



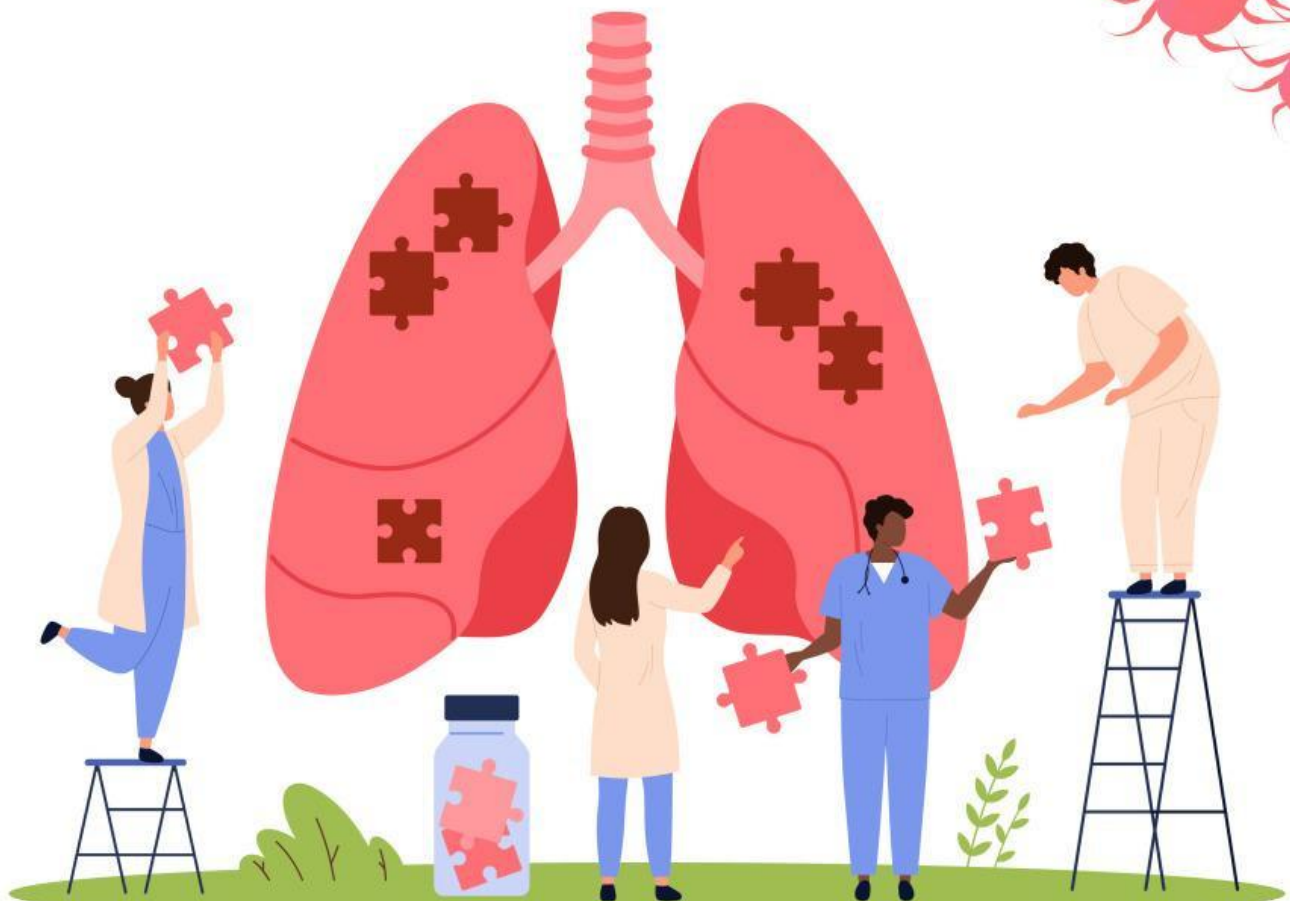
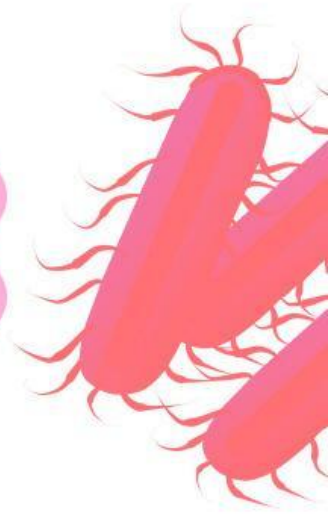
# LKPD Biologi Fase E

## Resistensi Antibiotika TBC

Cabang Dinas Pendidikan Wilayah IX  
SMA Negeri 1 Kadipaten  
Jl. Lapangsari No. 61 Kadipaten  
2026/2027

Nama :

Kelas :



## Lembar Kerja Peserta Didik

Mata Pelajaran : Biologi

Kelas : X (sepuluh)

Waktu : 3 JP (3 X 45 menit)

### Capaian Pembelajaran

Pada akhir Fase E, peserta didik memiliki kemampuan untuk memahami ciri ciri umum, struktur tubuh mikroorganisma, termasuk struktur dan fungsi organel sel, mengaitkan hubungan antara struktur dan fungsi organel di dalam sel, klasifikasi, mekanisme reroduksi pada bakteri, serta peranan ekologis bakteri dalam kehidupan.

