

A. KOMPETENSI DASAR DAN INDIKATOR

1. KOMPETENSI DASAR:

Mahasiswa mampu menjelaskan pertumbuhan mikroorganisme dengan tepat.

2. INDIKATOR:

- a. Mahasiswa mampu menjelaskan fase-fase pertumbuhan mikroorganisme
- b. Mahasiswa mampu menjelaskan kecepatan pertumbuhan mikroorganisme dan waktu lipat dua
- c. Mahasiswa mampu menjelaskan macam-macam metode pengukuran pertumbuhan mikroorganisme
- d. Mahasiswa mampu menjelaskan faktor-faktor lingkungan pertumbuhan mikroorganisme
- e. Mahasiswa mampu menjelaskan kontrol terhadap pertumbuhan mikroorganisme
- f. Mahasiswa mampu menjelaskan syarat ideal memilih senyawa antimikroba dan faktor-faktor yang mempengaruhi kerja antimikroba

B. URAIAN MATERI

1. Fase-Fase Pertumbuhan Mikroorganisme

Ada 4 fase pertumbuhan mikroorganisme, yaitu:

- a. Fase lag
- b. Fase log
- c. Fase stationer
- d. Fase kematian

2. Kecepatan Pertumbuhan Mikroorganisme dan Waktu Lipat Dua

Pengetahuan mengenai kecepatan pertumbuhan (μ) bersifat penting dalam menentukan keadaan atau status kultur sebagai kesatuan. Waktu generasi (tg) adalah waktu yang dibutuhkan oleh suatu kultur untuk memperbanyak jumlah/massa/komponen sel sebanyak 2x lipat, disebut juga waktu lipat dua.

3. Macam-Macam Metode Pengukuran Pertumbuhan Mikroorganisme

- a. Metode langsung
 - 1) Metode langsung hitungan mikroskopik (menggunakan hemositometer) digunakan untuk mengukur pertumbuhan bakteri pada susu/vaksin.
 - 2) Metode hitungan cawan digunakan untuk mengukur pertumbuhan bakteri susu, air, makanan, dan tanah.
- b. Metode tidak langsung
 - 1) Berdasarkan kekeruhan, bila suspensi biakan cair & homogen
 - 2) Berdasarkan berat kering sel, bila suspensi biakan kental & tidak homogen
 - 3) Berdasarkan kadar nitrogen, bila suspensi biakan kental & tidak homogen
 - 4) Berdasarkan aktivitas biokimia, menggunakan uji mikrobiologis

4. Faktor-Faktor Lingkungan Pertumbuhan Mikroorganisme

- a. Suhu
- b. Derajat keasaman (pH)
- c. Kebutuhan oksigen
- d. Salinitas

5. Kontrol Terhadap Pertumbuhan Mikroorganisme

Kontrol terhadap pertumbuhan mikroorganisme dapat dilakukan dengan cara membunuh mikroorganisme, atau menghambat pertumbuhannya. Kontrol terhadap pertumbuhan dapat dilakukan secara:

- a. Fisik
- b. Kimia
- c. Biologi

6. Syarat Ideal Memilih Senyawa Antimikroba dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kerja Antimikroba

Yang harus diperhatikan dalam memilih bahan kimia sebagai senyawa antimikroba yaitu:

- a. Memiliki kemampuan untuk mematikan mikroorganisme dalam konsentrasi rendah pada spectrum luas, sehingga dapat membunuh berbagai mikroorganisme.
- b. Bisa larut dalam air atau pelarut lain sampai taraf yang diperlukan secara efektif.
- c. Memiliki stabilitas tinggi, jika dibiarkan dalam waktu relatif lama tidak kehilangan sifat antimikrobanya.
- d. Bersifat letal bagi mikroorganisme, tetapi aman bagi manusia maupun hewan.
- e. Bersifat homogen, sehingga komposisi selalu sama untuk setiap aplikasi dosis takaran.
- f. Senyawa tersedia dalam jumlah besar dengan harga yang pantas.
- g. Sifat bahan harus serasi.
- h. Dapat menentukan tipe mikroorganisme yang akan dibasmi.
- i. Aman terhadap lingkungan.

