



# PEMETAAN PATHOGEN

PENYAKIT RENTAN  
BERPOTENSI WABAH  
*EPIDEMIC PRONE DISEASE*

2024

DIREKTORAT SURVEILANS  
DAN  
KEKARANTINAAN KESEHATAN

# DAFTAR KONTRIBUTOR DAN EDITOR

## **Pengarah**

dr. Achmad Farchanny Tri Adryanto, M.K.M  
(Direktur Surveilans dan Kekeparantinaan Kesehatan)

## **Penanggungjawab**

dr. Endah Kusumowardani, M. Epid  
(Ketua Tim Kerja Laboratorium Surveilans)

## **Penyusun**

Dr. Masdalina Pane, M.Kes, Dr. Mugi Wahidin, SKM, M.Epid, Siti Maemun, SKM, M.Epid, Dr. Sumiati Bedah, SKM, MKM, Dr. Maksuk, SKM, M.Kes, Sri Sulasmi, S.Si, MPH, Herlina, SKM, M.Kes, Iin Nurlinawati, SKM, M.Kes, Rohani Simanjuntak, SKM, MKM, Mat Izi, SKM, MPH, Rosmaniar, S.Kep, M.Kes, Ari Wijayanti, SKM, M.Epid, Drg. Esther Raflesya Bellsayda, dr. Ade Irma Rosiani, MKM, Suharto, SKM; Putro Febryanto

## **Editor**

dr. Endah Kusumowardani, M. Epid, Sri Lestari, SKM, MKM, Dyah Nursmarastri S.S, SKM, Mutia Ika Setyawati, SKM

## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Indonesia Kuat! Indonesia Sehat!

Puji syukur kepada Allah SWT yang selalu kami panjatkan serta berkat rahmat dan karunia-Nya, kegiatan Pemetaan Patogen Penyakit Rentan / Berpotensi Wabah (*Epidemic Prone Disease*) telah kami selesaikan. Kegiatan ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mengembangkan Model Surveilans Berbasis Laboratorium (*Lab-based surveillance*) dengan memetakan patogen yang bersirkulasi di Indonesia. Kegiatan ini dilakukan berdasarkan pemikiran dan kerja keras semua pihak, mulai dari kajian literatur, pengembangan instrumen melalui diskusi yang intensif dan rutin, pengumpulan data, hingga penyajian hasil. Kami menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah berpartisipasi menyukseskan kegiatan ini. Kepada tim peneliti, tim Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), mitra kerja dari Balai Besar Laboratorium Kesehatan Masyarakat (BBLKM), mitra kerja dari Laboratorium Kesehatan Daerah (Labkesda) serta mitra kerja dari Laboratorium Rumah Sakit Vertikal atau RSUD. Ucapan terima kasih secara khusus kami sampaikan kepada Menteri Kesehatan dan Direktur Jenderal Penanggulangan Penyakit yang telah memberi kepercayaan kepada Direktorat Surveilans dan Kekarantinaan Kesehatan untuk menunjukkan karya baktinya. Kami menyadari selalu ada celah untuk perbaikan, oleh karena itu kami menerima kritik yang bersifat membangun untuk perbaikan dan penyempurnaannya.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Jakarta, 02 Januari 2025

Direktur Surveilans dan Kekarantinaan  
Kesehatan Kementerian Kesehatan



**dr. Achmad Farchanny Tri Adryanto, M.K.M**

## RINGKASAN EKSEKUTIF

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia telah melakukan berbagai langkah upaya untuk mendeteksi dan mencegah penyebaran penyakit menular di Indonesia. Salah satu upayanya yaitu melakukan pemetaan patogen yang memungkinkan pemerintah untuk dapat mengidentifikasi daerah-daerah yang rentan terhadap penyebaran penyakit menular. Informasi yang dihimpun dari berbagai laboratorium ini menjadi salah satu langkah pencegahan dan pengendalian untuk mengurangi risiko wabah besar. Hal ini dilakukan untuk mempercepat identifikasi patogen baru atau yang muncul, baik melalui pengujian sampel klinis maupun pemetaan patogen di tingkat lokal. Pemetaan patogen pada penyakit yang rentan terhadap epidemi (*epidemic prone diseases/EPD*) adalah proses untuk mengidentifikasi, memetakan, dan menganalisis penyakit yang dapat dengan cepat menyebar dalam suatu populasi. Tujuan utamanya adalah untuk mengantisipasi, mencegah, dan mengendalikan wabah dengan lebih efektif.

Pemetaan patogen ini menggunakan data hasil pemeriksaan laboratorium mikrobiologi mulai bulan Januari tahun 2019 - Oktober tahun 2024, meliputi pemeriksaan bakteriologis, virologis kecuali COVID-19, jamur dan parasit yang dilakukan pada 10 provinsi terpilih mewakili 3 wilayah di Indonesia yaitu wilayah Barat (Sumatera Selatan, Jakarta, DI Yogyakarta, Jawa Timur), Wilayah Tengah (Bali, Kalimantan Timur, Kalimantan Selatan) dan Wilayah Timur (Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan dan Papua). Kegiatan ini dilakukan mulai bulan Mei 2024 - Desember 2024, analisis data dilakukan pada bulan November -Februari 2025.

Hasil pemetaan menunjukkan bahwa bakteri menjadi kelompok patogen yang paling banyak dianalisis, terutama di rumah sakit. Sementara itu virus dan parasit memiliki kontribusi yang sama, namun perlu diingat bahwa infeksi karena virus kerap menjadi wabah, sehingga pengendalian penyakit yang disebabkan virus perlu mendapat perhatian. Proporsi pemeriksaan positif tertinggi pada kelompok usia 41-60 tahun dan kelompok usia 19-40 tahun. Dari sisi tempat pemeriksaan, B/BLKM melakukan pemeriksaan terbanyak untuk patogen *Acinetobacter*, HIV, dan *Toxoplasma sp.* Rumah Sakit melakukan pemeriksaan terbanyak untuk *Staphylococcus*, *Malaria*, dan *Klebsiella*, sedangkan Labkesda melakukan pemeriksaan terbanyak untuk pemeriksaan *Escherichia coli*, *Acinetobacter*, dan *Candida*. Secara keseluruhan, *Escherichia coli* merupakan patogen dengan jumlah kasus tertinggi di semua layanan laboratorium rumah sakit, sementara *Cinetobacter baumannii* menjadi patogen dominan di layanan B/BLKM

dan Labkesda. *Pseudomonas aeruginosa* dan *Klebsiella pneumoniae ssp. pneumoniae* merupakan patogen penting lainnya yang sering ditemukan di rumah sakit.

Dapat disimpulkan bahwa patogen yang berpotensi menyebabkan Kejadian Luar Biasa (KLB) dan wabah harus terus dipantau melalui kegiatan surveilans yang berkelanjutan. Surveilans patogen sebaiknya dilakukan berbasis laboratorium agar distribusinya dapat dipantau secara optimal, memungkinkan deteksi dini terhadap KLB serta memungkinkan respons penanggulangan yang cepat dan tepat. Pencegahan dan pengendalian penyakit infeksi akibat patogen harus terus dikembangkan dan diperkuat melalui berbagai langkah strategis, termasuk penguatan sistem surveilans, penilaian risiko, dan epidemiologi lapangan. Keberlanjutan upaya ini sangat penting untuk memastikan fungsi utama surveilans dapat berjalan dengan optimal, khususnya dalam memberikan peringatan dini dan informasi akurat guna mendukung pengambilan keputusan yang cepat dan tepat. Penilaian risiko terhadap kejadian kesehatan masyarakat harus dilakukan secara sistematis, sementara analisis data perlu diperkuat agar dapat memberikan dasar pertimbangan yang lebih efektif bagi kebijakan kesehatan masyarakat.

## DAFTAR ISI

DAFTAR KONTRIBUTOR DAN EDITOR.....	i
KATA PENGANTAR .....	ii
RINGKASAN EKSEKUTIF .....	iii
DAFTAR ISI.....	v
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Dasar Hukum .....	3
<b>BAB II METODE PEMETAAN.....</b>	<b>5</b>
2.1 Lokasi dan Waktu Pemetaan .....	5
2.2 Metode Pengumpulan Data.....	6
2.3 Metode Analisis Data.....	6
<b>BAB III HASIL .....</b>	<b>7</b>
<b>BAB IV PEMBAHASAN .....</b>	<b>42</b>
<b>BAB V <i>MODELLING</i> DAN <i>PROTOTYPE</i> SISTEM.....</b>	<b>54</b>
<b>SURVEILANS BERBASIS LABORATORIUM .....</b>	<b>54</b>
1. Kemampuan Patogen untuk Menyebabkan Wabah.....	54
2. Dampak Kesehatan Masyarakat .....	55
3. Kemungkinan untuk Mengancam Keamanan Global.....	55
4. Ketersediaan Alat Deteksi dan Diagnosis.....	55
5. Faktor Sosial dan Ekonomi.....	55
6. Histori dan Pola Penyebaran Penyakit .....	56
7. Kapasitas Respons dan Mitigasi .....	56
8. Kerjasama dan Sistem Surveilans Global .....	56
<b>BAB VI SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>59</b>
5.1 Simpulan.....	59
5.2 Saran.....	59
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>61</b>
<b>Lampiran .....</b>	<b>65</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Jumlah Pemeriksaan menurut Provinsi dan Jenis Laboratorium .....	7
Tabel 2. Jumlah Pemeriksaan Positif Menurut Provinsi .....	8
Tabel 3. Kelompok Patogen yang dianalisis .....	10
Tabel 4. Jumlah Kelompok Patogen Terbanyak Menurut Jenis Layanan Laboratorium .....	14
Tabel 5. Jumlah Spesies Patogen Terbanyak Menurut Jenis Layanan Laboratorium.....	15
Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Positif menurut Provinsi (1).....	17
Tabel 7. Hasil Pemeriksaan Positif menurut Provinsi (2).....	19
Tabel 8. Hasil Pemeriksaan Positif menurut Wilayah Indonesia (Barat, Tengah dan Timur Indonesia) .....	22
Tabel 9. Perbandingan Patogen Terbanyak menurut Wilayah dan menurut Provinsi .....	23
Tabel 10. Distribusi Bakteri Patogen Menurut Prioritas Global .....	37
Tabel 11. Distribusi Bakteri Patogen Menurut Prioritas Global .....	39
Tabel 12. WHO Priority endemic pathogens list for Vaccine Needed (RnD) .....	41

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Wilayah Pemetaan Patogen tahun 2019-2024 .....	5
Gambar 2. Peta Wilayah Pemetaan Patogen tahun 2019-2023 .....	7
Gambar 3. Distribusi Pemeriksaan Patogen dan Proporsi Spesimen Positif .....	9
Gambar 6. Distribusi Pemeriksaan Patogen Menurut .....	9
Gambar 7. Distribusi Menurut Jenis Kelamin .....	10
Gambar 8. Distribusi Menurut Kelompok Umur .....	10
Gambar 9. Proporsi Hasil Pemeriksaan Menurut Kelompok Mikroorganisme .....	11
Gambar 10. Proporsi Positif menurut Umur .....	12
Gambar 11. Proporsi Positif Menurut Kelompok Umur .....	12
Gambar 12. Persentase Hasil Pemeriksaan Positif .....	21
Gambar 13. Trend Bulanan Patogen Prioritas tahun 2019-2024 .....	24
Gambar 14. Trend Mingguan Patogen Prioritas 2019-2024 .....	25
Gambar 15. Kelompok Mikroorganisme Terbanyak .....	26
Gambar 16. Spesies Terbanyak .....	26
Gambar 17. Trend Infeksi Empat Spesies Terbanyak dan Distribusi Regionalnya .....	27
Gambar 18. Distribusi Patogen Positif berdasarkan pola Distribusi Umur dan jenis kelamin berdasarkan Provinsi .....	29
Gambar 19. Trend Kasus Malaria di Kota Jayapura dan Kab. Penajam Paser Utara .....	33
Gambar 20. Distribusi Kasus Malaria Menurut Kelompok Umur .....	34
Gambar 21. Distribusi Malaria menurut Kelompok Umur di PPU .....	34
Gambar 22. Distribusi Kasus Malaria Berdasarkan Kelompok Umur .....	35
Gambar 23. Kasus Malaria Menurut Jenis Kelamin .....	35
Gambar 24. Trend Bulanan Kasus Malaria .....	36
Gambar 25. Trend Mingguan Kasus Malaria .....	37
Gambar 26. Modelling Sistem Surveilans Berbasis data Laboratorium .....	57

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki keanekaragaman hayati terbesar kedua di dunia setelah Brasil. *World Conservation Monitoring Centre* mencatat Indonesia sebagai salah satu dari 17 negara mega-diversitas, yaitu negara dengan lebih dari 70% keanekaragaman hayati dunia. Keanekaragaman hayati Indonesia, yang terdiri dari tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme, diperkirakan mencapai lebih dari 2.085.000 spesies, termasuk 1.600.000 hewan, 325.000 tumbuhan, dan 160.000 mikroorganisme, dengan 10-55% di antaranya berada di Indonesia.

Mikroorganisme, seperti virus, bakteri, jamur, dan parasit, yang berperan sebagai agen infeksius, memiliki kemampuan untuk menyebabkan penyakit, menyebar dalam populasi, dan memicu wabah. Lebih dari 1400 spesies agen infeksius telah dilaporkan menyebabkan penyakit pada manusia, yang mencakup patogen untuk sekitar 347 penyakit, serta 110 penyakit yang berpotensi mengancam pelaku perjalanan internasional yang tidak memiliki imunitas. Sebanyak 62 dari penyakit yang signifikan secara klinis dapat dicegah dengan vaksinasi, dan 19 vaksin merupakan bagian dari imunisasi rutin pada anak.

Seiring dengan perkembangan metode surveilans berbasis sistem informasi elektronik di laboratorium, terdapat manfaat besar dalam memanfaatkan data yang tersedia untuk menganalisis distribusi epidemiologi penyakit berdasarkan tempat dan waktu, yang berguna untuk penilaian risiko dan mitigasi terhadap patogen yang dapat menyebabkan wabah. Pemetaan patogen ini berpotensi menjadi model surveilans patogen berbasis laboratorium untuk peringatan wabah secara real-time serta pengembangan biosurveilans penyakit.

(<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3679597/>)

Pemetaan patogen pada penyakit yang rentan terhadap epidemi (*epidemic prone diseases/EPD*) adalah proses untuk mengidentifikasi, memetakan, dan menganalisis penyakit yang dapat dengan cepat menyebar dalam suatu populasi. Tujuan utamanya adalah untuk mengantisipasi, mencegah, dan mengendalikan wabah dengan lebih efektif.

Saat ini, berbagai peta distribusi geografis atau peta 'risiko' dasar sudah tersedia secara global dengan menggunakan berbagai metrik terkait penyakit (seperti kejadian, insiden, dan prevalensi), serta serangkaian kovariat untuk memprediksi penyakit. Peta-peta ini membantu dalam audit informasi dan menyediakan bibliografi yang luas tentang penyakit rentan wabah yang signifikan. Selain itu, patogen yang menjadi prioritas global

juga digunakan sebagai referensi dalam pemetaan patogen di Indonesia, terutama untuk mengantisipasi kemungkinan terjadinya "disease X" yang berpotensi menjadi pandemi di masa depan. Dalam pedoman prioritas patogen bakteri tahun 2024 dari WHO, Indonesia termasuk salah satu dari lima negara dengan laporan resistensi bakteri global yang belum memadai, bersama dengan China dan Rusia.

Beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemetaan patogen prioritas meliputi pemetaan distribusi geografis berdasarkan waktu dan jenis patogen, yang merupakan bagian penting dalam epidemiologi spasial. Peta distribusi dan intensitas patogen memungkinkan visualisasi langsung terhadap seberapa luas dan serius masalah kesehatan masyarakat yang ada. Berdasarkan bukti empiris, peta dapat membantu pengambil keputusan dalam menilai dengan cermat kebijakan dan berbagai langkah alternatif yang perlu diambil untuk mengatasi penyakit yang rentan terhadap wabah. Hal ini juga dapat mendukung perencanaan strategi intervensi di tingkat nasional, provinsi, serta kabupaten/kota. Pemetaan ini memberikan informasi penting bagi individu dan masyarakat dalam pengambilan keputusan mengenai vaksinasi dan profilaksis untuk melindungi diri dari penyakit rentan wabah di wilayah mereka atau saat bepergian ke daerah dengan sirkulasi patogen yang tinggi.

Manfaat utama pemetaan patogen dalam konteks kesehatan masyarakat adalah sebagai peringatan dini apabila sirkulasi mikroorganisme dan virulensinya meningkat secara signifikan di suatu wilayah yang belum memiliki fasilitas genomik yang memadai. Selain itu, pemetaan ini membantu mengidentifikasi jenis mikroorganisme yang beredar berdasarkan parameter epidemiologi yang mencakup tempat dan waktu, serta seberapa besar dampaknya. Data ini menjadi dasar untuk komunikasi risiko yang dilakukan oleh pemerintah guna melindungi masyarakat secara berkelanjutan.

Pemetaan yang dilakukan mempertimbangkan informasi minimum yang diperlukan untuk pemetaan patogen. Dalam memilih metode kartografi untuk patogen yang penting, yang terkait dengan pola spasial dan temporal, perlu pemahaman tentang dinamika penularan yang mempengaruhi pola yang kita amati dalam ruang dan waktu. Pola ini juga dapat dikaitkan dengan pengetahuan epidemiologi lainnya, seperti faktor-faktor kovariat (iklim, mobilitas, tempat perindukan, ekologi, pola penggunaan lahan, dan sebagainya), yang membantu dalam memahami distribusi spasial dan temporal patogen.

Perkembangan dalam pemetaan patogen ini mencerminkan peningkatan pemahaman epidemiologi dasar di laboratorium, di mana Kementerian Kesehatan telah membentuk divisi surveilans di berbagai Laboratorium Kesehatan Masyarakat di Indonesia. Oleh karena itu, peningkatan kemampuan dalam surveilans patogen sangat penting untuk menilai kualitas dan kuantitas data yang tersedia untuk deteksi dini penyakit rentan wabah. Data yang berkualitas tinggi akan menghasilkan peta yang lebih valid.

Namun, terdapat banyak tantangan yang dapat mempengaruhi kevalidan data yang relevan, seperti perlindungan data patogen yang ketat oleh institusi atau lembaga, atau data yang tersebar luas dalam literatur formal sehingga menyusun data tersebut secara sistematis menjadi sebuah tantangan besar.

## 1.2 Tujuan

Tujuan utama dari pemetaan ini adalah untuk mengembangkan Model Surveilans Berbasis Laboratorium (*Lab-based surveillance*) dengan memetakan patogen yang bersirkulasi di Indonesia.

Tujuan khususnya meliputi:

- a) Membuat pemetaan semua patogen yang beredar di Indonesia dalam lima tahun terakhir berdasarkan parameter epidemiologi.
- b) Memetakan jumlah dan jenis patogen yang ada di Indonesia.
- c) Menggambarkan distribusi patogen penyakit rentan wabah berdasarkan tempat dan waktu.
- d) Menggambarkan distribusi patogen penyakit rentan wabah berdasarkan fasilitas layanan laboratorium.

## 1.3 Dasar Hukum

Dasar hukum kegiatan Pemetaan Patogen Penyakit Rentan / Berpotensi Wabah (*Epidemic Prone Disease*) mencakup:

- 1) Undang – Undang Nomor 17 Tahun 2023 Tentang Kesehatan.
- 2) Peraturan Pemerintah Nomor 28 Tahun 2024 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang – Undang Nomor 17 Tahun 2023 Tentang Kesehatan.
- 3) Instruksi Presiden (INPRES) Nomor 4 Tahun 2019 Peningkatan Kemampuan Dalam Mencegah, Mendeteksi, dan Merespons Wabah Penyakit, Pandemi Global, dan Kedaruratan Nuklir, Biologi, dan Kimia.
- 4) Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 657 Tahun 2009 tentang Pengiriman dan Penggunaan Sampel Klinik, Materi Biologi dan Muatan Informasinya.
- 5) Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 658 Tahun 2009 tentang Jejaring Laboratorium Diagnosis Penyakit Infeksi New Emerging dan Re-Emerging.
- 6) Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1501/Menkes/Per/X/2010 tentang Jenis Penyakit Berpotensi Wabah dan Upaya Penanggulangannya.
- 7) Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 45 Tahun 2014 tentang Penyelenggaraan Surveilans Kesehatan.

- 8) Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 82 Tahun 2014 tentang Penanggulangan Penyakit Menular.
- 9) Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 27 Tahun 2017 tentang Pedoman Pencegahan dan Pengendalian Infeksi di Fasilitas Pelayanan Kesehatan.
- 10) Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 50 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Untuk Vektor dan Binatang Pembawa Penyakit Serta Pengendaliannya.
- 11) Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 18 Tahun 2022 tentang Penyelenggaraan Satu Data Bidang Kesehatan Melalui Sistem Informasi Kesehatan.
- 12) Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 Tentang Kesehatan Lingkungan
- 13) Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 23 Tahun 2023 tentang Pedoman Penanggulangan Coronavirus Disease 2019 (COVID-19).
- 14) Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 24 Tahun 2023 tentang Klasifikasi Unit Pelaksana teknis Bidang Laboratorium Kesehatan Masyarakat.
- 15) Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 25 Tahun 2023 tentang Organisasi dan Tata Kerja Unit Pelaksana Teknis Bidang Laboratorium Kesehatan Masyarakat.
- 16) Peraturan Menteri Kesehatan No. 21 Tahun 2024 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Kesehatan.
- 17) Peraturan Menteri Koordinator Bidang Pembangunan Manusia dan Kebudayaan Nomor 7 Tahun 2022 Pedoman Pencegahan dan Pengendalian Zoonosis dan Penyakit Infeksius Baru.
- 18) Keputusan Menteri Kesehatan Nomor HK.01.07/MENKES/275/2020 tentang Penetapan Rumah Sakit Rujukan Penanggulangan Penyakit Infeksi Emerging Tertentu Keputusan Menteri Kesehatan Nomor HK.01.07/MENKES/1491/2023 tentang Rumah Sakit Jejaring Pengampuan Pelayanan Penyakit Infeksi Emerging.

## BAB II METODE PEMETAAN

Pemetaan patogen adalah proses identifikasi dan analisis lokasi patogen. Pemetaan patogen dapat dilakukan untuk memantau patogen yang berpotensi menjadi pandemi, dan untuk mengidentifikasi patogen yang menyebabkan fatalitas. Tujuan pemetaan patogen Mendiagnosis penyakit, Memantau patogen yang berpotensi menjadi pandemi, Mengidentifikasi patogen pada tanaman.

### 2.1 Lokasi dan Waktu Pemetaan

Pemetaan patogen ini menggunakan data hasil pemeriksaan laboratorium mikrobiologi meliputi pemeriksaan bakteriologis, virologis, jamur dan parasit yang dilakukan pada 10 provinsi terpilih mewakili 3 wilayah di Indonesia yaitu wilayah Barat (Sumatera Selatan, Jakarta, DI Yogyakarta, Jawa Timur), Wilayah Tengah (Bali, Kalimantan Timur, Kalimantan Selatan) dan Wilayah Timur (Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan dan Papua). Kegiatan ini dilakukan mulai bulan Mei 2024 - Desember 2024, analisis data dilakukan pada bulan November -Februari 2025.