### Tujuan Pembelajaran

1. Peserta didik mampu menganalisis mekanisme infeksi bakteri *Mycobacterium tuberculosis* pada tubuh manusia
2. Peserta didik mampu mengevaluasi fenomena mutasi pada bakteri yang memicu terjadinya Multi-Drug Resistant Tuberculosis (MDR-TB)
3. Peserta didik mampu seleksi alam pada bakteri yang memicu terjadinya Multi-Drug Resistant Tuberculosis (MDR-TB)
4. Peserta didik mampu merumuskan solusi konkret untuk mencegah meluasnya resistensi antibiotik di lingkungan masyarakat

### Dasar Teori

#### A. Bagaimana Proses Penularan dan Infeksi TBC

Penyebaran lewat udara bakteri keluar saat penderita TBC aktif batuk, bersin, atau berbicara dan menghasilkan percikan air liur atau droplet kecil, terhirup ke paru-paru orang lain menghirup udara yang terkontaminasi bakteri tersebut. Bakteri bergerak melalui saluran pernapasan hingga mencapai kantung udara di dalam paru-paru.

#### B. Cara Bakteri Menyebabkan Penyakit

**Perkembangbiakan** awal di dalam paru-paru, bakteri mulai memperbanyak diri. Pembentukan tuberkel pertarungan antara sel imun dan bakteri membentuk benjolan kecil atau jaringan parut yang disebut **tuberkel**

### C. Mekanisme Kerja Jenis Antibiotik TBC

*Mycobacterium tuberculosis* adalah spesies bakteri berbentuk **batang (basil)**, bersifat aerobik, dan tergolong sebagai bakteri gram-positif lemah atau **Acid-Fast Bacilli (Bakteri Tahan Asam/BTA)**. Struktur Dinding selnya unik berbeda dengan bakteri lain, dinding sel bakteri TBC sangat tebal dan kaya akan **asam mikolat**. Akan tetapi senyawa kimia **Isoniazid (INH)** mampu menghentikan pembentukan asam mikolat ini, dan **Rifampicin menghambat proses transkripsi RNA** sehingga bakteri kehilangan kemampuan memproduksi protein penting untuk membelah diri. **Pirazinamid (PZA)** mengubah membran plasma serta mengganggu jalur metabolisme asam lemak spesifik dalam lingkungan asam tempat bakteri bersembunyi, dan pada akhirnya **Etambutol** mencegah pembentukan dinding sel dengan **menghambat enzim arabinosil transferase** atau arabinogalaktan.

### D. Resistensi Antibiotik

**Sifat hidrofobik dari lapisan asam mikolat** menyebabkan molekul antibiotik konvensional sangat sulit menembus sitoplasma bakteri. **Antibiotik** yang sempat terminum telah menyapu bersih bakteri yang sensitif (lemah). Namun, populasi kecil bakteri yang secara kebetulan memiliki **mutasi genetik spontan (misalnya pada gen rpoB atau katG)**

### E. Solusi Bio-Teknologi Masa Depan

Terapi Faga (Phage Therapy), Inhibitor Pompa Efluks, CRISPR-Cas Antimikroba (Target Genetik Spesifik), Peptida Antimikroba (AMPs) dan Nanopartikel Penghantar dan (HDT) & Terapi Secretome

### Petunjuk Penggunaan

- Klik tautan link LKPD interaktif yang dikirimkan oleh guru melalui WhatsApp
- Tuliskan nama lengkap, nomor absen, dan kelas
- Baca setiap instruksi atau perintah soal dengan teliti
- Pilihan ganda klik pada pilihan jawaban yang benar.
- Menjodohkan tarik garis (drag and drop atau join) dari titik soal ke jawaban yang sesuai.
- Isian singkat ketik jawaban pada kotak yang telah disediakan
- Klik tombol **Finish** atau **Selesai** di bagian bawah lembar kerja.

**A. Isilah dengan Jawaban yang tepat (gunakan huruf kecil) !**

Bakteri TBC ..... memiliki karakteristik unik, salah satunya adalah dinding selnya yang sangat kaya akan lipid (asam .....), membuatnya tahan terhadap ..... dan sistem..... Ketika bakteri TBC masuk ke dalam alveolus melalui droplet, sel imun tubuh bernama makrofag akan memakannya (.....).pertarungan antara sel imun dan bakteri membentuk bentukan benjolan kecil atau jaringan parut yang disebut ..... Fase .....jika sistem imun kuat, bakteri dapat diredam dan tidak aktif. Penderita tidak merasa sakit dan tidak menularkan. Fase ..... jika daya tahan tubuh melemah, bakteri dapat menghancurkan dinding tuberkel. Perkembangbiakan awal di dalam ....., kemudian bakteri mulai melakukan .....