Faktor-faktor yang mempengaruhi kerja antimikroba yaitu:

- a. Konsentrasi bahan
Setiap mikroorganisme memerlukan konsentrasi yang berbeda untuk senyawa antimikroba yang sama dalam menghambat atau membunuh.
- b. Waktu
Setiap mikroorganisme memerlukan waktu yang berbeda-beda ketika dipaparkan terhadap suatu senyawa antimikroba untuk dapat menghambat atau mematikan.
- c. pH
Konsentrasi ion hydrogen mempengaruhi peranan bakterisida dengan cara mempengaruhi organisme dan bahan kimia dalam bakterisida tersebut.
- d. Temperatur
Pembunuhan bakteri oleh bahan kimia akan meningkat dengan suatu peningkatan temperature.
- e. Sifat organisme
Kemampuan suatu bahan tertentu bergantung pada komponen organisme yang diuji dengan bahan tersebut.
- f. Usia mikroorganisme
Tingkat kerentanan mikroorganisme sangat ditentukan oleh umur biakan mikroorganisme.
- g. Bahan ekstra
Adanya bahan organik seperti serum, darah atau nanah mempengaruhi aktivitas beberapa senyawa antimikroba.

C. TUGAS PRAKTIKUM

Tugas diskusi kelompok

1. Bagi kelas menjadi 4 kelompok!
2. Tiap kelompok membuat makalah tentang pertumbuhan mikroorganisme!
3. Tugas dikumpulkan pada pertemuan berikutnya dan presentasi dengan media PPT!

D. PERSIAPAN

1. Melakukan penelusuran materi/jurnal
2. Menyiapkan alat dan bahan untuk berdiskusi dan membuat makalah
3. Makalah dikumpulkan dalam bentuk *hardfile/print out*

E. PETUNJUK PELAKSANAAN PRAKTIKUM

1. Tempat pelaksanaan di ruang kelas
2. Mahasiswa dibagi menjadi 4 kelompok
3. Mencari materi sesuai tema makalah yang ditentukan
4. Membuat makalah dan PPT
5. Makalah dikumpulkan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan oleh pengajar/pembimbing.
6. Presentasi akan dinilai oleh dosen pembimbing

F. PETUNJUK PENULISAN LAPORAN PRAKTIKUM

1. Penulisan makalah
Laporan praktikum dibuat dalam bentuk makalah dengan sistematika sebagai berikut:
 - a. Pendahuluan; memuat latar belakang dan tujuan praktikum
 - b. Tinjauan pustaka; memuat teori praktikum
 - c. Hasil dan pembahasan; berisikan hasil diksusi, kesesuaian dengan masalah dan teori yang ditemukan.
 - d. Kesimpulan
 - e. Daftar pustaka
2. Penyerahan makalah
3. Makalah dikumpulkan sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan oleh pengajar/instruktur

G. PENILAIAN

Penilaian Makalah

No	Aspek	Skor dan Kriteria		
		3	2	1
1	Sistematika laporan (Laporan lengkap: Sampul, Kata Pengantar, Daftar isi, Pendahuluan (latar belakang dan tujuan praktik), Metode Paktik Lapang, Hasil dan Pembahasan, Kesimpulan dan atau saran, daftar pustaka.	Laporan lengkap dan terorganisasi dengan	Laporan lengkap namun tidak terorganisasi dengan baik	Laporan tidak lengkap dan tidak terorganisasi dengan baik
2.	Tata tulis (Penggunaan huruf capital, huruf miring, tanda baca) dan Bahasa	Tata tulis benar dan menggunakan Bahasa yang benar dan baku	Salah satunya, tata tulis tidak benar atau bahasa tidak benar dan tidak baku.	Tata tulis tidak benar, dan Bahasa tidak benar dan tidak baku
3.	Pendahuluan	Uraian latar belakang sesuai dengan topik praktik	Uraian latar belakang kurang sesuai dengan topik praktik	Uraian latar belakang tidak sesuai dengan topik praktik
4.	Hasil dan Pembahasan	Hasil analisis dan pembahasan tepat sesuai konteks	Hasil analisis tepat, namun pembahasan kurang tepat.	Hasil analisis data dan pembahasan tidak tepat.

