

A photograph showing a flooded village. In the background, several houses with dark roofs are partially submerged in muddy brown water. The foreground is filled with a large amount of debris, including logs and branches, floating in the floodwater. The overall scene depicts the aftermath of a flood.

IMUNOLOGI BENCANA BANJIR

Agung Dwi Wahyu Widodo

Departemen Mikrobiologi dan Parasitologi Kedokteran,
Fakultas Kedokteran Unair Surabaya

Subyek

- Perubahan Lingkungan Banjir yang Mengganggu Sistem Imun
- Dampak Banjir Terhadap Sistem Imun Manusia
- Penyakit Khas Banjir dan Mekanisme Immunologisnya
- Intervensi Immunologis dalam Penanganan Banjir



IMUNOLOGI BENCANA BANJIR

- Banjir adalah bencana yang paling sering memicu **lonjakan penyakit infeksi** karena perubahan drastis pada lingkungan, sanitasi, dan status imun manusia.
- Dampaknya dapat dipahami melalui konsep **imunologi individu** dan **imunologi populasi**.

Perubahan Lingkungan Banjir yang Mengganggu Sistem Imun

- **A. Kontaminasi Air**
- Air banjir sering tercemar oleh:
- Urine tikus (→ Leptospira)
- Limbah tinja manusia (→ kolera, E. coli, Shigella)
- Bakteri dari tanah (Aeromonas, Pseudomonas)
- Limbah kimia → iritasi kulit → kerusakan barier
→ Mempermudah patogen masuk.

Perubahan Lingkungan Banjir yang Mengganggu Sistem Imun

- **B. Suhu lembap → pertumbuhan mikroba**
- Organisme gram negatif sangat mudah berkembang di lingkungan banjir.
- **C. Peningkatan populasi vektor**
- Air tergenang → sarang nyamuk → dengue, chikungunya meningkat.

Dampak Banjir Terhadap Sistem Imun Manusia

- **A. Stres Fisik & Psikologis → Imunosupresi**
- Banjir memicu stres berat → aktivasi aksis HPA:
 - ↑ kortisol
 - ↓ fungsi sel T, makrofag, dan NK
 - ↓ produksi sitokin IL-2
- **→ Imun seluler tertekan → infeksi meningkat.**

Dampak Banjir Terhadap Sistem Imun Manusia

- **B. Kerusakan Barrier Fisik**

- Air banjir + benda tajam → luka kulit → mudah terinfeksi.

Kerusakan epitel menyebabkan:

- neutrofil & makrofag harus bekerja ekstra
- risiko infeksi *Aeromonas*, *Vibrio*, *Streptococcus*, *Staphylococcus*

Dampak Banjir Terhadap Sistem Imun Manusia

- **C. Penurunan Imunitas Mukosa**
- Air kotor → diare → penurunan IgA mukosa
- Malnutrisi akut → atrofi timus → sel T menurun
- Dehidrasi → mukosa kering → patogen mudah masuk

Dampak Banjir Terhadap Sistem Imun Manusia

- **D. Paparan patogen dalam jumlah tinggi (high inoculum load)**
- Kualitas imun yang normal pun dapat kewalahan bila paparan patogen tinggi, contohnya:
 - kolera dalam air tercemar
 - leptospira dalam genangan
 - Overload antigen → respons inflamasi besar.

Penyakit Khas Banjir dan Mekanisme Immunologisnya

- **A. Leptospirosis**
- Masuk melalui kulit lecet saat menyentuh air banjir
- Patogenesis imun:
 - menghindari fagositosis (motilitas + adhesin)
 - memicu IL-6, TNF- α $\rightarrow$ demam
 - pada fase imun $\rightarrow$ pembentukan IgM & IgG
- Bila berat $\rightarrow$ badai sitokin $\rightarrow$ gagal ginjal.