**Gambar 1. Peta Wilayah Pemetaan Patogen tahun 2019-2024**



Laboratorium yang terpilih adalah seluruh laboratorium Kesehatan Masyarakat (B/BLKM) atau Laboratorium Kesehatan Daerah (Labkesda) dan Laboratorium Rumah Sakit Vertikal atau RSUD Provinsi di 10 Provinsi terpilih.

## **2.2 Metode Pengumpulan Data**

Data yang dikumpulkan adalah seluruh data pemeriksaan laboratorium mikrobiologi meliputi bakteri, virus kecuali COVID-19, jamur dan parasit mulai bulan Januari tahun 2019 - Oktober tahun 2024 . Data yang dikumpulkan meliputi : Tanggal (pengambilan spesimen, pemeriksaan dan hasil pemeriksaan), umur, jenis kelamin, kab/kota/provinsi, jenis spesimen, order pemeriksaan, jenis test, dan hasil pemeriksaan. Hasil pemeriksaan dipisahkan menurut kelompok besar patogen dan spesies. Kemudian dipisahkan antara hasil pemeriksaan positif untuk dilakukan analisis lebih lanjut.

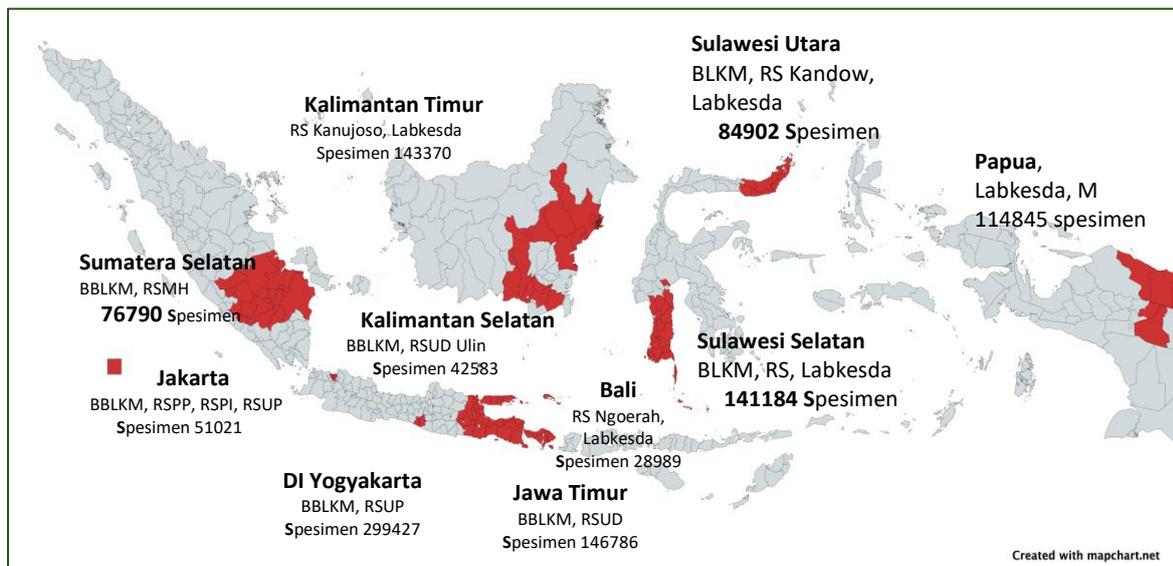
Pengumpulan data dilakukan melalui format pengumpulan data yang diunggah melalui *google drive* yang dipisahkan menurut provinsi dan entitas laboratorium, selanjutnya dilakukan verifikasi terhadap data yang masuk ke database, meliputi kelengkapan dan kesesuaian data, konfirmasi nilai ekstrim dan tidak relevan. Sebagian besar data bersumber dari Sistem Informasi Laboratorium dan Sistem Informasi Rumah Sakit, walaupun cukup banyak data juga berasal dari pencatatan internal laboratorium untuk terutama untuk tahun 2019 dan 2020. Pandemi COVID-19 memberikan pengaruh besar terhadap sistem pelaporan dan pencatatan laboratorium mikrobiologi yang semakin membaik.

## **2.3 Metode Analisis Data**

Analisis data terbagi 2, yaitu analisis terhadap keseluruhan spesimen mikrobiologi yang diperiksa di 10 provinsi dan analisis spesimen positif, analisis meliputi distribusi patogen menurut tempat dan waktu, distribusi sirkulasi patogen menurut karakteristik pemilik spesimen (jenis kelamin dan umur), perbandingan distribusi patogen menurut tempat dan waktu, dan analisis spasial patogen menurut wilayah.

## BAB III HASIL

**Gambar 2. Peta Wilayah Pemetaan Patogen tahun 2019-2023**



**Tabel 1. Jumlah Pemeriksaan menurut Provinsi dan Jenis Laboratorium**

Provinsi	Jenis Laboratorium			Total
	Rumah Sakit	B/BLKM	Labkesda	
Sumatera Selatan	69540	7250	-	76790
Jakarta	46800	4221	-	51021
DI Yogyakarta	293182	6245	-	299427
Jawa Timur	146397	389	-	146786
Bali	8703	-	20286	28989
Kalimantan Timur	134983	-	8387	143370
Kalimantan Selatan	40259	2324	-	42583
Sulawesi Selatan	140083	1101	-	141184
Sulawesi Utara	7061	76817	1024	84902
Papua	113621	362	862	114845
<b>Jumlah</b>	1000629 (88.6%)	98709 (8.7%)	30559 (2.7%)	1129897

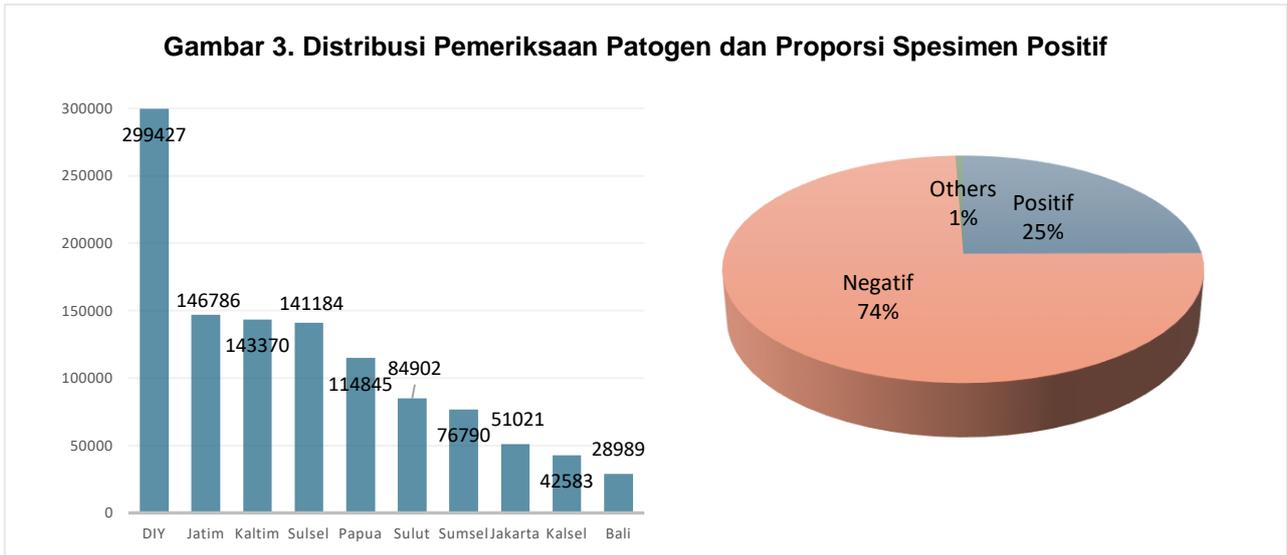
Tabel 1 menampilkan jumlah data patogen pada laboratorium di RS, B/BLKM dan Labkesda di setiap provinsi. Dari total keseluruhan, data patogen dari laboratorium Rumah Sakit memiliki proporsi terbesar dengan jumlah 1.000.629 (88,6%). Provinsi DI Yogyakarta menjadi kontributor terbesar dengan total 293.182, diikuti oleh Jawa Timur dengan total 146.397. Sementara itu data patogen dari laboratorium B/BLKM memiliki proporsi sebesar total 98.709 (8,7%), dengan jumlah terbanyak dari Sulawesi Utara sebanyak 76.817. Adapun data patogen dari Labkesda memiliki proporsi sebesar total 30.559 (2,7%), dengan kontribusi

terbesar berasal dari Bali, yakni 20.286. Secara keseluruhan jumlah total data patogen yang berhasil dikumpulkan dari laboratorium di seluruh provinsi dalam pemetaan ini adalah sebesar 1.129.897. Distribusi laboratorium menunjukkan variasi antarprovinsi, dengan dominasi laboratorium Rumah Sakit sebagai sumber data patogen utama di berbagai wilayah.

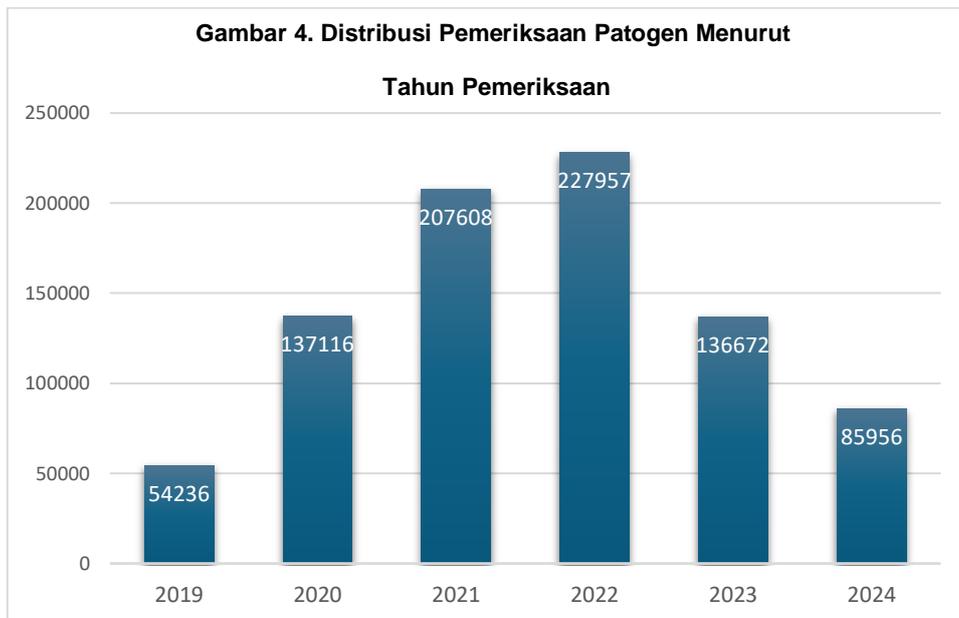
**Tabel 2. Jumlah Pemeriksaan Positif Menurut Provinsi**

Provinsi	Total Pemeriksaan	Tanpa COVID-19	Positif	%	Kontaminasi/ Equivocal
Sumatera Selatan	76790	76790	43761	57,0%	76
Jakarta	51021	51021	16769	32,9%	
DI Yogyakarta	299427	299427	66924	22,4%	8
Jawa Timur	146786	146786	56517	38,5%	
Bali	28989	28989	7210	24,9%	
Kalimantan Timur	143370	113527	12058	10,6 %	
Kalimantan Selatan	8274	8096	916	11,3%	
Sulawesi Selatan	172469	101408	13037	12,8%	
Sulawesi Utara	84902	10959	2817	25,7%	
Papua	114845	114839	16717	14,6%	
<b>Jumlah</b>	1129897	951842	236.726	24,9%	

Tabel di atas menggambarkan jumlah pemeriksaan di setiap provinsi, jumlah pemeriksaan tanpa pemeriksaan COVID-19, termasuk jumlah pemeriksaan dengan hasil positif dan persentasenya, serta data kontaminasi (Sumatera Selatan) dan hasil *equivocal* (Sumatera Selatan dan DIY). Total pemeriksaan yang tercatat dari seluruh provinsi sebanyak 1.129.897 pemeriksaan. Dari data tanpa pemeriksaan COVID-19 (951.842 pemeriksaan) terdapat 236.726 (24,9%) hasil pemeriksaan positif. Provinsi dengan persentase hasil pemeriksaan positif tertinggi adalah Sumatera Selatan, di mana dari 76.790 pemeriksaan, 43.761(57,0%) sampel terkonfirmasi positif. Sementara itu, provinsi dengan jumlah pemeriksaan tertinggi adalah DI Yogyakarta sebesar 299.427 pemeriksaan, namun hanya 22,4% (66.924) hasilnya positif. Provinsi Kalimantan Timur dan Kaliman Selatan mencatatkan persentase hasil positif yang lebih rendah, yaitu masing-masing 10,6% dan 11,3%. Faktor kontaminasi dan hasil *equivocal* hanya dapat ditampilkan pada 2 provinsi yakni Sumsel (75 kontaminasi dan 1 *equivocal*) dan DIY (8 *equivocal*), sedangkan provinsi lain tidak tercatat.



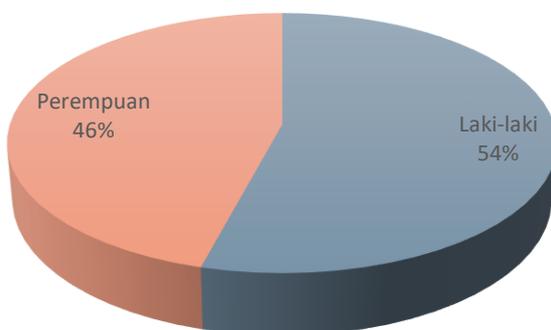
Gambar 3 memperlihatkan distribusi jumlah pemeriksaan patogen yang dilakukan di beberapa provinsi di Indonesia. Provinsi DI Yogyakarta menempati posisi tertinggi dengan jumlah pemeriksaan mencapai hampir 180.000 sampel, menunjukkan kapasitas laboratorium yang besar dan tingginya intensitas pemeriksaan di wilayah tersebut. Provinsi Jawa Timur dan Kalimantan Timur berada di peringkat kedua dan ketiga diikuti oleh Sulawesi Selatan. menandakan bahwa wilayah-wilayah tersebut memiliki peran penting dalam pelaksanaan pemeriksaan patogen di tingkat nasional. Sementara itu, provinsi Kalsel dan Bali menunjukkan angka pemeriksaan di urutan terbawah dalam grafik ini. Dari total spesimen yang hanya 21% spesimen yang positif (Gambar 3).



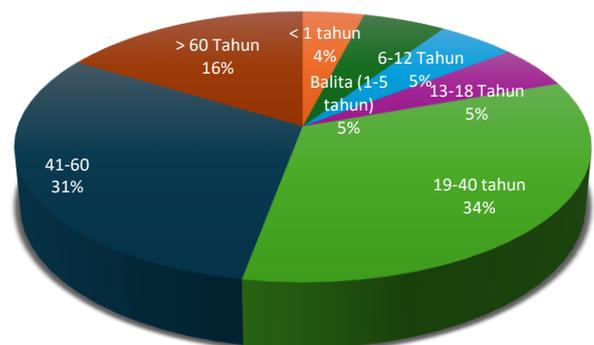
Gambar 4 menunjukkan tren jumlah pemeriksaan patogen dari tahun 2019 hingga 2024. Terlihat bahwa jumlah pemeriksaan meningkat secara signifikan pada periode awal, mencapai puncaknya pada tahun 2022, sebelum mengalami penurunan pada tahun-tahun

berikutnya. Pada tahun 2019, jumlah pemeriksaan relatif rendah, yaitu sekitar 54.236 sampel. Namun, terjadi lonjakan tajam pada tahun 2020, dengan total pemeriksaan mencapai 137.116 sampel. Tren peningkatan berlanjut hingga tahun 2021 dengan 207.608 sampel, dan mencapai titik tertinggi pada tahun 2022 dengan jumlah 227.957 sampel. Hal ini kemungkinan terkait dengan peningkatan kebutuhan pemeriksaan patogen, seperti yang terjadi selama pandemi COVID-19, yang mendorong peningkatan kapasitas laboratorium dan jumlah pemeriksaan. Setelah tahun 2022, grafik menunjukkan tren penurunan, dengan jumlah pemeriksaan menurun menjadi 136.672 sampel pada tahun 2023 dan 85.956 sampel pada tahun 2024. Penurunan ini mungkin mencerminkan kondisi pasca-pandemi, di mana kebutuhan pemeriksaan menurun seiring dengan berkurangnya kasus baru atau peningkatan langkah pencegahan yang efektif. Data tahun 2024 diambil sampai bulan Agustus, sehingga hasil yang tertera belum merupakan hasil setahun di tahun tersebut.

**Gambar 5. Distribusi Menurut Jenis Kelamin**



**Gambar 6. Distribusi Menurut Kelompok Umur**



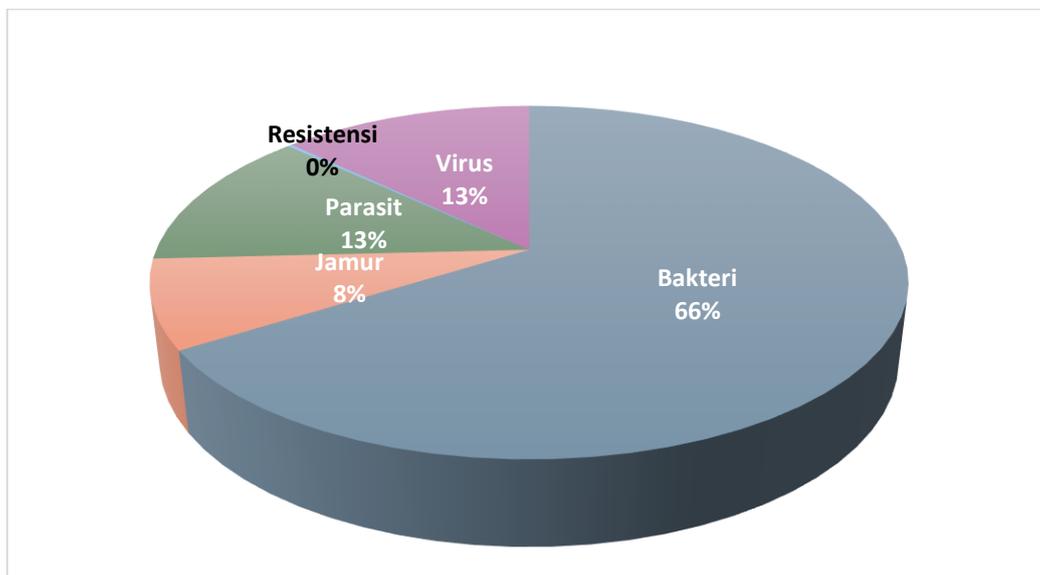
Pada grafik diatas terlihat bahwa persentase jenis kelamin sampel terbanyak adalah laki-laki (54%) (gambar 5), sementara persentase umur terbanyak pada sampel adalah umur 19-40 tahun (34%) dan umur 41-60 tahun (31%) (gambar 6).

**Tabel 3. Kelompok Patogen yang dianalisis**

Jenis Patogen	B/BLKM	RS	Labkesda	Total
Bakteri	7633	155172	2685	165490 (69.9%)
Virus	76	19637	677	20390 (8.6%)
Jamur	368	17898	6	18272 (7.7%)
Parasit		541		541 (0.2%)
Uji Resistensi	1868	30120	45	32033 (13.5%)
Jumlah	9945	223368	3413	236726

Secara keseluruhan, terdapat 236.726 hasil pemeriksaan positif dari total 1.129.897 pemeriksaan yang dilakukan terhadap berbagai jenis patogen, dengan dominasi pemeriksaan di laboratorium Rumah Sakit (94,4%). Bakteri menjadi kelompok patogen yang paling banyak dianalisis, dengan total 165.490 (69.9 %) pemeriksaan, di mana sebagian besar dilakukan di laboratorium Rumah Sakit (223368 pemeriksaan positif). Tingginya patogen bakteri kemungkinan besar berkaitan dengan tingginya angka infeksi di berbagai wilayah di Indonesia. Kelompok virus dan parasit memiliki jumlah pemeriksaan yang hampir sama yaitu 32.033 (12,8%) dan 32.099 (12,8%). Analisis terhadap virus dan parasit sebagian besar dilakukan di Rumah Sakit (28.800 pemeriksaan dan 31.595 pemeriksaan). Pemeriksaan terhadap jamur tercatat sebanyak 20.390 (8,1%) sampel, sedangkan untuk uji resistensi, jumlahnya sangat kecil yaitu hanya 541 (0,2%) pemeriksaan yang seluruhnya dilakukan di laboratorium Rumah Sakit. Laboratorium B/BLKM dan Labkesda memiliki kontribusi yang lebih kecil dalam analisis patogen ini, masing-masing menyumbang 11.112 pemeriksaan dan 3.487 pemeriksaan secara total. Hal ini menunjukkan bahwa laboratorium Rumah Sakit memainkan peran sentral dalam pemeriksaan patogen di Indonesia.