5.	Kesimpulan	Tepat menarik kesimpulan sesuai dengan tujuan praktik dan perolehan data	Kurang tepat menarik kesimpulan, salah satunya, karena tidak sesuai tujuan praktik atau perolehan data	Kesimpulan tidak sesuai dengan tujuan praktik dan perolehan data
6	Referensi	Referensi yang digunakan berusia 3 tahun terakhir	Referensi yang digunakan berusia 5 tahun terakhir	Referensi yang digunakan berusia lebih dari 5 tahun
7	Ketepatan Waktu	Tugas dikumpulkan tepat waktu atau sebelum batas waktu.	Tugas dikumpulkan lewat 1 hari setelah batas waktu.	Tugas dikumpulkan setelah lewat 2 atau lebih

Penetapan Nilai Akhir:

(3 x 7 poin)

$$NA = \frac{\text{-----}}{21} \times 100$$

Penilaian Presentasi

No.	Aspek	Skor dan Kriteria		
		3	2	1
1.	Komunikasi	Komunikasi lancar dan baik	Komunikasi sedang	Tidak ada komunikasi
2.	Sistematika penyampaian	Penyampaian sistematis	Penyampaian kurang sistematis	Penyampaian tidak sistematis
3	Wawasan	Wawasan luas	Wawasan sedang	Wawasan kurang
4	Keberanian	Keberanian baik	Keberanian sedang	Tidak ada keberanian
5	Antusiasme	Antusias	Kurang antusias	Tidak antusias
6.	Penampilan	Penampilan baik	Penampilan cukup	Penampilan kurang baik

Penetapan Nilai Akhir:

(3 x 6 poin)

$$NA = \frac{\text{-----}}{18} \times 100$$

Penilaian Power Point

No.	Aspek	Skor dan kriteria		
		3	2	1
1.	Kesesuaian dengan materi	Sesuai	Kurang sesuai	Tidak sesuai
2.	Pesan singkat, padat, dan jelas	Slide berisi poin-poin singkat dengan informasi yang padat serta jelas	Slide berisi poin-poin singkat, namun informasi kurang jelas	Slide terlalu panjang dan susah untuk dimengerti
3.	Kemudahan untuk dibaca	Ukuran tulisan dan pemilihan warna sesuai sehingga mudah untuk dibaca	Ukuran tulisan dan pemilihan warna kurang sesuai sehingga menyulitkan untuk membaca	Ukuran dan pemilihan warna tulisan tidak sesuai sehingga tidak dapat dibaca
4.	Desain slide	Menarik	Kurang menarik	Tidak menarik
5.	Urutan slide	Terstruktur dengan baik	Kurang terstruktur dengan baik	Tidak terstruktur dengan baik

Penetapan Nilai Akhir:

(3 x 5 poin)

$$NA = \frac{\text{-----}}{15} \times 100$$

BAB X

KEANEKARAGAMAN MIKROORGANISME

A. KOMPETENSI DASAR DAN INDIKATOR

1. KOMPETENSI DASAR:

Mahasiswa mampu menjelaskan keanekaragaman mikroorganisme dengan tepat.

2. INDIKATOR:

- a. Mahasiswa mampu menjelaskan peran mikrobiota
- b. Mahasiswa mampu menjelaskan mikrobioma dan kesehatan
- c. Mahasiswa mampu menjelaskan mikrobioma pada bayi baru lahir
- d. Mahasiswa mampu menjelaskan mikrobioma dan pelayanan kesehatan
- e. Mahasiswa mampu menjelaskan konsep sistem imunologi

B. URAIAN MATERI

1. Peran Mikrobiota

Bakteri yang hidup di dalam tubuh manusia merupakan koloni bakteri yang bermanfaat. Peran mikrobioma adalah membantu mencerna makanan, mengatur sistem imun, dan perlindungan terhadap bakteri patogen. Mikrobioma berada di kulit, sistem gastrointestinal, saluran napas, dan saluran urogenital. Setiap individu memiliki respons berbeda pada metabolisme mikrobioma.