Penyakit Khas Banjir dan Mekanisme Immunologisnya

- **B. Penyakit Diare: Kolera, E. coli, Shigella**
- Kontaminasi tinja dalam air
- Immunologis:
 - IgA mukosa sangat penting
 - toksin kolera → cAMP ↑ → diare masif
 - inflamasi Th17 (IL-17) meningkat

Penyakit Khas Banjir dan Mekanisme Immunologisnya

- **C. Infeksi Kulit Banjir**
- Patogen umum: *Aeromonas hydrophila*, *Pseudomonas*, *Strep pyogenes*.
- mekanisme imun:
 - neutrofil → supurasi
 - IL-1 β , TNF- α → inflamasi
 - risiko selulitis/nekrosis bila makrofag lemah

Penyakit Khas Banjir dan Mekanisme Immunologisnya

- **D. Dengue & arbovirus lain**
- Setelah banjir, air tergenang → nyamuk meningkat.
Mekanisme immunologis:
 - antibody-dependent enhancement (ADE) bila infeksi sekunder
 - aktivasi sel T berlebihan → kebocoran plasma

Penyakit Khas Banjir dan Mekanisme Immunologisnya

- **E. Hepatitis A & E**
- Penularan fecal–oral melalui air banjir.
- Imunitas:
 - IgA usus penting
 - respons Th1 → IFN- γ membunuh sel hepatosit terinfeksi

Penyakit Khas Banjir dan Mekanisme Immunologisnya

- **F. ISPA & Pneumonia**

- Akibat:

- crowding pengungsian

- suhu dingin

- imunosupresi stres

Imunologi:

- debu & lembap → iritasi → makrofag alveolar menurun

- produksi sitokin antiviral melemah (IFN- α/β)

Imunologi Populasi Pasca Banjir ("Population-level Immunology")

- **A. Crowd Effect**
- Tempat pengungsian padat → transmisi droplet meningkat:
- influenza
- pneumonia
- COVID-19 (konteks modern)
- campak

Imunologi Populasi Pasca Banjir

- **B. Penurunan cakupan vaksinasi**
- Fasilitas kesehatan terganggu → “immunity gap” muncul.
- Risiko wabah:
- Campak (paling berbahaya)
- Polio
- Difteri
- Tetanus (luka banjir)

Immunopathology pada Korban Banjir

- **A. Badai Sitokin pada Infeksi Berat**
- Leptospirosis berat → TNF- α , IL-6, IL-8 meningkat
→ ARDS, sepsis, MODS.
- **B. Kerusakan Ginjal**
- Leptospira → interstitial nephritis
Inflamasi mediasi:
- IL-1, IL-12, TNF- α
- infiltrasi makrofag

Immunopathology pada Korban Banjir

- **C. Sepsis Banjir**
- *Aeromonas* dan gram negatif lain:
- LPS → TLR-4 → IL-1, IL-6, TNF
- DIC
- shock septik

Intervensi Immunologis dalam Penanganan Banjir

- **A. Pencegahan Infeksi**
- Penyediaan air bersih
- Sanitasi & chlorination
- Pemberian sabun & hygiene kit
- Manajemen luka (debridement → mencegah tetanus)

Intervensi Immunologis dalam Penanganan Banjir

- **B. Vaksinasi Prioritas**
- **Campak (MR) + Vitamin A**
- **Tetanus (TT/Td)**
- **Polio**
- **Influenza (optional)**
- **COVID-19 (jika relevan)**

Intervensi Immunologis dalam Penanganan Banjir

- **C. Suplementasi Imun**
- Vitamin A
- Zinc untuk diare
- Vitamin D pada kelompok rentan

Mekanisme Immunologi Banjir

- **Banjir** → Paparan Patogen + Stres + Luka + Sanitasi buruk →
- ↓ Imun seluler (kortisol ↑) + ↓ IgA mukosa + Kerusakan kulit →
- Infeksi meningkat (leptospira, diare, dengue, ISPA) →
- Inflamasi (IL-1, IL-6, TNF- α) → komplikasi sistemik.

Arigatou
Gozaimasu