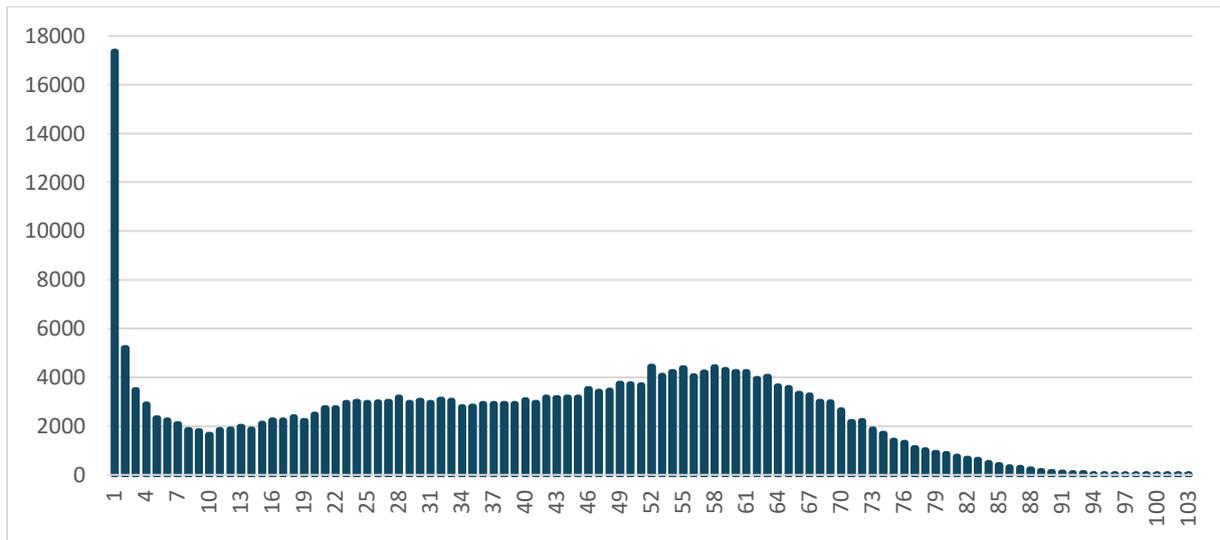
**Gambar 7. Proporsi Hasil Pemeriksaan Menurut Kelompok Mikroorganism**



Gambar 8 menunjukkan dari total pemeriksaan, kelompok bakteri mendominasi dengan proporsi sebesar 66%, menegaskan bahwa bakteri menjadi fokus utama dalam analisis laboratorium. Hal ini dapat mencerminkan tingginya prevalensi infeksi bakteri di populasi sehingga penting untuk identifikasi bakteri dalam konteks kesehatan masyarakat. Kelompok virus dan parasit memiliki kontribusi yang sama, masing-masing sebesar 13% dari total pemeriksaan. Pemeriksaan terhadap kedua kelompok mikroorganism ini menjadi prioritas kedua setelah bakteri. Selanjutnya, pemeriksaan pada jamur menyumbang 8% dari total pemeriksaan, sedangkan uji resistensi hanya mencakup 0%. Proporsi ini menandakan

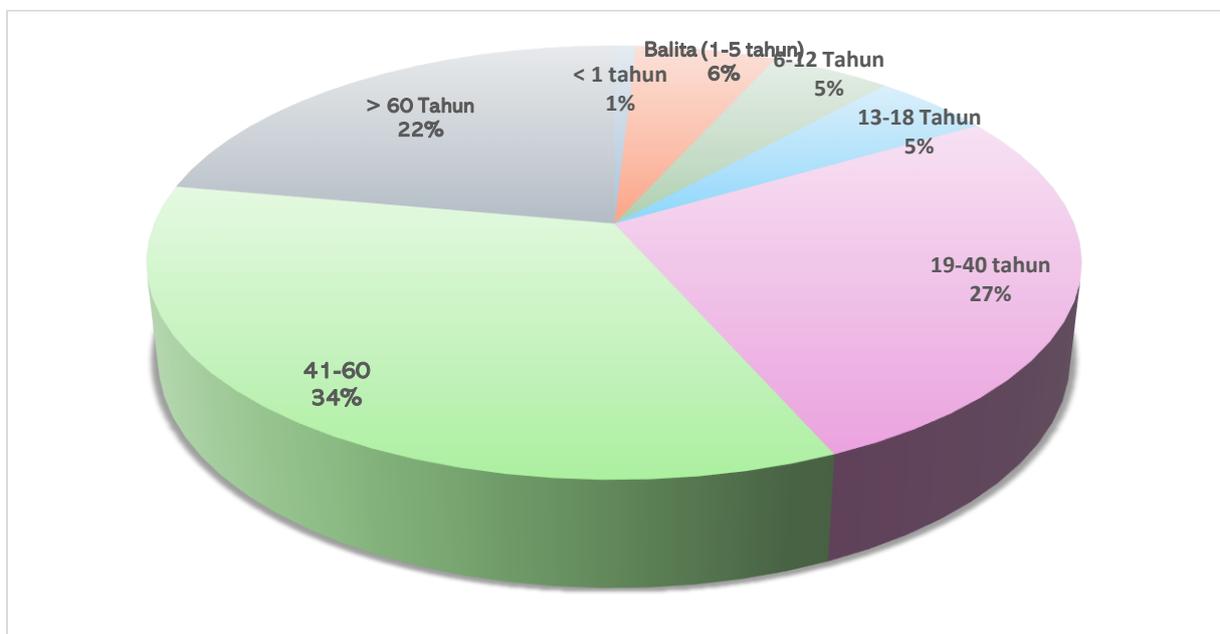
bahwa analisis resistensi antimikroba, meskipun penting, masih relatif sedikit dilakukan atau lebih fokus pada kasus-kasus tertentu.

**Gambar 8. Proporsi Positif menurut Umur**



Gambar 9 menyajikan distribusi proporsi positif berdasarkan kelompok umur. Hasil analisis menunjukkan proporsi positif tertinggi ditemukan pada kelompok usia batita, bahkan tertinggi adalah di usia 0-1 tahun. Penyakit infeksi pada bayi akan memberikan kontribusi pada tingginya angka kematian bayi (AKB) di Indonesia. Angka ini kemudian menurun secara bertahap seiring bertambahnya usia. Fluktuasi kecil terlihat pada beberapa kelompok usia yakni di usia 25-35 tahun dan juga pada usia 50 - 65 tahun, namun secara keseluruhan tren penurunan mendominasi.

**Gambar 9. Proporsi Positif Menurut Kelompok Umur**



Gambar 10 menunjukkan distribusi proporsi positif pada tujuh kelompok umur yakni kelompok umur <1 tahun, 1-5 tahun, 6-12 tahun, 13-18 tahun, 19-40 tahun, 41-60 tahun dan >60 tahun. Hasil analisis menunjukkan bahwa kelompok usia 41-60 tahun (34%) dan kelompok usia 19-40 tahun (27%) memiliki proporsi positif yang paling tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa kelompok usia ini mungkin lebih rentan terhadap infeksi patogen. Sebaliknya, kelompok usia <1 tahun memiliki proporsi positif yang paling rendah yakni sebesar 1%.

Tabel 4. Jumlah Kelompok Patogen Terbanyak Menurut Jenis Layanan Laboratorium

No	B/BLKM		RS		Labkesda		Total	
	Patogen	Jumlah	Patogen	Jumlah	Patogen	Jumlah	Patogen	Jumlah
1	Acinetobacter	6597	Staphylococcus sp	33028	Escherichia coli	842	Staphylococcus sp	33083
2	HIV	1363	Malaria	30307	Acinetobacter	729	Malaria	30466
3	Toxoplasma sp	336	Klebsiella sp	23288	Candida Sp.	656	Klebsiella sp	23320
4	Salmonella sp	257	Candida Sp.	18321	M. Leprae	380	Candida Sp.	18977
5	Streptococcus sp	243	Pseudomonas sp	17747	Enterobacter sp	186	Pseudomonas sp	17761
6	HBV	225	Escherichia coli	15779	Malaria	117	Acinetobacter	17678
7	M. TB	170	Acinetobacter	10352	Treponema sp	98	Escherichia coli	16621
8	Achromobacter	135	HAV	8971	Enterococcus sp	69	HBV	9106
9	Aeromonas	126	HBV	8849	M. TB	67	HAV	8974
10	CMV	93	Streptococcus sp	8411	Bacillus sp.	57	Streptococcus sp	8668
11	Dengue	83	Enterococcus sp	6219	Staphylococcus sp	55	Enterococcus sp	6288
12	Aspergillus sp	75	Escherichia sp	6158	Achromobacter	44	Escherichia sp	6158
13	Bacillus sp.	48	Enterobacter sp	5767	Klebsiella sp	32	Enterobacter sp	5953
14	Malaria	42	Rubella	4118	HBV	32	Rubella	4146
15	Influenza	40	M. TB	3612	Citrobacter sp	24	M. TB	3776
16	Rubella	28	Stenotrophomonas sp	2774	Pseudomonas sp	14	HIV	3040
17	Herpes simplex	27	Dengue	2751	Streptococcus sp	14	Dengue	2836
18	Treponema sp	21	CMV	2369	Burkholderia sp	13	Stenotrophomonas sp	2774
19	Alcaligenes	15	Salmonella sp	2263	Cryptococcus sp	13	Salmonella sp	2522
20	Mikrofilaria	12	Proteus sp	2067	Corynebacterium sp	9	CMV	2462

21	Aerococcus	10	Burkholderia sp	1742	Aeromonas	7	Proteus sp	2070
22	Leptospirosis	4	Corynebacterium sp	1709	HPV	6	Burkholderia sp	1755
23	M. Leprae	4	HIV	1677	Bordetella sp	6	Corynebacterium sp	1718
24	HPV	3	Citrobacter sp	1405	Coccus	6	Toxoplasma sp	1619
25	HCV	2	Toxoplasma sp	1283	Kocuria sp	4	Citrobacter sp	1429

Ket:  Tinggi di Semua Lab dan Total       Tinggi di Rumah Sakit, Labkesda dan Total  
 Tinggi di RS dan BLKM       Tinggi di BLKM dan Labkesda

Tabel 4 menunjukkan jumlah kelompok patogen terbanyak berdasarkan jenis layanan laboratorium, meliputi Balai Besar/Balai Laboratorium Kesehatan Masyarakat (B/BLKM), Rumah Sakit (RS), dan Laboratorium Kesehatan Daerah (Labkesda). Lima kelompok patogen terbanyak yang dilakukan pemeriksaan secara total adalah *Staphylococcus*, *malaria*, *Klebsiella*, *Candida* dan *Pseudomonas*. B/BLKM mencatat jumlah tertinggi pemeriksaan untuk patogen *Acinetobacter* sebanyak 6.597 kasus, diikuti oleh HIV (1.363 kasus), dan *Toxoplasma sp* (336 kasus). Rumah Sakit menunjukkan angka tertinggi pemeriksaan untuk *Staphylococcus* dengan 33.028 kasus, diikuti *Malaria* (30.307 kasus), dan *Klebsiella* (23.288 kasus). Labkesda memiliki jumlah tertinggi pemeriksaan untuk *Escherichia coli* sebanyak 842 kasus, diikuti *Acinetobacter* (729 kasus), dan *Candida* (656 kasus). Jenis patogen seperti *malaria*, *Acinetobacter*, *Streptococcus* dan *Mycobacterium tuberculosis* ditemukan secara signifikan di berbagai layanan laboratorium.

**Tabel 5. Jumlah Spesies Patogen Terbanyak Menurut Jenis Layanan Laboratorium**

No	B/BLKM		RS		Labkesda		Total	
	Patogen	Jumlah	Patogen	Jumlah	Patogen	Jumlah	Patogen	Jumlah
1	Cinetobacter baumannii	5674	Escherichia coli	14992	Cinetobacter baumannii	686	Escherichia coli	15603
2	HBsAg	2983	Pseudomonas aeruginosa	10664	Escherichia coli	611	Cinetobacter baumannii	11867
3	Cytomegalovirus	1746	Klebsiella pneumoniae ssp. pneumoniae	10328	Mycobacterium leprae	378	Pseudomonas aeruginosa	10682

4	Rubella	1448	Staphylococcus sp	9396	Candida albicans	322	Klebsiella pneumoniae ssp. pneumoniae	10328
5	HBV	1236	Hepatitis	7958	Candida tropicalis	151	Staphylococcus sp	9405
6	Salmonella sp	902	Staphylococcus aureus	6237	Enterobacter cloacae	144	Hepatitis	7958
7	CD4	591	Klebsiella pneumoniae	6059	Cytomegalovirus	91	Staphylococcus aureus	6264
8	HCV	526	Escherichia sp	5974	HBV	86	Klebsiella pneumoniae	6086
9	Mycobacterium TB	465	Klebsiella sp	5792	Mycobacterium TB	83	Escherichia sp	5974
10	HIV	451	cinetobacter baumannii	5507	candida non albicans	78	Klebsiella sp	5792
11	Toxoplasma	423	Pseudomonas sp	5313	Rubella	74	HBV	5763
12	Dengue	257	Candida albicans	5120	E.coli-non patogen	69	Candida albicans	5442
13	Streptococcus mitis	207	Staphylococcus haemolyticus	4836	HBsAg	59	Pseudomonas sp	5316
14	Toxoplasma gondii	170	Candida sp	4623	Treponema sp.	59	Staphylococcus haemolyticus	4874
15	Acinetobacter Iwoffii	153	HBV	4441	Enterococcus faecalis	56	Candida sp	4647
16	Salmonella typhii	91	Staphylococcus epidermidis	4224	Bacillus sp	55	Staphylococcus epidermidis	4232
17	Aeromonas hydrophila/caviae	77	Acinetobacter sp	3876	Staphylococcus haemolyticus	38	Rubella	3921
18	Achromobacter xylooxidans	75	Candida tropicalis	3574	Escherichia coli - Batang gram negatif	35	Acinetobacter sp	3894
19	Acinetobacter baumannii complex	73	Streptococcus viridans	3548	CD4	32	Candida tropicalis	3725
20	Salmonella Paratyphi B	71	Mycobacterium TB	3115	HCV	28	Mycobacterium TB	3663
21	Salmonella Paratyphi C	63	Staphylococcus equorum	2922	Staphylococcus aureus	27	Streptococcus viridans	3548
22	Achromobacter denitrificans	60	Enterococcus faecalis	2602	Klebsiella pneumoniae	27	Staphylococcus equorum	2929
23	Acinetobacter haemolyticus	60	Enterococcus sp	2444	Toxoplasma	27	Enterococcus faecalis	2658

Dalam upaya memetakan patogen penyakit yang berpotensi menyebabkan kejadian luar biasa (KLB), pemetaan ini mengidentifikasi jumlah dan distribusi spesies patogen yang terdeteksi melalui berbagai jenis layanan laboratorium. Tabel 5 memperlihatkan bahwa *Escherichia coli* merupakan patogen dengan jumlah kasus tertinggi di layanan rumah sakit (14.992 kasus) dan juga menempati jumlah total tertinggi di semua layanan laboratorium, yaitu 15.603 kasus. Sementara itu *Cinetobacter baumannii* menjadi patogen dominan di layanan B/BLKM (5.674 kasus) dan Labkesda (686 kasus). Secara keseluruhan, patogen ini merupakan patogen kedua terbesar dengan total kasus sebanyak 11.867. *Pseudomonas aeruginosa* dan *Klebsiella pneumoniae ssp. pneumoniae* merupakan patogen penting lainnya yang sering ditemukan di rumah sakit, masing-masing dengan jumlah kasus sebesar 10.664 dan 10.328. Beberapa patogen viral seperti *HBsAg*, *Cytomegalovirus*, dan *Rubella* juga menduduki peringkat atas, terutama di layanan B/BLKM dan Labkesda, menunjukkan potensi ancaman KLB akibat penyakit yang disebabkan oleh virus tersebut. Selain patogen bakteri dan virus, beberapa jamur seperti *Candida albicans* juga terdeteksi dalam jumlah signifikan, terutama di rumah sakit (5.120 kasus) dan Labkesda (322 kasus). Hal ini menekankan perlunya perhatian terhadap infeksi oportunistik pada populasi rentan, seperti pasien dengan imunokompromis.

**Tabel 6. Hasil Pemeriksaan Positif menurut Provinsi (1)**

<b>Bali</b>	<b>%</b>	<b>DIY</b>	<b>%</b>	<b>Jakarta</b>	<b>%</b>	<b>Jawa Timur</b>	<b>%</b>	<b>Kalsel</b>	<b>%</b>
Streptococcus	24,0%	Staphylococcus	14,3%	Acinetobacter	14,4%	Staphylococcus	17,6%	Staphylococcus	48,1%
Klebsiella	13,3%	HAV	13,4%	Staphylococcus	14,2%	Candida .	15,3%	Escherichia	13,0%
Staphylococcus	12,0%	Escherichia	9,2%	Escherichia	13,3%	Escherichia	14,5%	Klebsiella	9,8%
Pseudomonas	10,5%	Klebsiella	8,8%	Klebsiella	11,7%	Klebsiella	11,9%	Pseudomonas	5,9%
Acinetobacter	10,0%	Pseudomonas	7,8%	Pseudomonas	10,9%	Pseudomonas	8,6%	Enterobacter	5,8%
Candida .	9,0%	Candida .	6,7%	Candida .	10,5%	Streptococcus	6,1%	Acinetobacter	4,4%
Escherichia	8,6%	Acinetobacter	5,5%	M. TB	10,2%	Acinetobacter	5,6%	Achromobacter	2,0%
Enterobacter	2,5%	Rubella	3,8%	Enterococcus	5,8%	Enterobacter	2,8%	Mikrofilaria	1,3%
Salmonella	1,4%	Enterococcus	3,7%	Enterobacter	2,7%	Enterococcus	2,7%	Stenotrophomonas	1,2%

Stenotrophomonas	1,4%	Streptococcus	3,5%	Stenotrophomonas	2,6%	Corynebacterium	1,8%	Burkholderia	1,0%
Malaria	0,8%	Enterobacter	3,0%	Citrobacter	0,7%	Proteus	1,5%	Aerococcus	0,9%
Bacillus .	0,8%	Dengue	2,4%	Burkholderia	0,6%	Stenotrophomonas	1,1%	Kocuria	0,8%
Enterococcus	0,8%	HIV	2,0%	Proteus mirabilis	0,5%	Citrobacter	0,9%	Malaria	0,8%
Achromobacter	0,6%	Serratia	1,8%	Serratia marcescens	0,4%	Providencia	0,7%	Seratia	0,7%
Proteus mirabilis	0,5%	Proteus	1,8%	Proteus	0,2%	Bacillus .	0,7%	Trichooron	0,4%
HBV	0,4%	Burkholderia	1,3%	Achromobacter	0,2%	M. TB	0,7%	Influenza	0,4%
Citrobacter	0,3%	Salmonella	1,1%	Salmonella	0,2%	MRSA	0,6%	Micrococcus	0,3%
Seratia	0,3%	Corynebacterium	0,9%	Morganella	0,2%	Moraxella	0,5%	Pantoea	0,3%
hingomonas	0,2%	Providencia	0,9%	Aeromonas	0,1%	Morganella	0,5%	Leuconostoc	0,3%
JE	0,2%	Stenotrophomonas	0,9%	Seratia	0,1%	Seratia	0,5%	Raoultella	0,3%
M. Leprae	0,2%	Citrobacter	0,7%	Providencia rettgeri	0,1%	Burkholderia	0,5%	Leptoiosis	0,3%
Cryptococcus	0,2%	Kocuria	0,7%	Providencia stuartii	0,1%	Salmonella	0,4%	Candida .	0,2%
Proteus .	0,2%	Leptoiosis	0,6%	Yeast Cell	0,1%	Aeromonas	0,3%	Streptococcus	0,2%
Burkholderia	0,2%	Toxoplasma	0,5%	fungi	0,0%	Cryptococcus	0,3%	Proteus	0,2%
Kocuria	0,1%	Achromobacter	0,5%	Raoultella	0,0%	Trichooron	0,3%	Salmonella	0,2%
Micrococcus	0,1%	Morganella	0,3%	Alcaligenes	0,0%	Micrococcus	0,2%	Filariasis	0,2%
Penicillium	0,1%	HBV	0,3%	Raoultella ornithinolytica	0,0%	Pantoea	0,2%	Gemella	0,1%
Aeromonas	0,1%	Cryptococcus	0,3%	Ochrobactrum	0,0%	Mycobaterium Non TB	0,2%	Shigella	0,1%
Bordetella	0,1%	Micrococcus	0,3%	Pasteurella	0,0%	Cronobacter	0,1%	hingomonas	0,1%
Neisseria	0,1%	Aeromonas	0,2%	Providencia	0,0%	Achromobacter	0,1%	Hafnia	0,1%

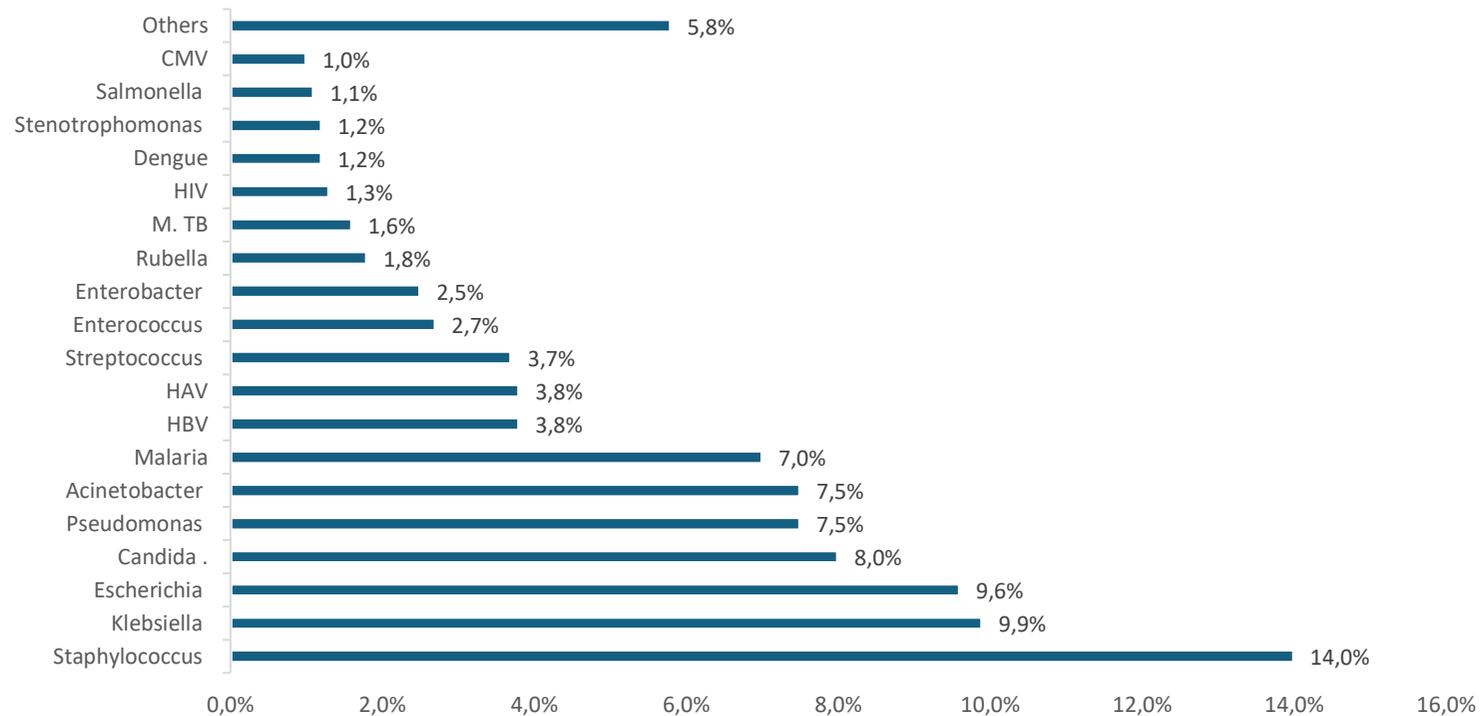
Tabel 7. Hasil Pemeriksaan Positif menurut Provinsi (2)

<b>Kaltim</b>	<b>%</b>	<b>Papua</b>	<b>%</b>	<b>Sulsel</b>	<b>%</b>	<b>Sulut</b>	<b>%</b>	<b>Sumsel</b>	<b>%</b>
HBV	34,7%	Malaria	96,6%	HBV	35,2%	Staphylococcus	20,0%	Staphylococcus	20,4%
M. TB	9,9%	Treponema	1,6%	CMV	15,4%	Escherichia	16,3%	Acinetobacter	15,9%
HIV	8,3%	Escherichia	0,8%	Rubella	12,4%	M. Leprae	12,8%	Klebsiella	15,3%
Dengue	7,4%	HBV	0,4%	Salmonella	9,4%	Klebsiella	12,0%	Escherichia	10,7%
Klebsiella	5,4%	Influenza	0,1%	Toxoplasma	7,2%	Pseudomonas	6,0%	Pseudomonas	10,4%
Acinetobacter	4,5%	Klebsiella	0,1%	HIV	5,2%	Acinetobacter	5,2%	Candida .	6,8%
M. Leprae	3,1%	Staphylococcus	0,1%	HCV	4,4%	Enterobacter	4,4%	Enterobacter	3,2%
CMV	3,0%	Streptococcus	0,04%	M. TB	3,2%	Candida .	4,2%	Enterococcus	2,6%
Pseudomonas	3,0%	Enterobacter	0,03%	CD4	3,1%	Enterococcus	3,4%	Streptococcus	2,3%
Staphylococcus	2,9%	M. Leprae	0,02%	Dengue	2,1%	Streptococcus	2,8%	Stenotrophomonas	1,9%
Toxoplasma	2,9%	Enterococcus	0,02%	Sel CD4	2,0%	Tuberkulosis	2,6%	Burkholderia	1,1%
Candida .	2,6%	Kocuria	0,02%	Malaria	0,2%	Kocuria	2,0%	Proteus mirabilis	0,9%
Malaria	2,3%	Acinetobacter	0,01%	Leptoirosis	0,01%	Burkholderia	1,0%	hingomonas	0,8%
Escherichia	1,7%	Pseudomonas	0,01%	RSV	0,01%	Stenotrophomonas	0,8%	Bacillus .	0,8%
Treponema	1,7%	Serratia marcescens	0,01%			Aeromonas	0,5%	Serratia marcescens	0,7%
Stenotrophomonas	1,3%	Candida .	0,01%			Citrobacter	0,5%	Citrobacter	0,6%
Enterobacter	1,1%	Salmonella	0,01%			Influenza	0,4%	Rif Sen	0,4%
Salmonella	0,6%	Moraxella	0,01%			Dermacoccus	0,4%	Achromobacter	0,3%
Seratia	0,5%	Micrococcus	0,01%			Proteus mirabilis	0,4%	Cryptococcus	0,3%
Corynebacterium	0,5%	Aeromonas	0,01%			Rothia dentocariosa	0,4%	Morganella	0,3%
Streptococcus	0,5%	Pasteurella	0,01%			Granulicatella	0,4%	Aeromonas	0,3%
HCV	0,4%	Bordetella	0,01%			Salmonella	0,3%	Kocuria	0,3%

Burkholderia	0,3%					Raoultella ornithinolytica	0,3%	Salmonella	0,3%
Enterococcus	0,2%					Achromobacter	0,2%	MRSA	0,3%
Proteus	0,2%					Serratia marcescens	0,2%	Pantoea	0,2%
Citrobacter	0,1%					Cryptococcus	0,2%	Aergillus	0,2%
Moraxella	0,1%					Lactococcus	0,2%	Providencia stuartii	0,1%
Trichooron	0,1%					Trichooron	0,1%	Proteus vulgaris	0,1%
Achromobacter	0,1%					Pantoea	0,1%	Dengue	0,1%
Influenza	0,0%					Rhizobium radiobacter	0,1%	HPV	0,1%

Tabel 6 dan 7 menyajikan hasil pemeriksaan positif menurut provinsi yang dibuat dalam persentase. Terlihat bahwa hasil pemeriksaan positif terbesar pada beberapa provinsi (DIY, Jatim, Kalsel, Sulut dan Sumsel) adalah Staphylococcus dengan kisaran sebesar 14-48%, sementara di Provinsi DKI Jakarta menempati urutan ke 2 sebesar 14,2%. Pemeriksaan positif untuk Staphylococcus ada di setiap provinsi kecuali provinsi Sulsel. Untuk provinsi Kaltim dan Sulsel hasil pemeriksaan positif terbesar adalah HBV dengan kisaran 34-35%, sementara hasil pemeriksaan positif di provinsi Bali adalah Streptococcus (24%), DKI adalah Acinetobacter (14%), dan hasil pemeriksaan positif terbesar di Papua adalah malaria sebesar 96%. Hasil pemetaan juga menunjukkan bahwa jenis pemeriksaan dengan hasil pemeriksaan positif di Provinsi Sulsel paling sedikit dibandingkan dengan provinsi lain yang menjadi lokus pemetaan.