Disfungsi mikrobioma dapat menimbulkan penyakit seperti penyakit autoimun. Akumulasi mikroba penyebab penyakit akan menyebabkan perubahan aktivitas gen dan metabolik. Akibat perubahan tersebut adalah abnormalitas sistem imun, sehingga akan menyerang zat dan jaringan yang pada keadaan normal terdapat di dalam tubuh. Mikrobioma dipengaruhi oleh berbagai faktor misalnya gaya hidup, prosedur medis, diet, infeksi, obat-obatan, dan stres.

2. Mikrobioma dan Kesehatan

Mikrobioma merupakan faktor penting untuk proses perkembangan, imunitas, dan nutrisi manusia. Kecuali bakteri patogen, bakteri di dalam tubuh manusia tidak merugikan bahkan koloni bakteri adalah menguntungkan. Penyakit autoimun ternyata berhubungan dengan disfungsi pada mikrobioma tersebut.

Mikroba dengan berbagai ekspresi gennya bisa jadi meningkatkan risiko terjadinya penyakit. Hal tersebut disebabkan oleh adanya perubahan aktivitas gen dan proses metabolisme yang menghasilkan respons imun abnormal terhadap zat dan jaringan yang semula normal ada dalam tubuh. Diduga penyakit autoimun ditularkan dalam keluarga bukan hanya melalui DNA orang tuanya tetapi dengan mewarisi mikrobioma keluarga.

3. Mikrobioma pada Bayi Baru Lahir

Bayi baru lahir berada dalam kondisi steril tanpa koloni bakteri namun ketika lahir melewati vagina ibu yang normal, bayi mendapatkan bakteri dari saluran vagina ibu yaitu *Lactobacillus johnsonii*. Bakteri tersebut bermanfaat membantu pencernaan ASI. Pada bayi yang lahir melalui operasi sesar, bayi tidak mendapatkan mikroba yang sama dengan bayi yang lahir normal.

Pada bayi yang menyusui langsung akan mendapat mikrobioma dari kulit ibu, sedangkan yang tidak minum ASI mendapatkan mikrobioma normal manusia lebih sedikit sehingga kondisi imunnya berkurang.

4. Mikrobioma dan Pelayanan Kesehatan

Penggunaan mikrobioma untuk penatalaksanaan penyakit *non- communicable disease and conditions* (NCDs) akan membuat pelayanan kesehatan menjadi lebih baik. NCDs dapat berkembang menjadi penyakit sistemik yang berawal dari penyakit di

jaringan atau organ. Manifestasinya dapat berupa penyakit alergi, autoimun, inflamasi, metabolik, serta gangguan saraf yang mempengaruhi perilaku dan degeneratif.

Pelayanan kesehatan memiliki 2 tantangan. Tantangan pertama adalah peningkatan NCDs, seperti asma, alergi makanan, obesitas, diabetes, autisme, dan penyakit alzheimer. Penanganan NCDs membutuhkan jangka waktu panjang, sehingga dapat menurunkan kualitas hidup. Tantangan kedua adalah terjadinya resistensi obat akibat penggunaan antibiotik yang tidak rasional. Salah satu solusi dalam penanganan masalah tersebut adalah menggunakan mikrobioma.

5. Konsep Sistem Immunologi

a. Dasar-Dasar Immunologi (Antigen dan Antibodi)

Imunologi adalah cabang ilmu biomedis yang berkaitan dengan respons organisme terhadap penolakan antigenic, pengenalan diri sendiri dan bukan dirinya, serta semua efek biologis, serologis dan kimia fisika fenomena imun. Tubuh manusia memiliki suatu sistem yaitu sistem imun yang melindungi tubuh terhadap unsur-unsur patogen. Reaksi imunologis merupakan mekanisme yang berkaitan dengan pertahanan host terhadap suatu antigen seluler ataupun non seluler. Test imunologis secara *in vitro* dapat digunakan sebagai test diagnostik yang membantu diagnose suatu penyakit dan imunoprofilaksis secara luas.