**B. Pasangkan dengan Jawaban yang yang tepat !**

Dinding sel Bakteri  
TBC

Bakteri Tahan Asam

Isoniazid INH

Rifampicin

Pirazinamid (PZA)

Asam Molat

Acid-Fast Bacilli

Mengubah membran  
plasma

Menghambat proses  
transkripsi RNA

Penghancur Asam  
Molat



MDR-TB (Multi-Drug  
Resistant Tuberculosis)

airborne droplet

TBC menular melalui  
udara

Sifat dari lapisan  
asam mikolat

Menghambat enzim  
arabinosil

Pasien kebal TBC

Hidrofobik

spesies bakteri  
bentuk batang (basil)

Mycobacterium  
tuberculosis

Etambutol

C. Pasangkan drop and drag dengan Jawaban yang yang tepat !

|                           |                                             |
|---------------------------|---------------------------------------------|
|                           | Kemampuan (bakteri)<br>untuk bertahan hidup |
|                           | Paru paru                                   |
| Mutasi genetik<br>spontan |                                             |
| lapisan asam mikolat      |                                             |

Penyebab lamanya  
waktu pengobatan

Gn rpoB atau katG)

Resistensi Antibiotika

Tempat bakteri mutan  
bereproduksi



|                                  |                              |
|----------------------------------|------------------------------|
| Ada tidaknya bakteri dalam darah |                              |
|                                  | Gejala resistensi antibiotik |
| Superbug                         |                              |
| Infeksi makin memburuk           |                              |
|                                  | Antibiotik                   |
| Penularan langsung TBC           |                              |

Obat Infeksi bakteri

TBC Resisten Obat  
(TBC-RO)

Demam berulang

Droplet

Sepsis

Kultur darah



D. Isilah dan drop and drag untuk jawaban yang tepat !

|                            |                                           |                                                                                                                                                                                         |
|----------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Inhibitor Pompa Efluks     |                                           | Merancang molekul obat baru yang menyumbat saluran keluar protein bakteri, sehingga antibiotik yang masuk ke dalam sel bakteri tidak bisa dipompa keluar kembali oleh ..... sel mikroba |
|                            | Teknologi pengeditan gen                  | Memotong dan menonaktifkan gen resistensi spesifik di dalam ..... bakteri TBC                                                                                                           |
| Terapi Fag (Phage Therapy) |                                           | Menggunakan virus khusus yang mampu menyerang dan membunuh bakteri..... yang resisten obat tanpa merusak sel tubuh manusia                                                              |
|                            | Berfokus pada peningkatan sel imun pasien | Menggunakan molekul biologi seperti ..... (vesikel ekstraseluler dari sel punca) untuk menekan peradangan berlebih                                                                      |
| Peptida Antimikroba (AMPs) |                                           | Molekul protein alami dari sistem imun yang direayasa untuk merusak ..... bakteri kebal obat.                                                                                           |

Rekayasa molekul protein

Menggunakan Bakteriofag

CRISPR-Cas Antimikroba

Host-Directed Therapies (HDT) & Terapi Secretome

Merancang molekul obat baru

# TUGAS MEMBUAT INFOGRAFIS

## Studi Kasus Klinis :

Kisah seorang pasien TBC paruh baya yang sering lupa meminum obat antibiotiknya (seperti Rifampisin/Isoniazid) karena merasa tubuhnya sudah sehat di bulan ketiga. Akibatnya, penyakitnya kambuh kembali namun obat tersebut tidak lagi mempan MDR-TB (Multi-Drug Resistant Tuberculosis)



## Buatlah Infografis dari studi klinis diatas :

- Masuk ke akun Canva Anda, Pada kolom pencarian, ketik "Infografis Kesehatan" atau "Infografis Penelitian".Pilih ukuran standar infografis (800 x 2000 piksel) atau temukan tata letak yang bersih di pustaka
- Bagi infografis Anda ke dalam 4 bagian utama yang logis:
- Judul yang Kuat: Tarik perhatian dengan judul yang jelas. Contoh: "Ancaman Silent Killer: Memahami Resistensi Obat pada Penderita TBC."
- Bagian 1: Masalah & Definisi: Jelaskan apa itu TBC resisten obat (MDR-TB/XDR-TB) secara singkat. Masukkan statistik utama dari studi klinis yang Anda gunakan (misalnya, persentase kegagalan pengobatan akibat ketidakpatuhan).
- Bagian 2: Causal Mechanism (Mekanisme Penyebab): Visualisasikan bagaimana bakteri Mycobacterium tuberculosis bermutasi menjadi kebal. Soroti faktor pemicunya, seperti durasi pengobatan yang lama (6–8 bulan) yang sering kali memicu putus obat di tengah jalan.
- Bagian 3: Dampak Klinis: Tunjukkan konsekuensi resistensi obat menggunakan data kuantitatif. Misalnya, peningkatan biaya perawatan, waktu pemulihan yang lebih lama, hingga peningkatan angka mortalitas.
- Bagian 4: Solusi & Call to Action (CTA): Fokuskan pada optimalisasi penggunaan antibiotik, pentingnya kepatuhan minum obat secara tuntas, dan peran pengawasan klinis