**Gambar 10. Persentase Hasil Pemeriksaan Positif**



Gambar 11 menunjukkan tentang total persentase hasil pemeriksaan positif yang ada di seluruh provinsi. Hasil pemetaan memperlihatkan bahwa secara total, staphylococcus merupakan patogen yang memiliki presentasi hasil pemeriksaan positif terbesar yakni sebesar 14,0%. Sementara itu di urutan ke 2 dan 3 adalah patogen klebsiella (9,9%) dan escherichia (9,6%).

**Tabel 8. Hasil Pemeriksaan Positif menurut Wilayah Indonesia (Barat, Tengah dan Timur Indonesia)**

No	Barat		%	Tengah		%	Timur		%	Total		%
1	Staphylococcus	30854	16,8%	HBV	4222	20,9%	Malaria	16188	49,7%	Staphylococcus	33083	14,0%
2	Klebsiella	21266	11,6%	Streptococcus	1791	8,9%	HBV	4659	14,3%	Klebsiella	23320	9,9%
3	Escherichia	21235	11,5%	Klebsiella	1701	8,4%	CMV	2007	6,2%	Escherichia	22779	9,6%
4	Candida .	17891	9,7%	Staphylococcus	1654	8,2%	Rubella	1622	5,0%	Candida .	18977	8,0%
5	Pseudomonas	16422	8,9%	Acinetobacter	1297	6,4%	Salmonella	1236	3,8%	Pseudomonas	17761	7,5%
6	Acinetobacter	16233	8,8%	M. TB	1199	5,9%	Toxoplasma	942	2,9%	Acinetobacter	17678	7,5%
7	HAV	8973	4,9%	Pseudomonas	1169	5,8%	HIV	673	2,1%	Malaria	16639	7,0%
8	Streptococcus	6792	3,7%	HIV	1001	5,0%	Escherichia	596	1,8%	HBV	9106	3,8%
9	Enterococcus	6106	3,3%	Candida .	966	4,8%	HCV	578	1,8%	HAV	8974	3,8%
10	Enterobacter	5457	3,0%	Escherichia	948	4,7%	Staphylococcus	575	1,8%	Streptococcus	8668	3,7%
11	Rubella	2524	1,4%	Dengue	894	4,4%	M. TB	421	1,3%	Enterococcus	6288	2,7%
12	Stenotrophomonas	2485	1,4%	M. Leprae	393	1,9%	CD4	401	1,2%	Enterobacter	5953	2,5%
13	M. TB	2156	1,2%	Enterobacter	368	1,8%	M. Leprae	365	1,1%	Rubella	4146	1,8%
14	Proteus	2047	1,1%	CMV	361	1,8%	Klebsiella	353	1,1%	M. TB	3776	1,6%
15	Burkholderia	1669	0,9%	Toxoplasma	346	1,7%	Dengue	277	0,9%	HIV	3040	1,3%
16	Dengue	1665	0,9%	Malaria	346	1,7%	Treponema	274	0,8%	Dengue	2836	1,2%
17	Corynebacterium	1657	0,9%	Stenotrophomonas	266	1,3%	Sel CD4	261	0,8%	Stenotrophomonas	2774	1,2%
18	Citrobacter	1376	0,7%	Treponema	211	1,0%	Pseudomonas	170	0,5%	Salmonella	2522	1,1%
19	HIV	1366	0,7%	Salmonella	177	0,9%	Acinetobacter	148	0,5%	CMV	2461	1,0%
20	Serratia	1231	0,7%	Seratia	89	0,4%	Enterobacter	128	0,4%	Proteus	2070	0,9%
21	Salmonella	1109	0,6%	Enterococcus	82	0,4%	Candida .	120	0,4%	Burkholderia	1755	0,7%
		170514	92,7%		19481	96,5%		31994	98,2%		214606	90,7%

Tabel 8 menyajikan hasil pemeriksaan positif berdasarkan wilayah Indonesia, yaitu wilayah Barat, Tengah, dan Timur. Di wilayah Indonesia bagian Barat, *Staphylococcus* merupakan patogen yang paling banyak ditemukan dengan jumlah kasus sebanyak 30.854 kasus (16,8%). Disusul oleh *Klebsiella* (11,6%) dan *Escherichia coli* (11,5%). Infeksi jamur *Candida* dan bakteri *Pseudomonas* juga ditemukan cukup tinggi dengan persentase masing-masing 9,7% dan 8,9%. Sementara itu, di wilayah Indonesia bagian Tengah, infeksi yang paling banyak ditemukan adalah *Hepatitis B Virus* (HBV) dengan 4.222 kasus (20,9%). *Streptococcus* dan *Klebsiella* menempati peringkat kedua dan ketiga dengan jumlah kasus masing-masing 8,9% dan 8,4%. Patogen lainnya yang juga cukup dominan di wilayah ini adalah *Staphylococcus* (8,2%) dan *Acinetobacter* (6,4%). Di wilayah Indonesia bagian Timur, penyakit infeksi yang paling dominan adalah *Malaria*, yang mencapai 16.188 kasus atau 49,7%. *Hepatitis B* (14,3) dan *Cytomegalovirus* (6,2%). *Cytomegalovirus* (CMV) juga ditemukan dalam jumlah signifikan dengan persentase masing-masing 14,3% dan 6,2%. Selain itu, infeksi *Rubella* dan *Salmonella* juga ditemukan meskipun dalam jumlah lebih rendah, yaitu 5,0% dan 3,8%.

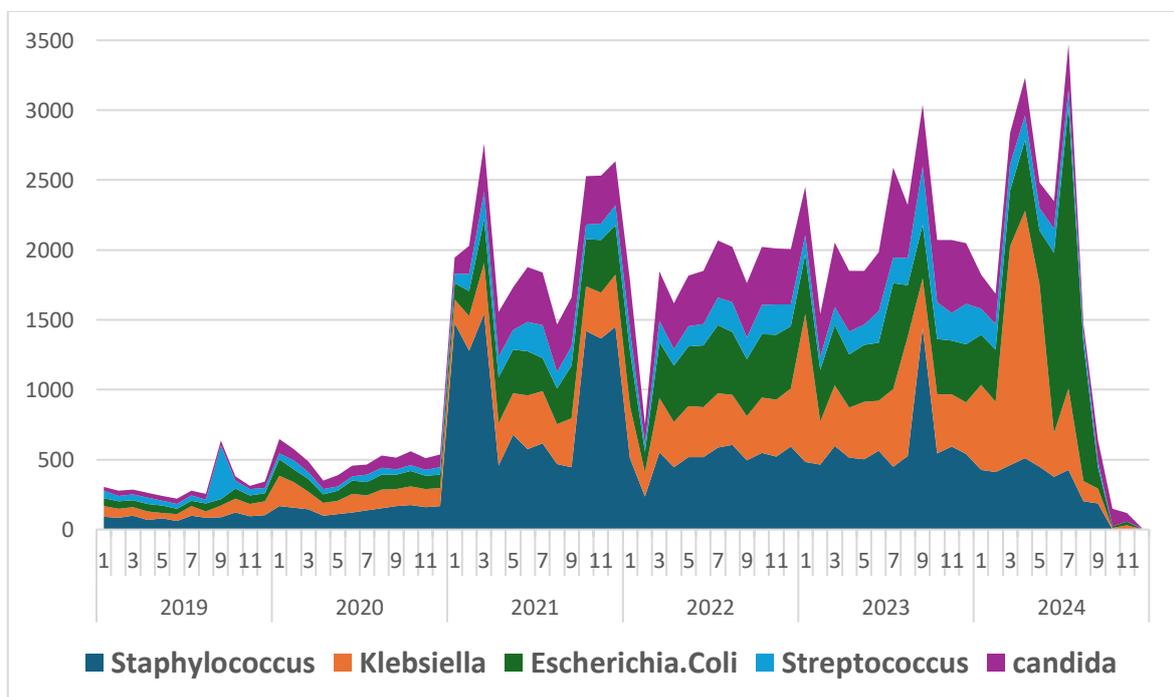
Secara keseluruhan, dari total 214.606 kasus yang diperiksa, *Staphylococcus* menjadi patogen yang paling banyak terdeteksi secara nasional dengan jumlah 33.083 kasus (14,0%). Infeksi *Klebsiella* dan *Escherichia coli* juga cukup tinggi dengan persentase masing-masing 9,9% dan 9,6%. Di sisi lain, penyakit akibat virus seperti HBV dan *Malaria* menunjukkan angka yang signifikan, terutama di Indonesia bagian Tengah dan Timur. Persentase total kasus positif di setiap wilayah menunjukkan bahwa wilayah Timur memiliki persentase hasil positif tertinggi (98,2%), diikuti oleh wilayah Tengah (96,5%) dan wilayah Barat (92,7%).

**Tabel 9. Perbandingan Patogen Terbanyak menurut Wilayah dan menurut Provinsi**

No	Mikroorganisma	Barat	Tengah	Timur	Total	Jumlah Provinsi
1	Staphylococcus	16,8%	8,2%	1,8%	14,0%	9 Provinsi
2	Klebsiella	11,6%	8,4%	1,1%	9,9%	9 Provinsi
3	Escherichia	11,5%	4,7%	1,8%	9,9%	9 Provinsi
4	Candida .	9,7%	4,8%	0,4%	8,0%	9 Provinsi
5	Pseudomonas	8,9%	5,8%	0,5%	7,5%	9 Provinsi
6	Acinetobacter	8,8%	6,4%	0,5%	7,5%	9 Provinsi
7	M. TB	1,2%	5,9%	1,3%	1,6%	6 Provinsi
8	Dengue	0,9%	4,4%	0,9%	1,2%	7 Provinsi
9	HIV	0,7%	5,0%	2,1%	1,3%	6 provinsi
10	Salmonella	0,6%	0,9%	3,8%	1,1%	10 Provinsi

Tabel 9 menunjukkan perbandingan patogen terbanyak berdasarkan wilayah (Barat, Tengah, dan Timur Indonesia serta distribusinya di berbagai provinsi. Di wilayah Indonesia bagian Barat, *Staphylococcus* menjadi mikroorganisme yang paling banyak ditemukan dengan prevalensi 16,8%, diikuti oleh *Klebsiella* (11,6%) dan *Escherichia coli* (11,5%). Infeksi jamur *Candida* dan bakteri *Pseudomonas* juga cukup tinggi dengan persentase masing-masing 9,7% dan 8,9%. Di wilayah Indonesia bagian Tengah, *Staphylococcus* tetap menjadi salah satu patogen utama (8,2%), meskipun lebih rendah dibandingkan di wilayah Barat. Selain itu, *Acinetobacter* (6,4%) dan *Mycobacterium tuberculosis* (M. TB) (5,9%) juga ditemukan dalam jumlah yang signifikan. Infeksi virus seperti *HIV* (5,0%) dan *Dengue* (4,4%) juga lebih banyak ditemukan di wilayah ini dibandingkan di wilayah lainnya. Berbeda dengan wilayah barat dan tengah, di wilayah Indonesia bagian Timur, penyakit infeksi yang paling dominan adalah *Salmonella* (3,8%), yang memiliki angka lebih tinggi dibandingkan wilayah lainnya. *HIV* (2,1%) dan *M. TB* (1,3%) juga menunjukkan prevalensi yang relatif lebih tinggi di wilayah ini dibandingkan wilayah Barat. Namun, bakteri seperti *Staphylococcus*, *Klebsiella*, dan *Escherichia coli* memiliki angka yang jauh lebih rendah dibandingkan di wilayah Barat dan Tengah. Secara nasional, *Staphylococcus* tetap menjadi patogen terbanyak dengan prevalensi 14,0%, tersebar di 9 provinsi. *Klebsiella* dan *Escherichia coli* juga memiliki distribusi luas dengan masing-masing ditemukan di 9 provinsi dengan angka prevalensi 9,9%. Sementara itu, *Salmonella* menjadi patogen yang paling luas penyebarannya, ditemukan di 10 provinsi dengan angka total 1,1%.

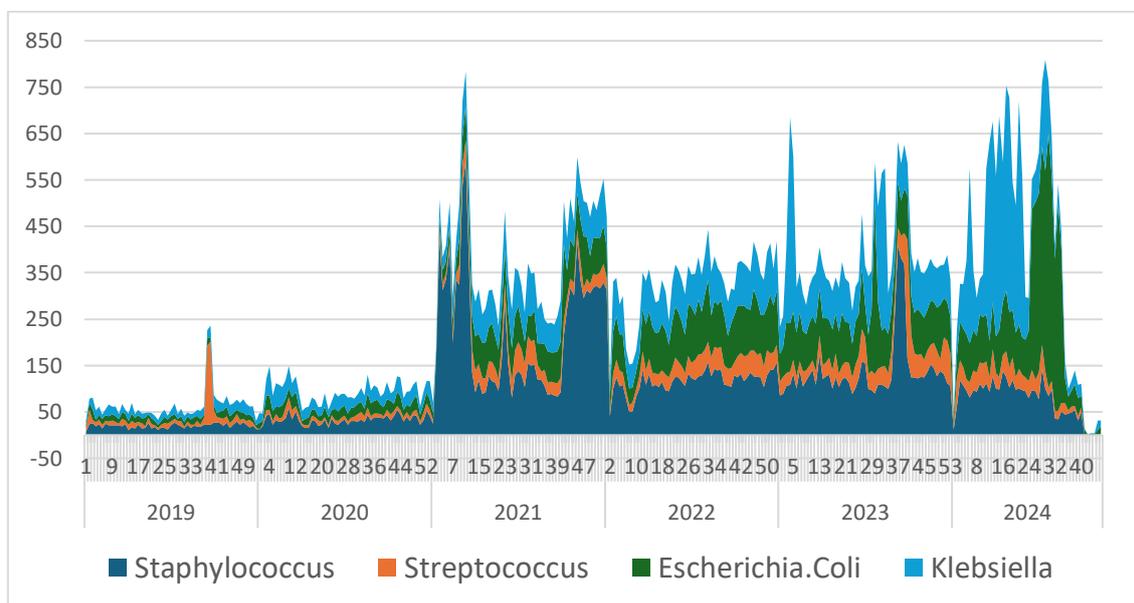
**Gambar 11. Trend Bulanan Patogen Prioritas tahun 2019-2024**



Gambar 12 menunjukkan tren bulanan dari lima patogen prioritas (*Staphylococcus*, *Klebsiella*, *Escherichia coli*, *Streptococcus*, dan *Candida*) selama periode 2019 hingga 2024.

Pada awal periode (2019–2020), jumlah kasus patogen relatif stabil dengan sedikit peningkatan. Namun, mulai awal tahun 2021, terjadi lonjakan signifikan dalam jumlah kasus yang melibatkan semua patogen, terutama *Staphylococcus* yang lebih mendominasi. Setelah puncak pada 2021, jumlah kasus mengalami fluktuasi. Polanya menunjukkan adanya peningkatan berkala dengan puncak kasus yang berulang setiap tahun, khususnya menjelang akhir tahun. Dari segi distribusi patogen, *Staphylococcus* secara konsisten menjadi patogen yang paling dominan di hampir semua periode, diikuti oleh *Klebsiella* dan *Escherichia coli*. Sementara itu, *Candida* juga menunjukkan tren peningkatan yang cukup signifikan, terutama dalam lonjakan besar pada 2021 dan 2023. Pada awal 2024, tampak adanya tren penurunan drastis dalam jumlah kasus. Secara keseluruhan, pola tren ini menunjukkan bahwa patogen-prioritas mengalami peningkatan berkala dengan beberapa lonjakan besar dalam lima tahun terakhir.

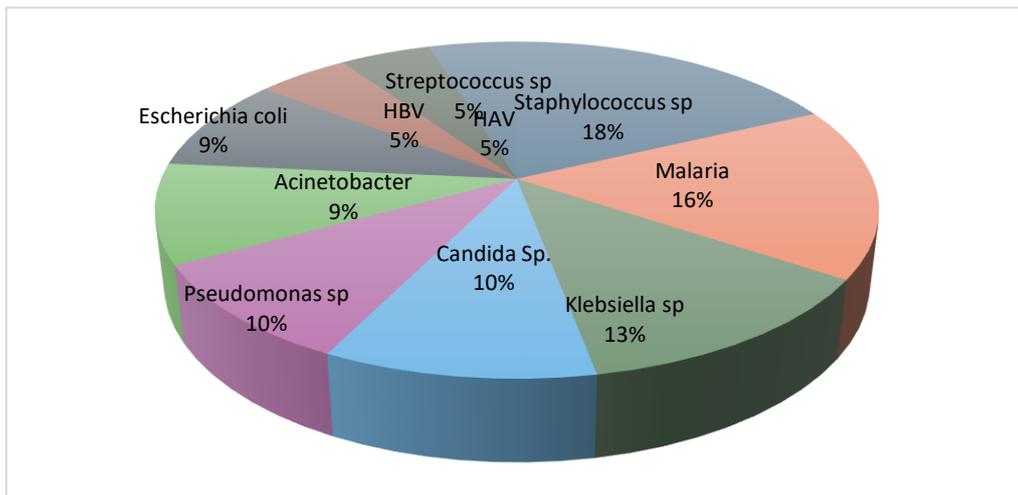
**Gambar 12. Trend Mingguan Patogen Prioritas 2019-2024**



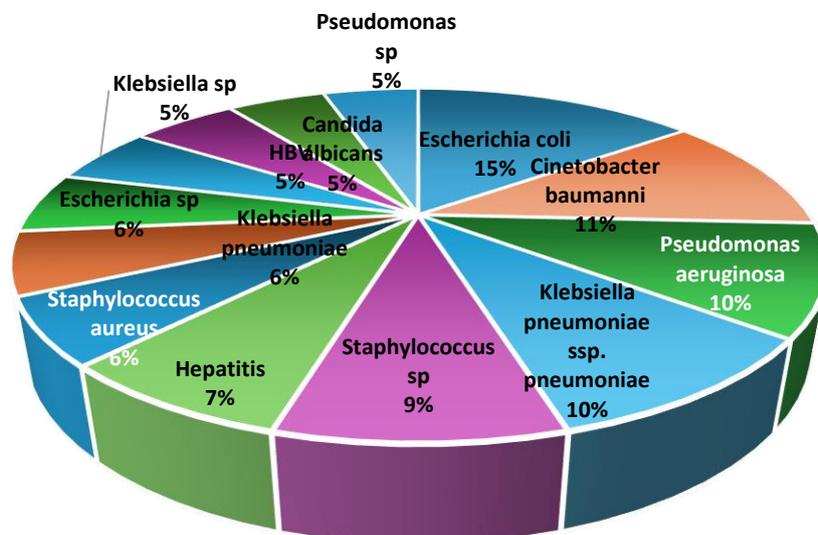
Gambar 13 memperlihatkan tren mingguan infeksi oleh patogen prioritas (*Staphylococcus*, *Streptococcus*, *Escherichia coli*, dan *Klebsiella*) selama periode 2019 hingga 2024. Pada awal periode (2019–2020), jumlah kasus relatif stabil dengan variasi yang kecil. Namun, mulai pertengahan 2020, terjadi peningkatan bertahap yang mencapai puncaknya pada tahun 2021, dengan lonjakan tajam terutama pada infeksi *Staphylococcus*. Setelah puncak tersebut, tren tetap berfluktuasi dengan beberapa gelombang peningkatan yang signifikan pada 2022 dan 2023. Dari segi distribusi patogen, *Staphylococcus* merupakan patogen dominan dalam hampir semua periode, dengan jumlah kasus yang jauh lebih tinggi

dibandingkan patogen lainnya. *Escherichia coli* dan *Klebsiella* juga mengalami peningkatan yang signifikan, terutama dalam lonjakan besar yang terjadi pada 2021 dan 2023. Sementara itu, *Streptococcus* memiliki jumlah kasus yang lebih rendah tetapi tetap menunjukkan pola peningkatan yang sejalan dengan patogen lainnya. Menjelang 2024, jumlah kasus tampak mengalami penurunan yang cukup drastis. Secara keseluruhan, pola tren ini menunjukkan bahwa infeksi patogen-prioritas mengalami lonjakan berkala dengan beberapa puncak utama dalam lima tahun terakhir.