1) Sel T dan Sel B

2) Antibodi

Macam-macam antibodi yaitu Immunoglobulin G, Immunoglobulin A, Immunoglobulin M, Immunoglobulin E, dan Immunoglobulin D

3) Antigen

Antigen merupakan sebuah zat yang menstimulasi tanggapan imun, terutama dalam produksi antibodi. Sistem kekebalan atau sistem imun adalah sistem perlindungan pengaruh luar biologis yang dilakukan oleh sel dan organ khusus pada suatu organisme.

b. Interaksi Antigen dengan Antibodi

Antibodi adalah molekul protein (immunoglobulin) yang memiliki satu atau lebih tempat perlekatan (combining sites) yang disebut paratope. Antigen adalah molekul asing yang mendatangkan suatu respon spesifik dari limfosit. Interaksi antigen antibodi merupakan interaksi kimiawi yang dapat dianalogikan dengan interaksi enzim dengan substratnya. Spesifitas kerja antibodi mirip dengan enzim.

Sel-sel kunci dalam respon antigen-antibodi adalah sel limfosit. Terdapat dua jenis limfosit yang berperan, yaitu limfosit B dan T. Keduanya berasal dari sel tiang yang sama dalam sumsum tulang. Pendewasaan limfosit B terjadi di Bursa Fabricius pada unggas, sedangkan pada mamalia terjadi di hati fetus, tonsil, usus buntu dan jaringan limfoid dalam dinding usus. Pendewasaan limfosit T terjadi di organ timus. Sistem kebal atau imun terdiri dari dua macam, yaitu sistem kebal humoral dan seluler. Limfosit B bertanggung jawab terhadap sistem kebal humoral. Limfosit T bertanggung jawab terhadap kekebalan seluler.

c. Hypersensitivitas dan Imunisasi

Istilah reaksi alergi digunakan untuk menunjukkan adanya reaksi yang melibatkan antibodi IgE. Jika antibodi IgE berhadapan dengan antigen (dalam hal ini disebut alergen), maka sel-sel tersebut didorong untuk melepaskan zat-zat atau mediator kimia yang dapat merusak atau melukai jaringan di sekitarnya. Alergen bisa berupa partikel debu, serbuk tanaman, obat atau makanan.

Kebanyakan reaksi terdiri dari mata berair, mata terasa gatal dan kadang bersin. Pada reaksi yang esktrim bisa terjadi gangguan pernafasan, kelainan fungsi jantung dan tekanan darah yang sangat rendah, yang menyebabkan syok. Reaksi jenis ini disebut anafilaksis, yang bisa terjadi pada orang-orang yang sangat sensitif, misalnya segera setelah makan makanan atau obat-obatan tertentu atau setelah disengat lebah, dengan segera menimbulkan gejala.

1) Produksi Ig E

IgE diproduksi oleh sel plasma yang terletak pada lymph node dan daerah yang mengalami reaksi alergi, yaitu pada germinal senter pada jaringan yang mengalami inflamasi. IgE berbeda dengan antibodi yang lain dalam hal lokasinya. IgE sebagian besar menempati jaringan dan berikatan dengan permukaan sel mast dengan reseptornya yang disebut Fc RI. Ikatan antigen dengan IgE menyebabkan terjadinya penggabungan silang antar reseptor yang berakibat tersekresinya mediator kimia dari sel mast. Mekanisme ini menyebabkan terjadinya hipersensitif tipe I. Basofil dan eosinofil yang teraktivasi juga mengekspresikan Fc R sehingga dua macam sel tersebut juga dapat mengikat IgE dan berkontribusi pada munculnya reaksi hipersensitif tipe I. Agar IgE dapat terbentuk memerlukan antigen serta rute presentasi tertentu. TH2 yang merupakan subset CD4 dapat membelokkan sintesis isotipe antibodi dari bentuk IgM menjadi IgE. Pada manusia TH2 dari subset CD4 dapat mengubah sintesis antibodi dari IgM menjadi IgG2 dan IgG4 dan pada mencit dari IgM menjadi IgG1 dan IgG3. Antigen yang secara khusus dapat mempengaruhi TH2 untuk membelokkan sintesis antibodi menjadi IgE disebut alergen.