**Gambar 13. Kelompok Mikroorganisme Terbanyak**



**Gambar 14. Spesies Terbanyak**

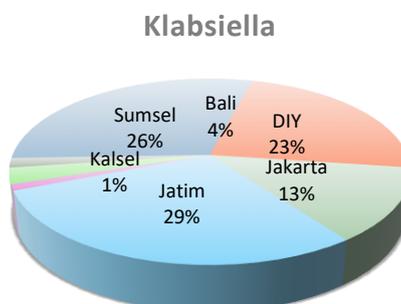
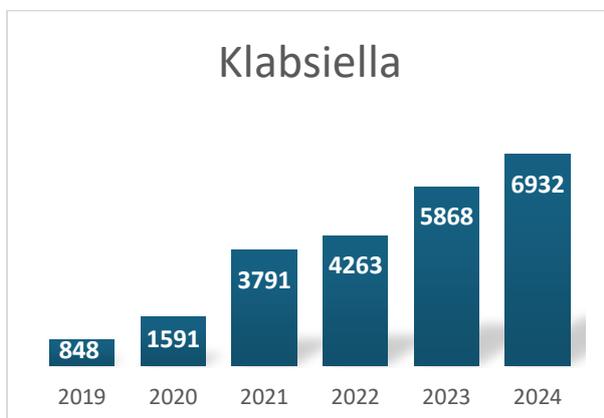
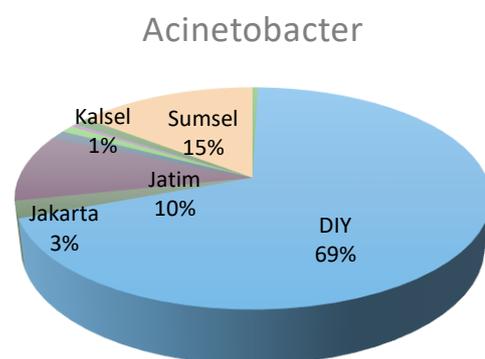
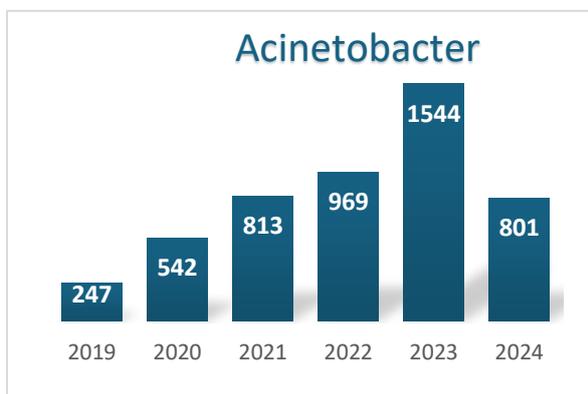


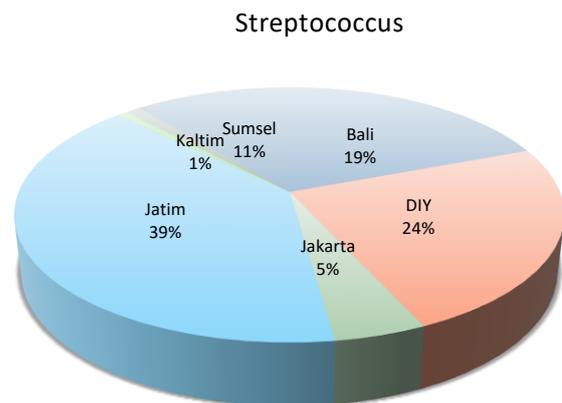
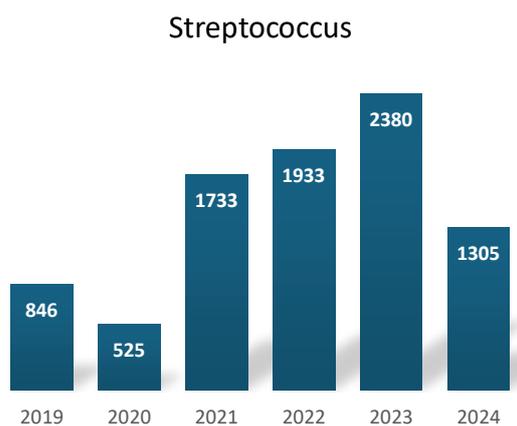
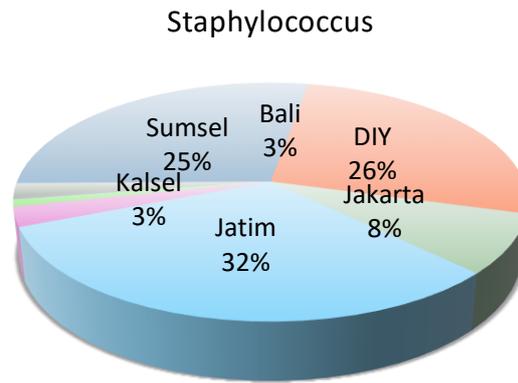
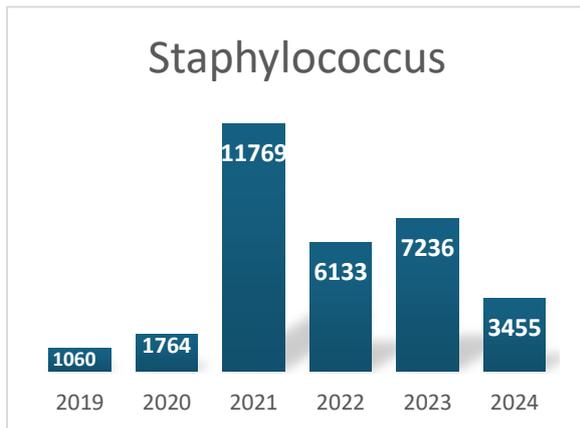
Gambar 14 menunjukkan bahwa *Staphylococcus sp* merupakan kelompok mikroorganisme yang paling banyak ditemukan, mencapai 18%, sedangkan mikroorganisme

malaria menempati urutan kedua dengan persentase 16% dan *Klebsiella sp* merupakan kelompok organisme ketiga terbesar yakni 13% dari total sampel.

Sementara itu gambar 15 menunjukkan persentase berbagai jenis spesies mikroorganisme yang paling sering ditemukan dalam pemeriksaan. Terdapat berbagai jenis bakteri yang ditemukan, seperti *Escherichia coli* (15%), *Acinetobacter baumannii* (11%), *Pseudomonas aeruginosa* (10%), *Klebsiella pneumoniae ssp. Pneumoniae* (10%), dan *Staphylococcus sp* (9%), sebagai jenis bakteri yang paling dominan. Selain bakteri, juga ditemukan jamur *Candida albicans* (5%) serta virus Hepatitis (7%) dan HBV (5%) dalam pemeriksaan.

**Gambar 15. Trend Infeksi Empat Spesies Terbanyak dan Distribusi Regionalnya**





Gambar 16 menyoroti peningkatan prevalensi infeksi *Klebsiella*, *Acinetobacter*, *Staphylococcus* dan *Streptococcus* selama tahun 2019 sampai 2024. Berdasarkan jumlah kasus tahunan, kasus *Acinetobacter* meningkat dan mencapai puncaknya pada tahun 2023, sebelum menurun menjadi 801 kasus pada tahun 2024. Analisis distribusi geografis menunjukkan bahwa *Acinetobacter* sangat terkonsentrasi di DIY, menyumbang 69% kasus.

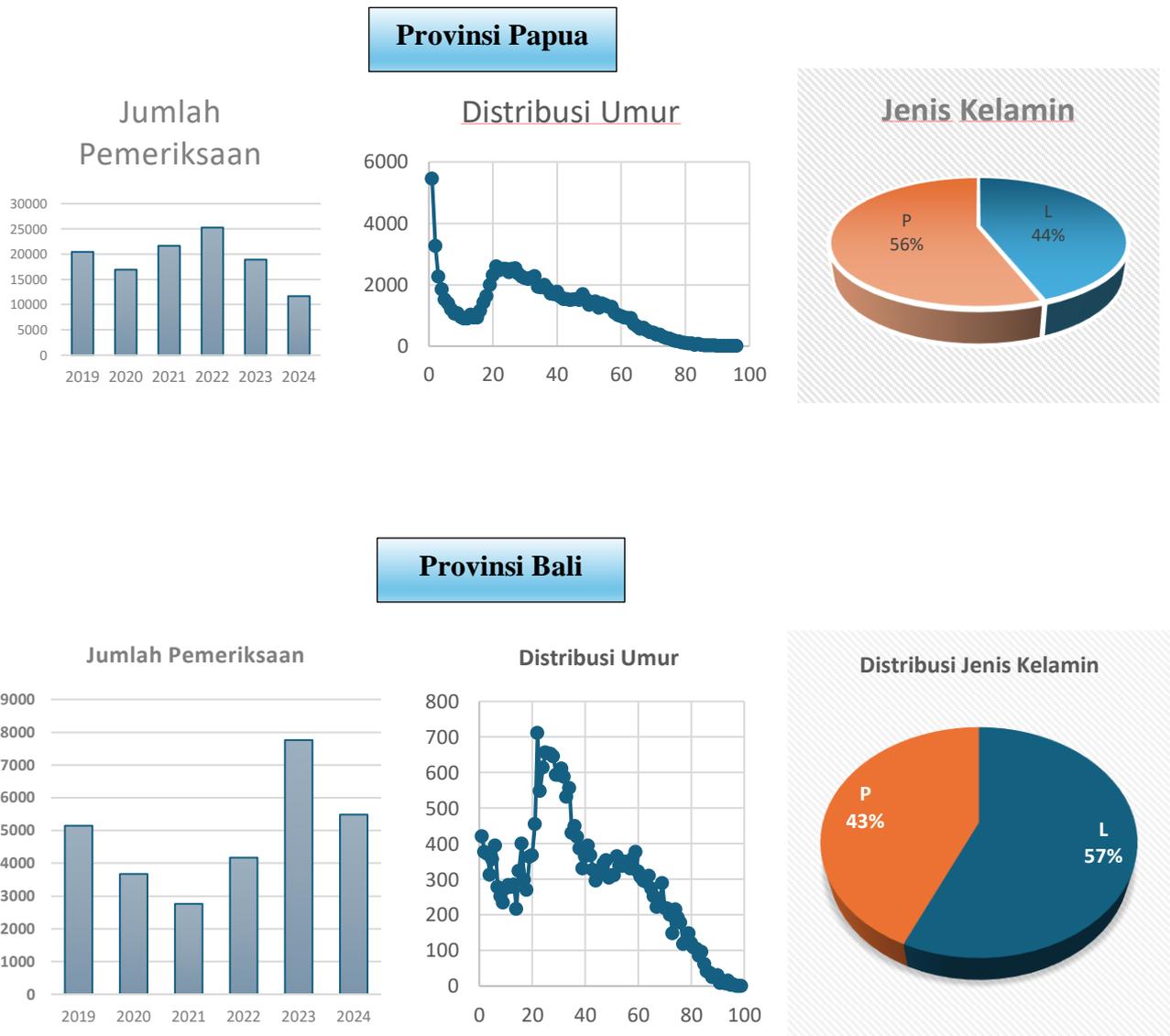
Sementara itu, *Klebsiella* muncul sebagai kelompok spesies terbesar, dengan tren peningkatan yang signifikan dari 848 kasus pada tahun 2019 menjadi 6932 kasus pada tahun 2024. Secara geografis *Klebsiella* lebih tersebar luas, dengan Jatim (29%) dan Sumsel (26%) sebagai daerah yang paling terdampak.

Kasus *staphylococcus* memuncak secara dramatis pada tahun 2021 dengan 11.765 kasus, sebelum turun menjadi 6133 pada tahun 2022, 7236 pada tahun 2023 dan selanjutnya menjadi 3455 pada tahun 2024. Dari segi sebaran geografis, infeksi *Staphylococcus* paling banyak terjadi di Jatim (32%), diikuti oleh DIY (26%) dan Sumsel (25%), sedangkan daerah lain, termasuk Jakarta (8%), Bali (3%) dan Kalsel (3%), menyumbang pangsa yang lebih kecil.

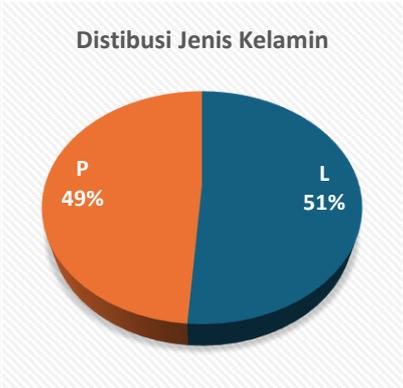
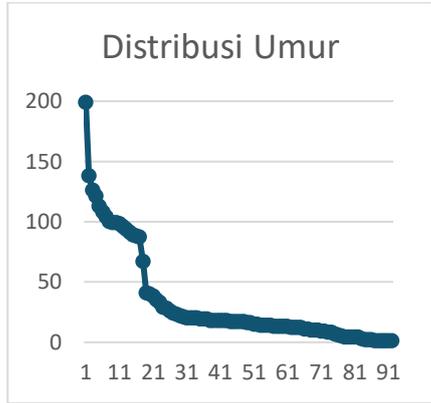
Terakhir dari 4 infeksi terbesar adalah kasus *Streptococcus* yang terus meningkat dari 846 kasus pada 2019 menjadi puncak 2380 kasus pada 2023, sebelum sedikit menurun menjadi 1305 kasus pada 2024. Secara geografis, sebaran kasus *Streptococcus* paling terkonsentrasi di Jatim (39%), dengan proporsi yang signifikan di DIY (24%) dan Bali (19%),

sedangkan daerah lain seperti Jakarta (5%), Sumsel (11%) dan Kaltim (1%) memiliki kontribusi yang lebih kecil.

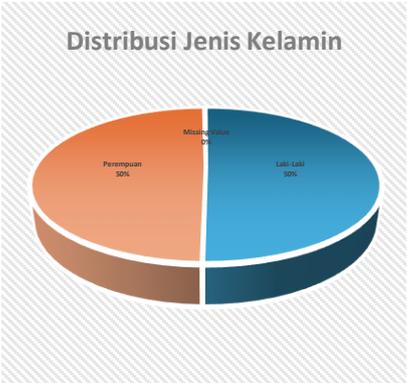
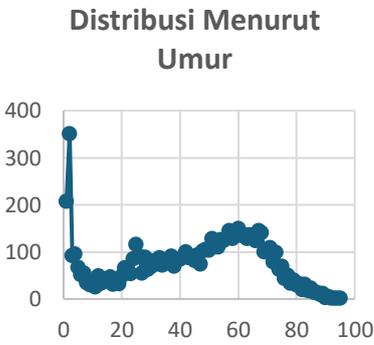
**Gambar 16. Distribusi Patogen Positif berdasarkan pola Distribusi Umur dan jenis kelamin berdasarkan Provinsi**



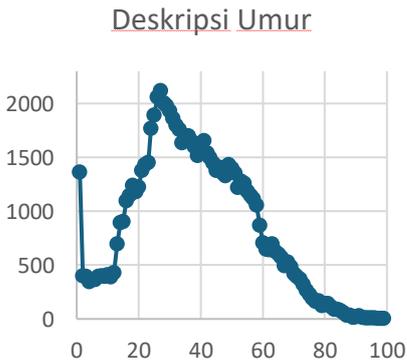
**Provinsi DI Yogyakarta**



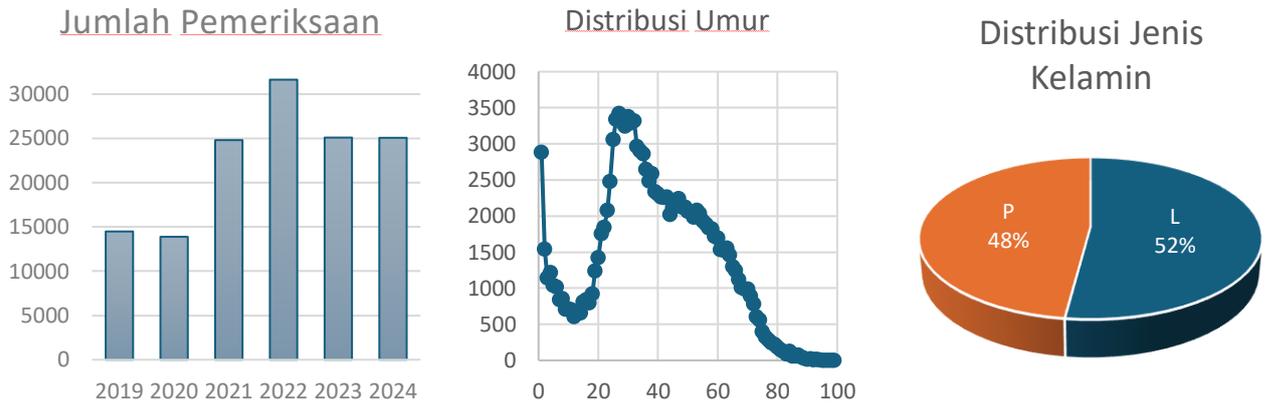
**Provinsi Sumatera Selatan**



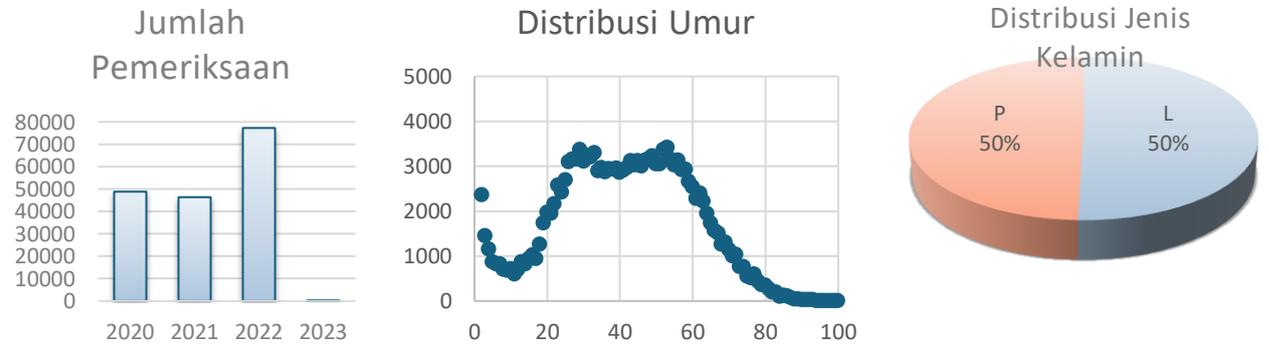
**Provinsi Sulawesi Utara**



**Provinsi Kalimantan Timur**



**Provinsi Sulawesi Selatan**



Gambar 17 merupakan distribusi kasus patogen positif di Provinsi yang dikategorikan berdasarkan usia, jenis kelamin, dan jumlah pemeriksaan dari tahun 2019 sampai 2024. Di Provinsi Papua, jumlah total pemeriksaan berfluktuasi antara tahun 2019 dan 2024, dengan puncaknya terjadi sekitar tahun 2022, diikuti dengan penurunan pada tahun 2024. Grafik distribusi usia menunjukkan bahwa individu yang lebih muda, terutama bayi dan anak di bawah lima tahun, memiliki tingkat infeksi tertinggi, dengan kasus yang menurun seiring bertambahnya usia. Namun, ada peningkatan yang nyata pada usia dewasa muda, diikuti dengan penurunan bertahap seiring bertambahnya usia. Mengenai distribusi jenis kelamin, 56% kasus ditemukan pada perempuan (P), sedangkan 44% pada laki-laki (L).

Jumlah pemeriksaan di Provinsi Bali menunjukkan fluktuasi, dengan puncaknya pada tahun 2023. Peningkatan ini dapat mengindikasikan peningkatan upaya pengujian atau tingkat infeksi selama periode tersebut. Grafik distribusi usia menyiratkan bahwa orang dewasa muda (sekitar 20-30 tahun) mengalami jumlah infeksi tertinggi, diikuti dengan penurunan yang stabil seiring bertambahnya usia. Namun, ada lonjakan kecil dalam infeksi di antara individu yang

lebih tua (di atas 60 tahun). Mengenai distribusi jenis kelamin, 57% kasus ditemukan pada laki-laki (L), sementara 43% pada perempuan (P). Hal ini menunjukkan bahwa laki-laki sedikit lebih banyak terkena infeksi di Bali dibandingkan dengan perempuan.

Di Provinsi Yogyakarta, jumlah pemeriksaan yang dilakukan antara tahun 2019 dan 2024 menunjukkan peningkatan tajam pada tahun 2022 dan 2024, masing-masing sebanyak 1.795 dan 1.705 pemeriksaan. Hal ini menunjukkan peningkatan yang signifikan terutama sejak tahun 2022 dan seterusnya. Grafik distribusi usia menunjukkan bahwa sebagian besar kasus terjadi pada individu yang lebih muda, terutama pada anak usia dini. Jumlah kasus menurun secara signifikan seiring bertambahnya usia, menunjukkan bahwa individu yang lebih tua memiliki tingkat kejadian yang jauh lebih rendah. Distribusi jenis kelamin relatif seimbang, 51% kasus ditemukan pada laki-laki (L), sementara 49% pada perempuan (P).

Jumlah pemeriksaan yang dilakukan di Provinsi Sumatera Selatan (Sumsel) antara tahun 2020 dan 2024 menunjukkan peningkatan yang stabil, dengan puncak yang signifikan pada tahun 2023, mencapai hampir 3.500 tes, diikuti dengan penurunan pada tahun 2024. Distribusi usia menunjukkan jumlah kasus yang tinggi pada anak usia dini, diikuti dengan tren yang berfluktuasi pada individu paruh baya. Data menunjukkan bahwa anak-anak dan orang dewasa yang lebih tua lebih terpengaruh daripada mereka yang berusia dewasa awal. Secara gender, laki-laki dan perempuan hampir sama terdampaknya, dengan 50% kasus ditemukan pada laki-laki (L) dan 50% pada perempuan (P).

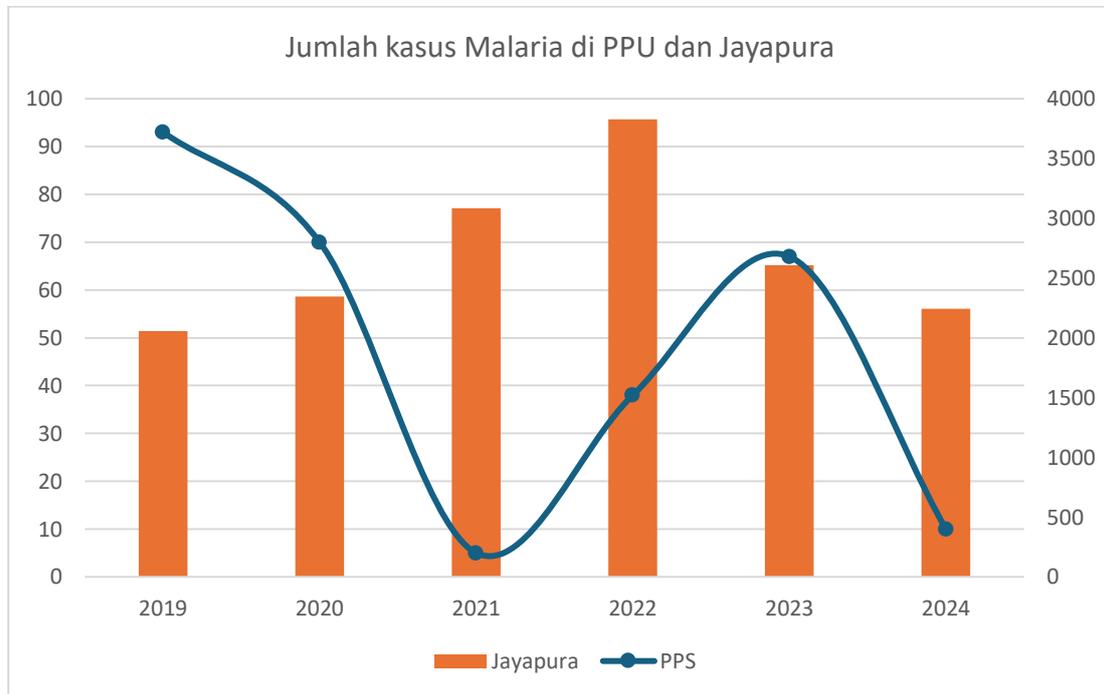
Data di Provinsi Sulawesi Utara (Sulut) menunjukkan bahwa jumlah pemeriksaan tinggi pada tahun 2020 dengan lebih dari 30.000 tes, diikuti dengan penurunan pada tahun-tahun berikutnya. Pada tahun 2024, jumlah pemeriksaan yang dilakukan sangat minim, yang mengindikasikan penurunan tajam dalam upaya pemeriksaan. Distribusi usia menunjukkan konsentrasi kasus yang tinggi di antara individu muda, dengan puncaknya sekitar usia 20-40 tahun. Distribusi jenis kelamin terbagi secara merata, dengan 50% kasus ditemukan pada laki-laki (L) dan 50% pada perempuan (P).

Kasus patogen positif di Kalimantan Timur (Kaltim), memiliki jumlah pemeriksaan tetap relatif tinggi dan stabil selama bertahun-tahun, dengan jumlah puncaknya pada tahun 2022, melampaui 30.000 tes, kemudian menurun pada tahun 2023 dan 2024. Dalam hal distribusi usia, tren infeksi menunjukkan dua puncak utama, satu pada anak bayi dan satu lagi di sekitar rentang usia 30-50 tahun, diikuti dengan penurunan yang stabil. Mengenai distribusi gender, data menunjukkan bahwa patogen mempengaruhi kedua jenis kelamin hampir secara merata, dengan 52% kasus ditemukan pada laki-laki (L) dan 48% pada perempuan (P).

Gambaran di Provinsi Sulawesi Selatan (Sulsel) menunjukkan jumlah pemeriksaan berfluktuasi antara tahun 2020 dan 2023, dengan puncak yang signifikan pada tahun 2022, mencapai hampir 80.000 tes, diikuti dengan penurunan tajam pada tahun 2023. Grafik distribusi usia menunjukkan dua puncak utama-satu terjadi pada anak usia dini dan satu lagi

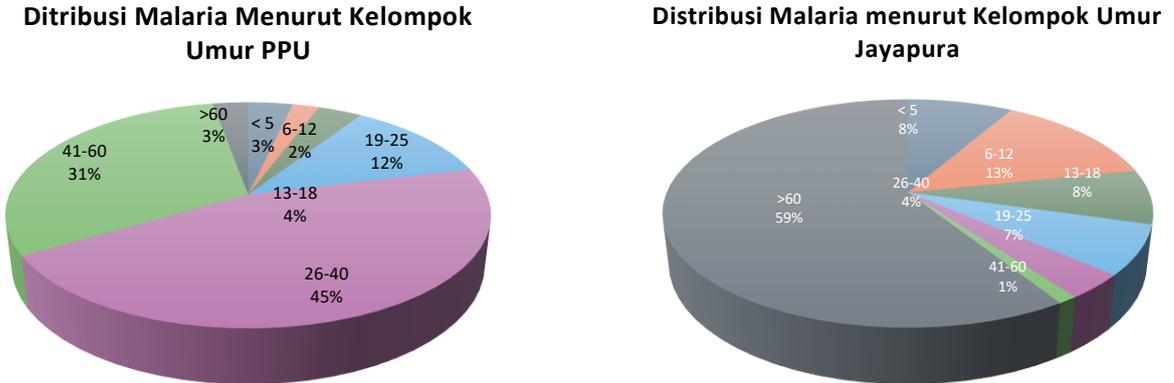
pada kelompok paruh baya (40-60 tahun), sebelum terus menurun ke arah usia yang lebih tua. Hal ini menunjukkan bahwa anak kecil dan individu paruh baya adalah yang paling terpengaruh oleh patogen. Dalam hal distribusi gender, kasus-kasus tersebut terbagi secara merata antara laki-laki (L) dan perempuan (P), masing-masing mencapai 50% dari total kasus.

**Gambar 17. Trend Kasus Malaria di Kota Jayapura dan Kab. Penajam Paser Utara**



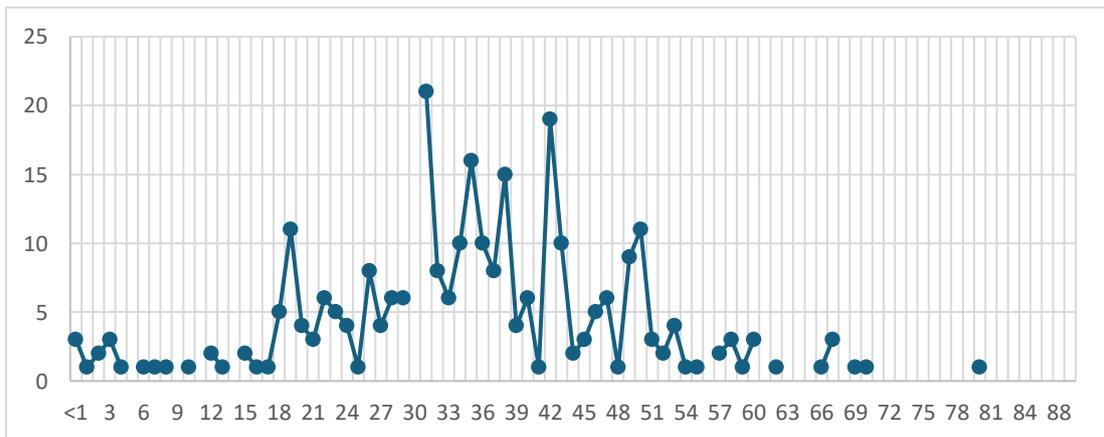
Data kasus malaria di Kota Jayapura Provinsi Papua dan Penajam Paser Utara (PPU) Ibukota Negara (IKN) pada gambar 17 memperlihatkan jumlah kasus malaria di Jayapura, yang diwakili oleh garis oranye, berfluktuasi dari tahun ke tahun, menunjukkan peningkatan pada tahun 2021 dan mencapai puncaknya pada tahun 2022 sebelum sedikit menurun pada tahun 2023 dan 2024. Sementara itu, tren PPU, yang diwakili oleh garis biru, mengikuti pola yang berbeda. Terjadi penurunan yang signifikan dari tahun 2019 hingga 2021, diikuti dengan peningkatan tajam pada tahun 2022, mencapai puncaknya pada tahun 2023 sebelum turun lagi pada tahun 2024. Tren ini menunjukkan adanya pergeseran dinamis dalam kasus malaria.

**Gambar 18. Distribusi Kasus Malaria Menurut Kelompok Umur di PPU dan Jayapura**

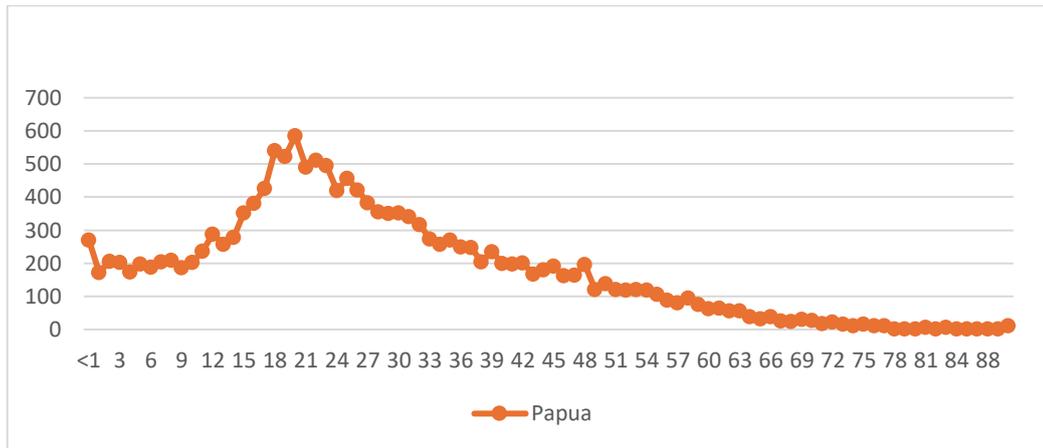


Distribusi kasus malaria berdasarkan kelompok umur di PPU dan Jayapura menunjukkan perbedaan yang mencolok. Di PPU, sebagian besar kasus (45%) terjadi pada kelompok usia 26-40 tahun, diikuti oleh 31% pada kelompok usia 41-60 tahun. Persentase yang lebih kecil terlihat pada kelompok usia yang lebih muda, dengan 12% pada rentang 19-25 tahun, 4% pada rentang 13-18 tahun, dan hanya 3% pada kategori balita. Populasi usia lanjut (di atas 60 tahun) hanya menyumbang 3% kasus. Sebaliknya, Jayapura menunjukkan pola yang sangat berbeda, di mana sebagian besar kasus (59%) ditemukan pada individu berusia di atas 60 tahun. Kelompok usia 26-40 tahun mewakili 13% kasus, sementara kelompok usia 41-60 tahun berkontribusi 7%. Kelompok usia yang lebih muda, termasuk 19-25 dan 13-18 tahun, memiliki porsi kasus yang lebih kecil, menyoroti distribusi risiko yang berbeda dibandingkan dengan PPU.

**Gambar 19. Distribusi Malaria menurut Kelompok Umur di PPU**

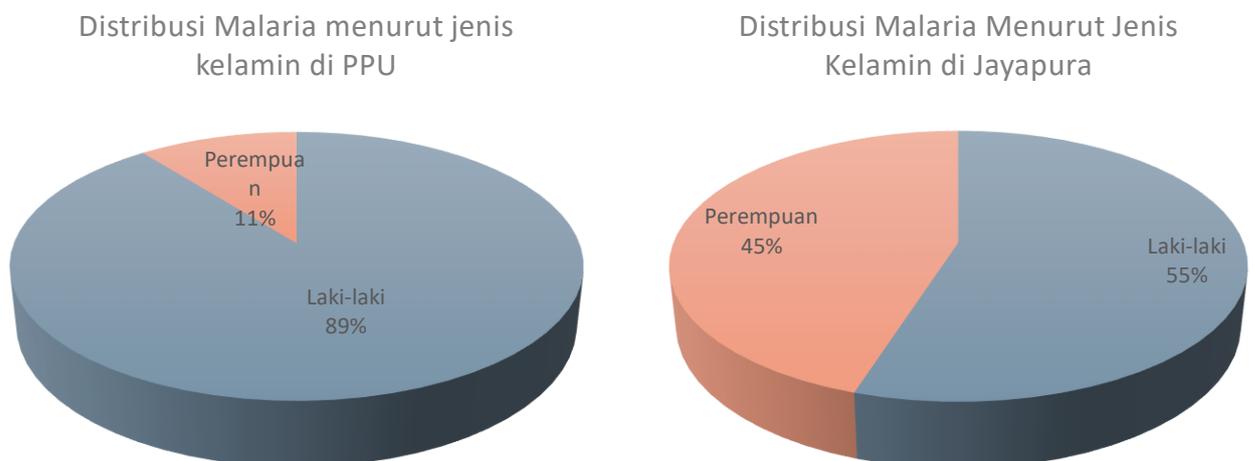


**Gambar 20. Distribusi Kasus Malaria Berdasarkan Kelompok Umur di PPU dan Jayapura**



Distribusi kasus malaria berdasarkan kelompok umur di PPU dan Jayapura menunjukkan pola yang berbeda. Di PPU, kasus malaria muncul secara sporadis pada berbagai kelompok umur, dengan puncaknya terjadi pada usia 20 - 50 tahun. Sebaliknya, Jayapura menunjukkan distribusi yang lebih terstruktur, dengan puncak kasus malaria yang signifikan terjadi pada anak-anak dan orang dewasa muda, terutama pada usia 5-30 tahun. Setelah puncak ini, jumlah kasus secara bertahap menurun seiring dengan bertambahnya usia. Kecenderungan ini menunjukkan bahwa penularan malaria di Jayapura mungkin lebih terkonsentrasi pada populasi yang lebih muda.

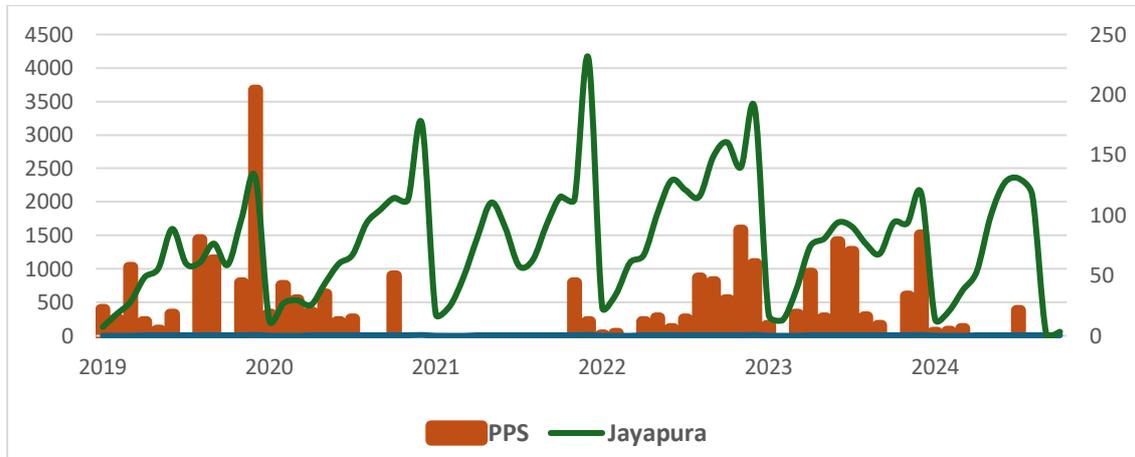
**Gambar 21. Kasus Malaria Menurut Jenis Kelamin**



Distribusi kasus malaria berdasarkan jenis kelamin di PPU dan Jayapura menunjukkan perbedaan yang signifikan. Di PPU, kasus malaria sangat terkonsentrasi pada laki-laki, yang mencapai 89% kasus, sementara perempuan hanya 11%. Hal ini menunjukkan bahwa laki-

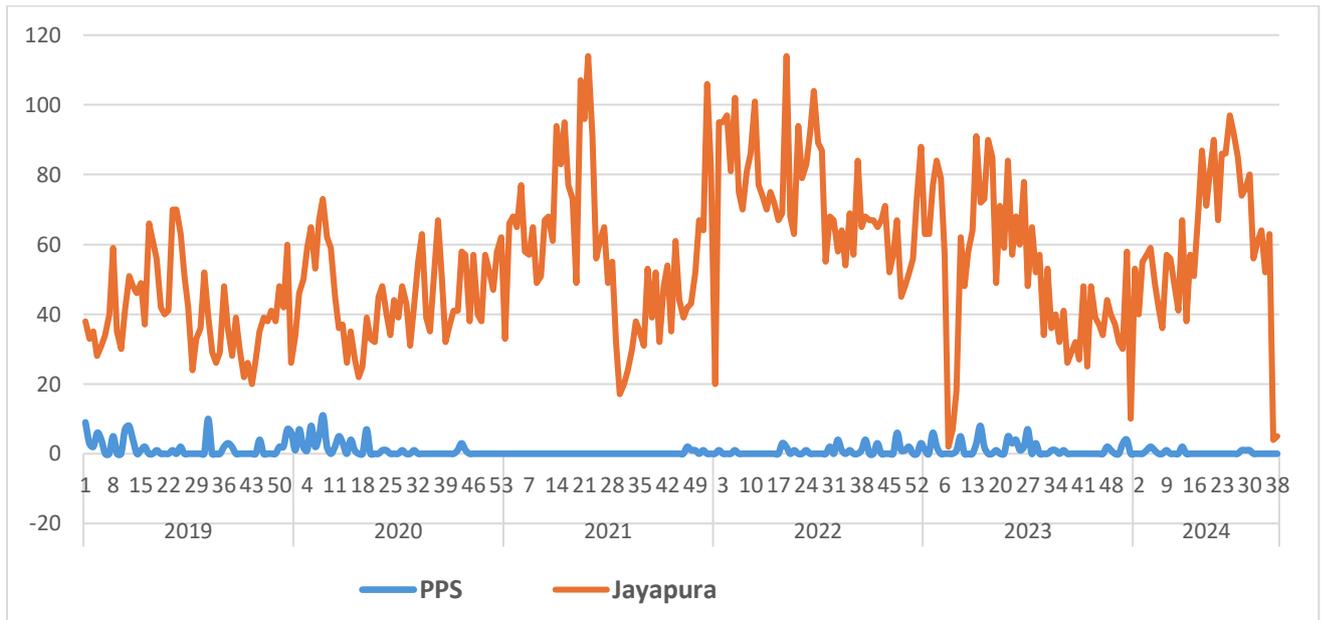
laki di PPU memiliki paparan yang lebih tinggi terhadap faktor risiko malaria. Sebaliknya, Jayapura menunjukkan distribusi yang lebih seimbang, dengan 55% kasus terjadi pada laki-laki dan 45% pada perempuan.

**Gambar 22. Trend Bulanan Kasus Malaria**



Pada gambar 23 terlihat di awal periode, adanya peningkatan jumlah kasus malaria, yang mencapai puncaknya pada awal tahun 2020 dengan lonjakan signifikan pada variabel PPU. Setelah itu, jumlah kasus cenderung berfluktuasi dengan pola peningkatan dan penurunan yang terjadi secara berkala. Tren Jayapura menunjukkan pola peningkatan tajam pada beberapa periode, dengan puncak tertinggi terjadi pada tahun 2022, dan terjadi fluktuasi dengan beberapa puncak lain yang cukup tinggi pada tahun 2023 dan 2024. Sementara itu, variabel PPU menunjukkan pola lonjakan yang lebih sporadis, dengan beberapa periode peningkatan signifikan, terutama pada tahun 2020 dan 2023. Namun, secara umum, jumlah kasus yang ditunjukkan oleh variabel ini lebih rendah dibandingkan dengan tren di Jayapura.

**Gambar 23. Trend Mingguan Kasus Malaria**



Gambar 24 menunjukkan tren mingguan kasus malaria selama periode 2019 hingga 2024 di PPU dan Jayapura. Pola kasus malaria yang ditampilkan dengan garis berwarna oranye menunjukkan fluktuasi yang cukup signifikan dari waktu ke waktu. Pada tahun 2019, jumlah kasus malaria relatif stabil dengan variasi mingguan yang cukup tinggi, berkisar antara 20 hingga 60 kasus. Tren ini berlanjut hingga tahun 2020 dengan sedikit penurunan kasus pada pertengahan tahun. Memasuki tahun 2021, terjadi lonjakan kasus malaria yang cukup signifikan, mencapai lebih dari 100 kasus dalam beberapa pekan tertentu. Peningkatan ini kemudian diikuti oleh pola fluktuatif, dengan beberapa puncak kasus pada tahun 2022 dan 2023. Secara keseluruhan, kasus malaria cenderung menunjukkan pola musiman dengan periode peningkatan dan penurunan yang berulang. Namun, jumlah kasus tetap tinggi di sebagian besar periode, terutama pada 2021 dan 2023. Menjelang tahun 2024, terjadi penurunan kasus malaria secara bertahap. Sementara itu, tren mingguan di PPU lebih rendah dan relatif stabil sepanjang periode. Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada perubahan tren yang signifikan selama lima tahun terakhir.

**Tabel 10. Distribusi Bakteri Patogen Menurut Prioritas Global**

No	Bakteri		Jumlah	Fokus		Jumlah
1	Klebsiella pneumoniae	<input checked="" type="checkbox"/>	16436	carbapenem-resistant	<input checked="" type="checkbox"/>	2
2	Escherichia coli, third-generation	<input checked="" type="checkbox"/>		cephalosporin-resistant	<input checked="" type="checkbox"/>	5
3	Acinetobacter baumannii	<input checked="" type="checkbox"/>	13211	carbapenem-resistant	<input checked="" type="checkbox"/>	

4	Mycobacterium tuberculosis	<input checked="" type="checkbox"/>	4362	rifampicin-resistant	<input checked="" type="checkbox"/>	75
5	Escherichia coli,	<input checked="" type="checkbox"/>	22709	carbapenem-resistant	<input checked="" type="checkbox"/>	3
6	Klebsiella pneumoniae, 3rd gen	<input checked="" type="checkbox"/>		cephalosporin-resistant	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	Salmonella Typhi	<input checked="" type="checkbox"/>	389	fluoroquinolone-resistant		
8	Shigella species,	<input checked="" type="checkbox"/>	53	fluoroquinolone-resistant		
9	Enterococcus faecium	<input checked="" type="checkbox"/>	833	vancomycin-resistant	<input checked="" type="checkbox"/>	1
10	Pseudomonas aeruginosa	<input checked="" type="checkbox"/>	11248	carbapenem-resistant	<input checked="" type="checkbox"/>	3
11	Non-typhoidal Salmonella	<input checked="" type="checkbox"/>	63	fluoroquinolone-resistant		
12	Enterobacter species	<input checked="" type="checkbox"/>	5950	Enterobacter species,		
13	Neisseria gonorrhoeae	<input checked="" type="checkbox"/>	5	fluoroquinolone-resistant		
14	Staphylococcus aureus	<input checked="" type="checkbox"/>	6519	methicillin-resistant	<input checked="" type="checkbox"/>	13
15	Enterobacter species, 3rd gen	<input checked="" type="checkbox"/>		cephalosporin-resistant		
16	Citrobacter species, 3rd gen	<input checked="" type="checkbox"/>	1429	cephalosporin-resistant		
17	Proteus species, 3rd gen	<input checked="" type="checkbox"/>	2760	cephalosporin-resistant		
18	Serratia species, 3rd gen	<input checked="" type="checkbox"/>	2022	cephalosporin-resistant		
19	Neisseria gonorrhoeae, 3rd gen	<input checked="" type="checkbox"/>		cephalosporin-resistant		
20	Group A Streptococci,	<input checked="" type="checkbox"/>	261	macrolide-resistant		
21	Streptococcus pneumoniae,	<input checked="" type="checkbox"/>	200	macrolide-resistant		
22	Haemophilus influenzae	<input checked="" type="checkbox"/>	10	ampicillin-resistant		
23	Morganella species, 3rd gen	<input checked="" type="checkbox"/>	716	cephalosporin-resistant		
24	Group B Streptococci,	<input checked="" type="checkbox"/>	388	penicillin-resistant		

Tabel 10 menunjukkan distribusi patogen prioritas global berdasarkan jumlah kasus yang tercatat dan resistensi antimikroba yang menjadi fokus perhatian. Bakteri dengan Kasus Tertinggi adalah *Escherichia coli* dengan resistensi terhadap karbapenem menunjukkan jumlah tertinggi, yaitu 16.283 kasus, diikuti oleh *Acinetobacter baumannii* yang juga karbapenem-resistan dengan 12.840 kasus serta ketiga tertinggi adalah *Pseudomonas aeruginosa* mencatat 11.247 kasus resistensi terhadap karbapenem, menjadikan ketiganya patogen prioritas penting.