2) Reaksi Hipersensitivitas

Gell dan Coombs membagi reaksi hipersensitivitas menjadi 4 jenis yaitu:

- a) Reaksi Tipe I (reaksi hipersensitivitas cepat) melibatkan imunoglobulin E (IgE) merilis histamin dan mediator lain dari sel mast dan basofil.
- b) Reaksi Tipe II (reaksi hipersensitivitas sitotoksik) melibatkan imunoglobulin G atau immunoglobulin antibodi M terikat pada permukaan sel antigen dengan memfiksasi komplemen berikutnya.
- c) Reaksi Tipe III (reaksi kompleks imun) melibatkan sirkulasi kompleks imun antigen- antibodi yang tersimpan dalam venula postcapillary dengan memfiksasi komplemen berikutnya.
- d) Reaksi Tipe IV (reaksi hipersensitivitas lambat) dimediasi oleh sel T.

3) Imunisasi

Imunisasi merupakan aplikasi prinsip imunologi yang paling terkenal dan paling berhasil terhadap kesehatan manusia. Anak diimunisasi, berarti diberikan kekebalan terhadap suatu penyakit tertentu. Kekebalan terhadap suatu penyakit menular dapat digolongkan menjadi:

- a) Kekebalan Tidak Spesifik (Non Specific Resistance)
- b) Kekebalan Spesifik (Specific Resistance)

4) Jenis Imunisasi

- a) Imunisasi Pasif (Passive Immunization)
- b) Imunisasi Aktif (Active Immunization)

C. TUGAS PRAKTIKUM

1. Jawab pertanyaan pada soal tersebut di atas!
 - a. Sebutkan akibat dari disfungsi mikrobioma!

- b. Apa manfaat mikrobioma pada bayi baru lahir?
- c. Sebut dan jelaskan macam-macam antibodi!
2. Kumpulkan sebelum perkuliahan di akhiri!
3. Soal dikerjakan dalam waktu 15 menit

D. PERSIAPAN

1. Mahasiswa menyiapkan kertas untuk mengerjakan soal
2. Mahasiswa menjawab pertanyaan
3. Lembar jawaban dikumpulkan kepada dosen

E. PETUNJUK PELAKSANAAN PRAKTIKUM

1. Pertanyaan pada soal tersebut di atas dikerjakan selama 15 menit!
2. Kumpulkan sebelum perkuliahan di akhiri!

F. PENILAIAN

Penilaian Quiz

Skor	Kriteria
5 (sangat baik)	Mahasiswa menjawab benar lebih dari 80% dari seluruh pertanyaan sesuai dengan kunci jawaban
4 (baik)	Mahasiswa menjawab benar kurang dari 79% dan lebih dari 60% dari seluruh pertanyaan sesuai kunci jawaban.
3 (cukup)	Mahasiswa menjawab benar kurang dari 59% dan lebih dari 40% dari seluruh pertanyaan sesuai kunci jawaban
2 (kurang)	Mahasiswa menjawab benar kurang dari 39% dan lebih dari 20% dari seluruh pertanyaan sesuai kunci jawaban.
1 (buruk)	Mahasiswa menjawab benar kurang dari 19% dari seluruh pertanyaan sesuai kunci jawaban.
0 (sangat buruk)	Mahasiswa tidak mampu menjawab sama sekali

Penetapan Nilai Akhir:

$$NA = \frac{(5 \times 3 \text{ poin})}{15} \times 100$$