Resistensi terhadap karbapenem menjadi salah satu fokus utama, terlihat pada patogen seperti *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter baumannii*, dan *Pseudomonas aeruginosa*. Resistensi terhadap sefalosporin generasi ketiga juga menonjol, terutama pada *Klebsiella pneumoniae* dan *Enterobacter species*. Resistensi terhadap methicillin juga terjadi pada *Staphylococcus aureus*

Resistensi antimikroba pada patogen membutuhkan perhatian serius untuk pengelolaan dan intervensi berkelanjutan.

**Tabel 11. Distribusi Bakteri Patogen Menurut Prioritas Global**

Group	Fungi (Jamur)		Jumlah	
Critical	<i>Cryptococcus neoformans</i>	☑	44	
	<i>Candida auris</i>	☑	8	
	<i>Aspergillus Fumigatus</i>	☑	29	
	<i>Candida albicans</i>	☑	3696	
High	<i>Nakaseomyces glabrata</i> ( <i>Candida glabrata</i> )	☑	934	
	<i>Histoplasma spp.</i>	☑	2	
	<i>Eumycetoma causative agents</i>	✗		
	Mucorales	✗		
	<i>Fusarium spp.</i>	☑	38	
	<i>Candida tropicalis</i>	☑	3225	
	<i>Candida parapsilosis</i>	☑	0	
	Medium	<i>Scedosporium spp.</i>	☑	1
		<i>Lomentospora prolificans</i>	✗	
<i>Coccidioides spp.</i>		✗		
<i>Pichia kudriavzeveii</i> ( <i>Candida krusei</i> )		☑	357	
<i>Cryptococcus gattii</i>		☑	5	
<i>Talaromyces marneffeii</i>		☑	0	
<i>Pneumocystis jirovecii</i>		✗		
	<i>Paracoccidioides spp.</i>	✗		

Hasil pemetaan pada tabel 11 menunjukkan bahwa dari kelompok patogen dengan prioritas Critical, *Candida albicans* merupakan spesies yang paling dominan dengan total 3.696 isolat yang teridentifikasi. Diikuti oleh *Cryptococcus neoformans* sebanyak 44 isolat, *Aspergillus fumigatus* sebanyak 29 isolat, dan *Candida auris* dengan jumlah yang lebih kecil, yaitu 8 isolat. Pada kelompok High Priority, *Candida tropicalis* dan *Nakaseomyces glabrata*

(*Candida glabrata*) menjadi spesies yang paling sering ditemukan dengan jumlah masing-masing 3.225 dan 934 isolat. Selain itu, *Fusarium spp.* ditemukan sebanyak 38 isolat, sementara *Histoplasma spp.* teridentifikasi dalam jumlah yang lebih kecil, yaitu 2 isolat. Tidak ditemukan keberadaan *Eumycetoma causative agents*, *Mucorales*, maupun *Candida parapsilosis* dalam pemetaan ini. Untuk kelompok dengan prioritas Medium, *Pichia kudriavzevii* (*Candida krusei*) memiliki jumlah isolat terbanyak dengan 357 kasus, diikuti oleh *Cryptococcus gattii* dengan 5 isolat dan *Scedosporium spp.* dengan 1 isolat. Spesies lain seperti *Talaromyces marneffeii*, *Coccidioides spp.*, *Lomentospora prolificans*, *Pneumocystis jirovecii*, dan *Paracoccidioides spp.* tidak ditemukan dalam pemetaan ini. Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa *Candida spp.*, terutama *Candida albicans* dan *Candida tropicalis*, merupakan patogen dominan dalam populasi yang diteliti.

**Tabel 12. WHO Priority endemic pathogens list for Vaccine Needed (RnD)**

No	Fungi	
1	Group A streptococcus	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Hepatitis C virus	<input checked="" type="checkbox"/>
3	HIV-1	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Klebsiella pneumoniae	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Cytomegalovirus	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Influenza virus (broadly protective vaccine)	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Leishmania species	<input type="checkbox"/>
8	Non-typhoidal Salmonella	<input checked="" type="checkbox"/>
9	Norovirus	<input type="checkbox"/>
10	Plasmodium falciparum (malaria)	<input checked="" type="checkbox"/>
11	Shigella species	<input checked="" type="checkbox"/>
12	Staphylococcus aureus	<input checked="" type="checkbox"/>
13	Dengue virus	<input checked="" type="checkbox"/>
14	Cytomegalovirus	<input checked="" type="checkbox"/>
15	Extra-intestinal pathogenic E. coli	<input checked="" type="checkbox"/>
16	Mycobacterium tuberculosis	<input checked="" type="checkbox"/>
17	Respiratory syncytial virus (RSV)	<input checked="" type="checkbox"/>

Tabel 12 menampilkan daftar patogen endemik prioritas dari WHO yang membutuhkan pengembangan vaksin (*Research and Development, R&D*). Daftar ini mencerminkan patogen yang menjadi perhatian utama karena dampaknya terhadap kesehatan masyarakat global dan keterbatasan intervensi vaksin yang tersedia saat ini. Dari 17 daftar patogen endemik yang membutuhkan pengembangan vaksin, beberapa diantaranya seperti *Leishmania species* dan *Norovirus*, tidak terdapat dalam pemeriksaan laboratorium di Indonesia karena bukan merupakan penyakit yang ada di negara Indonesia dan menjadi pandemik pada negara lain.

## **BAB IV PEMBAHASAN**

Hasil pemetaan menunjukkan bahwa secara keseluruhan, terdapat 236.726 hasil pemeriksaan positif dari total 1.129.897 pemeriksaan atau 20,9% yang dilakukan terhadap berbagai jenis patogen. Dari angka tersebut, mayoritas hasil pemeriksaan di laboratorium Rumah Sakit (94,4%). Hasil ini menunjukkan bahwa *positivity rate patogen* cukup tinggi di Indonesia yang mengindikasikan tingginya peredaran patogen di masyarakat. Bakteri menjadi kelompok patogen yang paling banyak dianalisis (69.9 %). Hal ini menunjukkan bahwa pemeriksaan bakteri menjadi pemeriksaan prioritas di fasilitas kesehatan di Indonesia, terutama di rumah sakit. Selain itu, infeksi bakteri perlu menjadi pertimbangan dalam upaya pencegahan dan pengendalian penyakit akibat bakteri perlu diperhatikan. Hasil lain menunjukkan bahwa virus dan parasit memiliki kontribusi yang sama, masing-masing sebesar 13% dari total pemeriksaan. Meskipun demikian, mengingat infeksi akibat virus kerap menjadi wabah, kelengkapan pemeriksaan laboratorium untuk virus tetap perlu diperkuat. Demikian juga dengan pengendalian penyakit yang disebabkan virus perlu mendapat perhatian.

Proporsi pemeriksaan positif tertinggi pada kelompok usia 41-60 tahun (34%) dan kelompok usia 19-40 tahun (27%). Hal ini mengindikasikan bahwa infeksi lebih banyak terjadi pada kelompok usia dewasa diatas 40 tahun. Dengan demikian, kelompok usia tersebut perlu menjadi prioritas dalam upaya pencegahan penyakit yang ditularkan khususnya oleh bakteri dan virus. Dari sisi tempat pemeriksaan, B/BLKM melakukan tertinggi pemeriksaan untuk patogen *Acinetobacter* (6.597 kasus), HIV (1.363 kasus), dan *Toxoplasma sp* (336 kasus). Rumah Sakit melakukan pemeriksaan tertinggi untuk *Staphylococcus* (33.028 kasus), Malaria (30.307 kasus), dan *Klebsiella* (23.288 kasus), sedangkan Labkesda memiliki jumlah tertinggi pemeriksaan untuk *Escherichia coli* (842 kasus), *Acinetobacter* (729 kasus), dan *Candida* (656 kasus). Perbedaan ini menunjukkan bahwa masing-masing fasilitas mempunyai kekhasan dan kecenderungan dalam pemeriksaan patogen. BBLKM lebih banyak memeriksa bakteri dan HIV yang menjadi permasalahan kesehatan Masyarakat. Rumah sakit lebih cenderung memeriksa bakteri dan malaria yang membutuhkan pemeriksaan lebih lengkap. Sedangkan Labkesda lebih focus memeriksa bakteri *Coli* yang merupakan pemeriksaan dari tempat umum dan lingkungan.

Hasil pemetaan juga menunjukkan bahwa *Escherichia coli* merupakan patogen dengan jumlah kasus tertinggi di layanan semua layanan laboratorium rumah sakit (14.992 kasus). *Cinetobacter baumannii* menjadi patogen dominan di layanan B/BLKM (5.674 kasus) dan Labkesda (686 kasus). *Pseudomonas aeruginosa* dan *Klebsiella pneumoniae ssp. pneumoniae* merupakan patogen penting lainnya yang sering ditemukan di rumah sakit. Hasil ini hampir sama dengan pemetaan patogen di Rumah Sakit tahun 2023 oleh Perhimpunan

Dokter Spesialis Mikrobiologi Klinik Indonesia (PAMKI) tahun 2024. Hasil analisis data RS oleh PAMKI menunjukkan bahwa bakteri yang diisolasi dari spesimen darah di semua rumah sakit di Indonesia tahun 2023 tertinggi adalah *Klebsiella pneumoniae* (18,7%), *Escherichia coli* (17,1%), dan *Staphylococcus aureus* *Acinetobacter* (16,6%). Sedangkan berdasarkan pemeriksaan darah yang diperiksa di RS, patogen terbesar adalah *Staphylococcus epidermidis* (26,7%), *Staphylococcus hominis* (23,7%), dan *Staphylococcus haemolyticus* (23,3%). Sedangkan hasil pemeriksaan urin di RS di Indonesia tertinggi adalah *Escherichia coli* (40,9%), *Klebsiella pneumoniae* (15,9%), dan *Enterococcus faecalis* (9,2%) (PAMKI, 2024).

Hasil lain memperlihatkan beberapa patogen viral seperti HBsAg, *Cytomegalovirus*, dan Rubella juga cukup tinggi. Hal ini menunjukkan indikasi potensi ancaman Kejadian Luar Biasa (KLB) akibat penyakit Hepatitis, flu, maupun Rubella. Demikian juga hasil lain berupa jamur seperti *Candida albicans* juga cukup tinggi yang mengindikasikan peluang terjadinya infeksi akibat jamur di masyarakat. Hasil-hasil tersebut menjadi perhatian akan pentingnya pencegahan dan pengendalian penyakit berpotensi KLB dan pentingnya menjaga kebersihan perorangan.

Patogen yang beredar di berbagai wilayah di Indonesia cukup bervariasi. Hasil hasil pemeriksaan positif terbesar pada beberapa provinsi (DIY, Jatim, Kalsel, Sulut dan Sumsel) adalah *Staphylococcus* dengan kisaran sebesar 14-48%, sementara di Provinsi DKI Jakarta menempati urutan ke 2 sebesar 14,2%. Di provinsi Kaltim dan Sulsel hasil pemeriksaan positif terbesar adalah HBV dengan kisaran 34-35%, sedangkan di provinsi Bali adalah *Streptococcus* (24%), DKI adalah *Acinetobacter* (14%), dan di Papua adalah malaria sebesar 96%. Variasi ini menunjukkan adanya perbedaan ancaman penyakit infeksi di masing-masing daerah. Upaya pencegahan dan pengendalian penyebaran infeksi juga perlu disesuaikan dengan kondisi daerah tersebut.

Di seluruh provinsi, *Staphylococcus* merupakan patogen yang memiliki presentasi hasil pemeriksaan positif terbesar yakni sebesar 14,0%, disusul patogen klebsiella (9,9%) dan *escherichia* (9,6%). Hal ini dapat menjadi informasi tentang pentingnya pencegahan penularan infeksi secara umum di Indonesia akibat *Staphylococcus*, *klebsiella*, dan *Escricia*, yaitu penyakit infeksi paru, infeksi saluran kemih, infeksi pencernaan, dan infeksi lainnya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa patogen tersebut dapat menular melalui makanan maupun minuman (*food born disease*). *Foodborne diseases* dapat disebabkan oleh infeksi oleh bakteri, virus atau parasit dan penyakit karena intoksifikasi. Beberapa bakteri penyebab *foodborne diseases* antara lain *Salmonella spp*, *Shigella spp*, *Escherichia coli*, dan lainnya. Upaya pencegahan yang perlu dilakukan adalah makanan yang dimasak, dipanaskan, dan disimpan dengan benar. Upaya pencegahan merupakan suatu langkah positif untuk menekan

penularan penyakit yang diakibatkan oleh makanan (Muna & Khariri, 2020). Upaya ini perlu dikembangkan dimplementasikan pada Masyarakat Indonesia.

Selain itu, beberapa patogen menunjukkan adanya penyakit penyakit tular vektor dan *Zoonotic Disease*. Penyakit ini merupakan penyebab utama terjadinya krisis kesehatan termasuk wabah di dunia. Sekitar 58-61% penyakit pada manusia menular dan 75% merupakan penyakit zoonotik (Rahman et al., 2020). Menurut (WHO, 2023), sebanyak 70-80% penyakit emerging infectious diseases bersumber penyakit zoonotik, seperti flu. Selanjutnya, penyakit juga dapat terjadi karena interaksi antara manusia, hewan, dan lingkungan, atau dengan pendekatan *One Health* (Kemenkes RI, 2022). Oleh karena itu, Pemerintah baik sektor kesehatan dan non kesehatan dan masyarakat perlu bekerja sama dengan baik.

Untuk mencegah penularan penyakit infeksi, diperlukan kewaspadaan dini menghadapi KLB atau wabah. Kewaspadaan dini wabah adalah serangkaian kegiatan sebagai sikap tanggap menghadapi kemungkinan terjadinya wabah (Presiden RI, 2024). Selanjutnya, diperlukan suatu Sistem kewaspadaan ini KLB (SKD-KLB) yang baik, yang merupakan kewaspadaan terhadap penyakit berpotensi KLB beserta faktor-faktor yang mempengaruhinya. Hal ini dilakukan dengan menerapkan teknologi surveilans epidemiologi dan dimanfaatkan untuk meningkatkan sikap tanggap kesiapsiagaan, upaya pencegahan dan tindakan penanggulangan KLB yang cepat dan tepat (Kemenkes RI, 2004). Kegiatan dalam sistem kewaspadaan dini KLB meliputi kajian epidemiologi ancaman KLB, peringatan adanya KLB, dan peningkatan kewaspadaan ini KLB (Kemenkes RI, 2004).

Patogen berpotensi KLB dan wabah perlu terus dipantau dengan kegiatan surveilans. Surveilans merupakan kegiatan pengamatan terus menerus terhadap penyakit atau masalah kesehatan yang meliputi kegiatan pengumpulan, pengolahan, analisis, interpretasi dan diseminasi hasil pengamatan tersebut. Surveilans memberikan dan mengintepretasi data untuk selanjutnya dapat dilakukan pencegahan dan pengendalian penyakit (Swarjana, 2017). Surveilans patogen hendaknya dilakukan melalui surveilans berbasis laboraorium. Dendan surveilans tersebut, peredaran dan distribusi patogen dapat terus diamatai, sehingga adanya KLB dapat dideteksi segera serta tindakan penanggulangannya dapat dilakukan dengan cepat dan tepat. Jika terjadi KLB, diperlukan adanya penyelidikan epidemiologi, yaitu penyelidikan yang dilakukan untuk mengenal sifat-sifat penyebab, sumber dan cara penularan serta faktor yang dapat mempengaruhi timbulnya wabah (Kemenkes, 2010).

Upaya pencegahan dan pengendalian penyakit infeksi akibat patogen perlu terus dikembangkan dan diperkuat. Upaya tersebut meliputi penguatan surveilans, penilaian risiko, dan epidemiologi lapangan. Upaya berkelanjutan perlu dijalankan untuk memperkuat fungsi-fungsi utama surveilans, terutama untuk memberikan peringatan dan informasi dini untuk memandu pengambilan keputusan cepat. Penilaian risiko untuk kejadian-kejadian kesehatan masyarakat perlu dilakukan secara sistematis, dan analisis data perlu diperkuat agar dapat

memberikan pertimbangan yang efektif untuk tindakan-tindakan kesehatan masyarakat. Selain itu, faktor pendukung umum seperti tata kelola dan koordinasi, instrumen hukum, pembiayaan berkelanjutan, sistem informasi, teknologi baru, serta pemantauan dan evaluasi menjadi fondasi surveilans, penilaian risiko, dan epidemiologi lapangan serta perlu terus didukung dengan sumber daya (WHO SEARO, 2023).

Mikroorganisme patogen, meskipun hanya sebagian kecil dari mikroba secara keseluruhan, memperoleh banyak perhatian karena merupakan ancaman bagi kesehatan manusia dan hewan. Mikroorganisme patogen dapat menyebabkan penyakit dengan dampak wabah yang mengarah pada kerugian ekonomi dan kerusakan lingkungan yang serius. Setiap tahunnya, virus baru muncul yang mengancam kehidupan manusia dan hewan.

Dalam praktiknya, patogenisitas atau virulensi merujuk pada kemampuan beberapa mikroorganisme untuk menyebabkan penyakit. Namun, para ahli mikrobiologi memahami bahwa patogenisitas merupakan bentuk adaptasi dan spesialisasi yang memungkinkan mikroorganisme tertentu untuk berkembang biak dalam inang tertentu (infeksi) dan merusak sel inang. Meskipun kerusakan sel ini tidak selalu terlihat secara klinis, kebanyakan inang yang terinfeksi menunjukkan tanda-tanda penyakit atau bahkan mati.

Hasil dari infeksi bergantung pada sifat patogen (seperti virulensi, kemampuan invasi, efek toksik, atau alergenik), tetapi juga pada kondisi kekebalan inang. Berdasarkan hal ini, patogen terbagi menjadi dua kelompok utama: patogen primer, yang dapat menyebabkan penyakit pada individu normal, dan patogen oportunistik, yang hanya menyebabkan penyakit pada individu dengan sistem kekebalan tubuh yang lemah.

Agen penyebab telah diteliti dan dibudidayakan secara mendalam sejak akhir abad ke-19 (melalui isolasi kultur murni). Salah satu konsekuensi yang tidak terduga dari bekerja dengan agen penyebab adalah risiko infeksi terkait laboratorium (LAI). Sejarah telah menunjukkan bahwa infeksi semacam ini terjadi sejak tahun 1890-an, dan bahwa pekerja laboratorium memiliki risiko lebih tinggi untuk terinfeksi oleh agen tertentu (misalnya, *Mycobacterium tuberculosis*, *Brucella*, virus hepatitis B) dibandingkan dengan populasi umum.

Meski demikian, jika dibandingkan dengan bahaya kesehatan akibat bahan kimia dan radioaktif pada masa lalu, pekerjaan dengan agen penyebab relatif lebih aman. Namun, bahaya biologis memiliki perbedaan penting dari bahaya keselamatan lainnya: agen biologis dapat berkembang biak dalam organisme inang. Selain itu, infeksi sekunder pada pekerja non-laboratorium bisa terjadi, tergantung pada penularan agen infeksius.

Contoh agen penyebab yang umum digunakan dalam laboratorium penelitian atau biomedis mencakup berbagai jenis mikroorganisme: bakteri, virus, jamur, protozoa, dan parasit multiseluler. Keselamatan biologis merupakan bidang yang relatif baru dalam keselamatan kerja. Kekhawatiran terkait perkembangan rekayasa genetika dan epidemi

penyakit seperti AIDS telah meningkatkan kesadaran para peneliti biologi dan biomedis akan pentingnya aspek keselamatan dalam pekerjaan mereka. Aspek-aspek ini berhubungan tidak hanya dengan kesehatan manusia, tetapi juga dengan potensi dampak terhadap lingkungan (termasuk hewan dan tumbuhan). Bab ini tidak mencakup agen penyakit tanaman yang tidak berdampak pada kesehatan manusia atau hewan.

Secara keseluruhan, infeksi oleh *Klebsiella*, *Acinetobacter*, *Staphylococcus*, dan *Streptococcus* menunjukkan tren yang sangat dinamis selama periode 2019 hingga 2024. Masing-masing infeksi memiliki karakteristik dan distribusi geografis yang unik. Peningkatan kasus pada beberapa patogen, terutama *Klebsiella*, memerlukan perhatian lebih dalam upaya pencegahan dan pengendalian infeksi. Sementara itu, perubahan drastis pada angka kasus *Acinetobacter* dan *Staphylococcus* dari tahun ke tahun menunjukkan bahwa kebijakan pengendalian infeksi di tingkat daerah atau rumah sakit perlu dievaluasi dan diperkuat. Faktor-faktor yang mempengaruhi prevalensi infeksi bakteri ini, seperti sistem kesehatan di suatu daerah (Organization, 2021), kebijakan pengendalian infeksi di fasilitas Kesehatan (Sartelli et al., 2020), serta faktor sosial dan ekonomi masyarakat (Brumfield et al., 2021; Des Roches et al., 2021), harus dipertimbangkan dalam merancang strategi pencegahan yang lebih efektif di masa mendatang.

Secara umum, distribusi infeksi berdasarkan usia menunjukkan bahwa anak-anak terutama yang berusia dini, sering kali menjadi kelompok yang paling rentan terhadap infeksi (Díaz et al., 2020). Pada beberapa provinsi, terdapat lonjakan infeksi pada kelompok dewasa muda, sementara pada yang lainnya, kelompok usia yang lebih tua atau kelompok paruh baya juga meningkat. Sebaran berdasarkan jenis kelamin cenderung bervariasi antar provinsi, meskipun sebagian besar daerah menunjukkan distribusi yang relatif seimbang antara laki-laki dan perempuan. Fluktuasi dalam jumlah pemeriksaan di masing-masing provinsi dapat mencerminkan berbagai faktor, termasuk kebijakan kesehatan, kesadaran masyarakat, atau peningkatan jumlah infeksi. Oleh karena itu, upaya pengendalian infeksi di setiap provinsi perlu disesuaikan dengan pola infeksi yang ada di masing-masing daerah.

Tren fluktuatif di Jayapura dan Provinsi Papua Selatan (PPS) menunjukkan bahwa kasus malaria dipengaruhi oleh faktor musiman (Segun et al., 2020; Yiga et al., 2020), kebijakan pengendalian (Savi, 2022), dan dinamika sosial-ekonomi (Amadi et al., 2021) yang dapat mempengaruhi prevalensi penyakit. Perbedaan distribusi usia antara Jayapura dan PPS sangat signifikan. Sementara di Jayapura, infeksi lebih terkonsentrasi pada usia lanjut. Sementara itu di PPS, infeksi lebih banyak terjadi pada usia dewasa muda hingga paruh baya. Hal ini mengindikasikan bahwa pola penularan di masing-masing daerah sangat dipengaruhi oleh perilaku dan karakteristik demografis lokal (Monroe et al., 2021). Ketimpangan gender yang terjadi di PPS dengan dominasi laki-laki dalam kasus malaria menunjukkan pentingnya pemahaman mendalam tentang faktor sosial-ekonomi yang mempengaruhi perilaku laki-laki

dalam menghadapi malaria. Sebaliknya, distribusi yang lebih seimbang di Jayapura bisa mencerminkan efektivitas program pencegahan yang lebih inklusif. Penting bagi pemerintah dan lembaga kesehatan untuk menyesuaikan strategi pencegahan malaria berdasarkan pola distribusi kasus ini, dengan memberikan perhatian khusus kepada kelompok usia yang paling rentan dan memperhatikan ketimpangan gender dalam distribusi kasus. Pemantauan dan evaluasi yang lebih lanjut akan membantu merumuskan kebijakan yang lebih tepat guna menanggulangi malaria di masing-masing daerah (Savi, 2022).

Jayapura memiliki tingkat infeksi yang lebih tinggi dan fluktuasi yang lebih besar, dengan beberapa puncak signifikan pada 2022 dan 2023. Pola musiman yang jelas dan lonjakan yang cukup besar pada beberapa periode menandakan pentingnya faktor lingkungan dan kebijakan pengendalian yang perlu diperhatikan. PPS cenderung memiliki tingkat infeksi yang lebih rendah, dengan fluktuasi yang lebih stabil meskipun masih terjadi lonjakan kasus pada tahun tertentu. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun ada penurunan di beberapa tahun, pengendalian malaria di daerah ini mungkin lebih terkendali atau tidak seintensif di Jayapura. Secara keseluruhan, baik di Jayapura maupun PPS, peningkatan dan penurunan kasus malaria yang terjadi secara berkala menunjukkan adanya faktor musiman dan variabilitas dalam pengendalian penyakit yang perlu diperhatikan untuk merumuskan strategi pencegahan yang lebih efektif (Segun et al., 2020; Yiga et al., 2020).

Data menunjukkan bahwa malaria di kedua daerah cenderung mengikuti pola musiman, dengan peningkatan jumlah kasus yang terjadi pada periode tertentu dan penurunan pada periode lainnya. Jayapura, dengan fluktuasi yang lebih besar, mungkin mengalami peningkatan kasus pada musim hujan atau kondisi yang mendukung perkembangan vektor malaria, seperti genangan air. Sementara itu di PPS, meskipun menunjukkan lonjakan pada beberapa tahun tertentu, tidak memiliki pola musiman yang sangat jelas, yang mungkin menunjukkan perbedaan dalam faktor lingkungan atau tingkat efektivitas program pengendalian penyakit. Beberapa faktor yang mempengaruhi fluktuasi ini bisa mencakup kebijakan pengendalian malaria yang lebih intensif pada periode-periode tertentu, peningkatan mobilitas masyarakat, atau perubahan dalam pola perilaku yang mempengaruhi paparan terhadap nyamuk pembawa malaria. Lonjakan kasus pada 2020 dan 2023 di PPS mungkin terkait dengan faktor luar biasa yang mempengaruhi penularan, seperti peningkatan interaksi sosial, perubahan iklim, atau peningkatan mobilitas penduduk.

Patogen yang menunjukkan jumlah kasus tertinggi dengan resistensi terhadap karbapenem adalah *Escherichia coli*, *Acinetobacter baumannii*, dan *Pseudomonas aeruginosa*. Ketiga bakteri ini merupakan patogen prioritas global yang perlu mendapatkan perhatian lebih (Barlandas-Quintana & Martinez-Ledesma, 2020; M Campos et al., 2020). Resistensi terhadap karbapenem menjadi isu besar karena karbapenem adalah golongan antibiotik yang sering digunakan sebagai pengobatan lini terakhir untuk infeksi yang

disebabkan oleh bakteri multiresisten (Matlock et al., 2021; Tilahun et al., 2021). Ketika bakteri ini resisten terhadap karbapenem, pengobatan menjadi jauh lebih sulit, memperburuk prognosis pasien, dan meningkatkan beban kesehatan secara keseluruhan.

*Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Enterobacter species*, dan *Staphylococcus aureus* yang resisten terhadap antibiotik seperti karbapenem, sefalosporin, dan methicillin, menjadi tantangan besar dalam pengelolaan infeksi (Salsabila Zaneta, 2025). Studi di rumah sakit vertikal menyebutkan *Pseudomonas aeruginosa* termasuk tiga (3) bakteri yang sering ditemukan dan resisten terhadap Carbapenem (Wahyuni et al., 2020). Begitu pula studi di Rumah Sakit Umum Daerah di Kota Jakarta bahwa bakteri multidrug resistant (MDR) gram negatif *Klebsiella pneumoniae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter cloacae*, dan *Enterobacter aerogenes* mengalami resistensi tinggi terhadap antibiotik *sefalosporin* (Puspitasari, 2020). Oleh karena itu, pengelolaan antibiotik yang lebih baik dan intervensi pengendalian infeksi yang lebih efektif sangat penting untuk mencegah penyebaran lebih lanjut dari patogen yang resisten dan untuk mengurangi dampaknya terhadap kesehatan masyarakat global.

Resistensi antimikroba pada patogen yang disebutkan di atas memerlukan penanganan yang serius dan berkelanjutan. Penyebaran resistensi antibiotik dapat dipengaruhi oleh penggunaan antibiotik yang berlebihan atau tidak tepat, serta faktor-faktor lain seperti sanitasi yang buruk, kebersihan yang tidak memadai di rumah sakit, dan mobilitas pasien yang tinggi. Oleh karena itu, untuk mengatasi masalah ini, diperlukan upaya pengawasan penggunaan antibiotik (surveilans resistensi antibiotik) untuk memastikan bahwa antibiotik hanya digunakan ketika benar-benar diperlukan (Collineau et al., 2023; Diallo et al., 2020), pendidikan tentang penggunaan antibiotik yang bijaksana bagi tenaga medis dan masyarakat umum (AlAmri, 2024; Zaniboni et al., 2021) (Ashiru-Oredope et al., 2021), pengembangan antibiotik baru untuk mengatasi patogen yang telah mengembangkan resistensi terhadap obat-obatan yang ada (Cook & Wright, 2022; Miethke et al., 2021), dan intervensi di tingkat kebijakan kesehatan (Organization, 2021), termasuk pengendalian infeksi di rumah sakit (Sartelli et al., 2020) dan penyuluhan kepada pasien dan masyarakat tentang bahaya resistensi antibiotik.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *Candida spp.* (terutama *Candida albicans* dan *Candida tropicalis*) merupakan patogen dominan dalam populasi yang diteliti, dengan *Candida albicans* mendominasi kelompok *Critical Priority* (Rana et al., 2024; Sumanarathne, 2024). Selain itu, *Candida glabrata*, *Fusarium spp.*, dan *Cryptococcus neoformans* juga muncul sebagai patogen yang penting dalam kelompok *High Priority* (Casalini et al., 2024; Rebuma et al., 2024). Patogen dengan *Medium Priority*, meskipun kurang umum, tetap memiliki potensi untuk menyebabkan infeksi serius, sehingga pengelolaan dan pemantauan terus-menerus diperlukan. *Candida spp.*, baik yang merupakan

bagian dari kelompok prioritas *Critical* maupun *High* (Coordination et al., 2022), menunjukkan perlunya perhatian serius terhadap infeksi jamur dan resistensi obat. Meskipun beberapa patogen kurang umum ditemukan, mereka tetap harus diperhatikan dalam pengelolaan infeksi jamur, terutama dengan adanya kemungkinan resistensi terhadap obat-obatan antijamur.

*Leishmania species* dan *Norovirus* adalah dua contoh patogen dari daftar patogen endemik prioritas WHO yang membutuhkan pengembangan vaksin lebih lanjut (Cates et al., 2020; Ford-Siltz et al., 2021; Mehrotra et al., 2025; Singh et al., 2022). Meskipun kedua patogen ini tidak menjadi masalah utama di Indonesia, mereka tetap merupakan fokus penting dalam skala global. Ke depannya, negara-negara yang lebih terpengaruh oleh penyakit ini perlu meningkatkan riset dan pengembangan vaksin guna mengurangi dampak buruk dari penyakit yang disebabkan oleh patogen-patogen ini. Untuk negara-negara yang menghadapi masalah penyakit ini, pengembangan vaksin merupakan langkah penting dalam pencegahan dan pengendalian penyakit. Beberapa patogen dalam daftar ini, seperti *Leishmania* dan *Norovirus*, sangat sulit untuk diatasi dengan pengobatan karena kurangnya terapi efektif dan vaksin yang tersedia (Carlson et al., 2024; Guhe et al., 2023; Patin et al., 2020; Singh et al., 2022). Oleh karena itu, pengembangan vaksin yang dapat mengurangi tingkat infeksi dan penyakit akibat patogen-patogen ini akan sangat bermanfaat dalam mengurangi mortalitas dan morbiditas global.

Klasifikasi patogen dibutuhkan dalam *modelling* dan *prototype* sistem surveilans berbasis laboratorium, beberapa hasil penelitian mengungkapkan bahwa beberapa mikroorganisme lebih berisiko terlibat daripada yang lain. Risiko didasarkan pada virulensi, kemampuan menginfeksi dan kemampuan menyebar hingga menjadi wabah penyakit pada manusia. Berdasarkan temuan tersebut, berbagai upaya telah dilakukan untuk mengklasifikasikan patogen manusia dan hewan berdasarkan tingkat risiko yang dapat mereka timbulkan terhadap kesehatan pekerja laboratorium serta masyarakat manusia dan hewan jika patogen tersebut lolos dari laboratorium. Klasifikasi risiko ini akan memandu penyusunan langkah-langkah pencegahan keselamatan yang tepat, yang dikenal sebagai manajemen risiko.

Pada tahun 2000, Parlemen Eropa dan Dewan Eropa menerbitkan *Guideline 2000/54/EC* yang mengatur perlindungan pekerja dari risiko yang terkait dengan paparan agen biologis di tempat kerja. Guideline ini mencakup agen biologis secara umum, bukan hanya mikroorganisme, dan termasuk agen yang telah dimodifikasi secara genetik, kultur sel, serta endoparasit manusia, yang dapat menyebabkan infeksi, alergi, atau toksisitas. Meskipun toksisitas dan alergenitas termasuk dalam definisi agen biologis, keempat kelompok risiko didasarkan pada tingkat risiko infeksi sebagai berikut:

- Agen biologis golongan 1 adalah agen yang tidak mungkin menyebabkan penyakit pada manusia.
- Agen biologis golongan 2 adalah agen yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia dan dapat membahayakan pekerja; kecil kemungkinannya untuk menyebar ke masyarakat; umumnya ada profilaksis atau pengobatan yang efektif.
- Agen biologis golongan 3 adalah agen yang dapat menyebabkan penyakit serius pada manusia dan menimbulkan bahaya besar bagi pekerja; agen ini dapat berisiko menyebar ke masyarakat, tetapi biasanya ada profilaksis atau pengobatan yang efektif.
- Agen biologis golongan 4 adalah agen yang menyebabkan penyakit serius pada manusia dan merupakan ancaman serius bagi pekerja; agen ini memiliki risiko tinggi untuk menyebar ke masyarakat; biasanya tidak tersedia profilaksis atau pengobatan yang efektif.

Lampiran III dari *Guideline* tersebut mencantumkan daftar agen biologis yang diketahui dapat menginfeksi manusia. Bila relevan, indikator diberikan untuk potensi toksisitas dan alergenitas agen-agen ini. Patogen hewan dan tumbuhan yang tidak dapat menginfeksi manusia tidak termasuk dalam daftar ini.

Upaya pertama untuk mengklasifikasikan mikroorganisme patogenik dilakukan di Amerika Serikat oleh *United States Public Health Service*. Mereka merilis deskripsi tentang empat kelas agen penyebab (bakteri, jamur, dan virus) pada tahun 1969 dan 1974, yang dikelompokkan dari yang tidak berbahaya atau berbahaya minimal (kelas 1) hingga yang dapat menyebabkan penyakit serius (kelas 4) (*Centers for Disease Control, Office of Biosafety. Classification of Etiological Agents on the Basis of Hazard*, edisi ke-4. *United States Department of Health, Education and Welfare, Public Health Service*).

Klasifikasi yang digunakan saat ini menggantikan Kelas Risiko dengan Kelompok Risiko (Rgs), di mana agen diklasifikasikan berdasarkan tingkat patogenitasnya terhadap manusia dewasa yang sehat. Definisi untuk empat Kelompok Risiko ini dapat ditemukan dalam Pedoman NIH untuk Penelitian yang Melibatkan Molekul Asam Nukleat Rekombinan atau Sintetis (klik di sini untuk melihat definisi). Pedoman ini juga mencakup lampiran yang menyusun daftar agen biologis yang diketahui dapat menginfeksi manusia, serta beberapa agen hewan yang berpotensi menimbulkan risiko teoritis jika diinokulasi ke manusia. Daftar ini diperbarui setiap tahun oleh komite khusus dari American Society for Microbiology. Informasi lebih lanjut mengenai penilaian risiko untuk agen etiologi tertentu dapat ditemukan dalam Pernyataan Ringkasan Agen yang diterbitkan dalam publikasi CDC/NIH, *Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories*.

Kelompok Kerja Keamanan dalam Bioteknologi dari Federasi Bioteknologi Eropa juga berfokus pada klasifikasi mikroorganisme, dengan menghasilkan sistem yang lebih

difokuskan pada penggunaan mikroorganisme dalam industri. Kelompok ini mempertahankan pembagian mikroorganisme dalam empat kelas risiko untuk pekerja laboratorium dan masyarakat umum, namun mereka memperkenalkan kelompok baru yang disebut Kelompok E, yang mengelompokkan mikroorganisme yang lebih berisiko terhadap lingkungan daripada terhadap manusia. Kelompok baru ini mencakup patogen tanaman serta beberapa patogen hewan yang tidak berbahaya bagi manusia, tetapi dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang signifikan (misalnya, virus penyakit kaki dan mulut, *Ralstonia solanacearum*).

Berikut adalah klasifikasi mikroorganisme menurut sistem ini:

- **Mikroorganisme yang tidak berbahaya (EFB kelas 1):** Mikroorganisme yang belum pernah teridentifikasi sebagai penyebab penyakit pada manusia dan tidak menimbulkan ancaman bagi lingkungan.
- **Mikroorganisme berisiko rendah (EFB kelas 2):** Mikroorganisme yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia dan berpotensi menimbulkan bahaya bagi pekerja laboratorium, namun tidak mungkin menyebar ke lingkungan. Tindakan pencegahan dan pengobatan yang efektif tersedia.
- **Mikroorganisme berisiko sedang (EFB kelas 3):** Mikroorganisme yang menimbulkan ancaman serius bagi kesehatan pekerja laboratorium, namun risikonya relatif kecil bagi masyarakat umum. Profilaksis dan pengobatan yang efektif tersedia.
- **Mikroorganisme berisiko tinggi (EFB kelas 4):** Mikroorganisme yang menyebabkan penyakit parah pada manusia dan menimbulkan bahaya serius bagi pekerja laboratorium dan masyarakat umum. Secara umum, profilaksis yang efektif tidak tersedia, dan tidak ada pengobatan yang diketahui.
- **Mikroorganisme yang membahayakan lingkungan:** Mikroorganisme yang lebih berisiko bagi lingkungan daripada bagi manusia, yang dapat menyebabkan kerugian ekonomi besar. Kelompok ini mencakup beberapa sub-kelas, Ep 1, Ep 2, Ep 3, yang digunakan untuk menampung patogen tanaman.

Perkembangan signifikan yang berdampak internasional dimulai pada tahun 1979 oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), yang membentuk Kelompok Kerja dalam program khusus mengenai langkah-langkah keselamatan mikrobiologi. Kelompok ini merumuskan serangkaian standar minimum untuk keselamatan laboratorium yang disusun dalam *Manual Keamanan Hayati Laboratorium*. Manual ini telah direvisi secara berkala, dengan versi terakhir diterbitkan pada tahun 2003. Manual tersebut menyertakan definisi dari empat kelompok risiko berdasarkan bahaya relatif mikroorganisme infeksius terhadap pekerja laboratorium, masyarakat, ternak, dan lingkungan.

- **Kelompok Risiko I** (risiko rendah bagi individu dan masyarakat): Mikroorganisme yang tidak mungkin menyebabkan penyakit pada manusia atau hewan yang penting bagi kesehatan hewan.
- **Kelompok Risiko II** (risiko individu sedang, risiko komunitas terbatas): Patogen yang dapat menyebabkan penyakit pada manusia atau hewan tetapi tidak mungkin menimbulkan bahaya serius bagi pekerja laboratorium, masyarakat, ternak, atau lingkungan. Paparan di laboratorium dapat menyebabkan infeksi serius, namun pengobatan dan tindakan pencegahan yang efektif tersedia dan risiko penyebarannya terbatas.
- **Kelompok Risiko III** (risiko individu tinggi, risiko komunitas rendah): Patogen yang umumnya menyebabkan penyakit serius pada manusia, tetapi biasanya tidak menyebar dari satu orang yang terinfeksi ke orang lain.
- **Kelompok Risiko IV** (risiko tinggi bagi individu dan masyarakat): Patogen yang umumnya menyebabkan penyakit serius pada manusia atau hewan dan dapat dengan mudah ditularkan dari satu individu ke individu lain, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Meskipun tidak ada daftar agen infeksius yang disediakan, WHO menyarankan agar setiap negara menyusun klasifikasi mereka sendiri berdasarkan kelompok risiko agen yang ditemukan di negara tersebut, dengan mempertimbangkan faktor-faktor berikut:

- **Patogenisitas agen.**
- **Cara penularan dan jangkauan inang agen:** Ini dapat dipengaruhi oleh tingkat kekebalan yang ada, kepadatan dan pergerakan populasi inang, keberadaan vektor yang sesuai, serta standar kebersihan lingkungan.
- **Ketersediaan tindakan pencegahan yang efektif:** Tindakan ini bisa mencakup profilaksis dengan vaksinasi atau antiserum, tindakan sanitasi (misalnya kebersihan makanan dan air), pengendalian tempat perindukan hewan atau vektor artropoda, pergerakan orang atau hewan, serta impor hewan atau produk hewan yang terinfeksi.
- **Ketersediaan pengobatan yang efektif:** Ini meliputi imunisasi pasif dan vaksinasi pasca-pajanan, antibiotik, dan agen kemoterapi, dengan memperhitungkan kemungkinan munculnya strain yang resistan.

WHO juga menekankan pentingnya mempertimbangkan kondisi yang berlaku di wilayah geografis tempat mikroorganisme tersebut ditangani saat menilai kriteria klasifikasi. Pemerintah masing-masing negara juga harus memutuskan apakah akan melarang impor

atau penanganan patogen tertentu, kecuali untuk tujuan diagnostik yang mendesak (organisme karantina).

## **BAB V**

### **MODELLING DAN PROTOTYPE SISTEM**

### **SURVEILANS BERBASIS LABORATORIUM**

Surveilans berbasis laboratorium untuk penyakit berpotensi wabah merupakan pendekatan yang telah berkembang seiring dengan kemajuan teknologi dan pemahaman kita tentang epidemiologi. Sejarah pengembangan sistem surveilans ini bisa dilihat melalui beberapa fase besar dalam dunia kesehatan masyarakat, dari pengamatan manual hingga penerapan teknologi digital. Histori modeling dan prototipe sistem surveilans berbasis laboratorium untuk penyakit berpotensi wabah menunjukkan evolusi dari pengamatan manual yang sederhana hingga penggunaan teknologi canggih seperti Big Data, AI, dan IoT. Teknologi ini memungkinkan deteksi yang lebih cepat, pemantauan yang lebih efisien, dan respon yang lebih baik terhadap wabah, yang sangat penting untuk mengurangi dampak penyakit menular. Saat ini, sistem surveilans berbasis laboratorium menjadi komponen vital dalam upaya global untuk mencegah dan mengendalikan epidemi dan pandemi.

Surveilans berbasis data laboratorium biasanya melakukan pemantauan terhadap sirkulasi dan fluktuasi patogen prioritas di suatu wilayah secara terus menerus. Patogen yang dipantau merupakan patogen prioritas.

Menentukan **patogen prioritas** untuk **surveilans epidemic-prone diseases** (penyakit berpotensi wabah) adalah langkah penting dalam pengelolaan kesehatan masyarakat untuk mencegah penyebaran wabah dan pandemi. Penentuan patogen prioritas didasarkan pada berbagai kriteria, yang melibatkan faktor epidemiologis, dampak kesehatan, kapasitas respons, dan potensi penyebaran penyakit. Proses ini melibatkan pendekatan berbasis bukti dan analisis risiko. Beberapa pertimbangan dalam menentukan antara lain :

#### **1. Kemampuan Patogen untuk Menyebabkan Wabah**

Patogen yang memiliki **potensi tinggi** untuk menyebabkan wabah harus menjadi prioritas dalam surveilans. Faktor yang dipertimbangkan adalah :

- a) **Kecepatan penyebaran:** Beberapa patogen dapat menyebar dengan sangat cepat, misalnya melalui droplet (virus flu) atau vektor (nyamuk untuk malaria dan dengue)
- b) **Mode penularan:** Patogen yang ditularkan melalui udara, cairan tubuh, atau vektor (nyamuk, lalat) memiliki potensi untuk menyebar dengan cepat dan luas.
- c) **Penyebaran geografis:** Patogen yang dapat menyebar secara luas, baik lokal maupun global (seperti virus influenza atau COVID-19), akan lebih diutamakan.
- d) **Transmisi antarmanusia:** Patogen yang dapat menular antar individu tanpa memerlukan vektor eksternal lebih berisiko menimbulkan wabah besar.

## 2. Dampak Kesehatan Masyarakat

Kriteria berikut digunakan untuk menilai dampak potensial dari patogen terhadap kesehatan masyarakat:

- **Tingkat kematian dan Kesakitan (*Mortality* dan *Morbidity*)** : Patogen yang menyebabkan tingkat kematian atau kecacatan yang tinggi cenderung menjadi prioritas. Misalnya, **Ebola**, **H<sub>5</sub>N<sub>1</sub>** dan **MERS-CoV** memiliki tingkat kematian yang tinggi dan sangat berbahaya. Beberapa patogen dapat menyebabkan kecacatan serius yang meningkatkan beban kesehatan masyarakat, seperti **Zika Virus**, yang menyebabkan mikrosefali pada bayi yang dilahirkan oleh ibu yang terinfeksi.
- **Ketersediaan pengobatan atau vaksin** : Jika tidak ada pengobatan atau vaksin yang efektif, patogen tersebut akan lebih diprioritaskan karena lebih sulit dikendalikan.
- **Kemampuan menyebabkan infeksi sekunder (infeksi oportunistik)** : Beberapa patogen dapat memicu infeksi sekunder, seperti infeksi oportunistik pada individu yang sudah terinfeksi penyakit lain (misalnya, **HIV/AIDS** dengan tuberkulosis).

## 3. Kemungkinan untuk Mengancam Keamanan Global

- **Penyebaran internasional**: Patogen yang dapat dengan mudah melintasi batas negara dan menyebabkan wabah global menjadi prioritas utama dalam surveilans. Contohnya adalah **COVID-19** dan **influenza** yang dapat dengan cepat menyebar antarnegara.
- **Kemampuan mutasi**: Patogen yang cepat bermutasi (seperti **virus influenza** dan **coronavirus**) dapat menghindari sistem kekebalan tubuh manusia atau vaksin yang ada, sehingga meningkatkan risiko penyebaran.
- **Pengaruh terhadap sistem kesehatan**: Patogen yang dapat menyebabkan kerusakan besar pada sistem kesehatan (misalnya, **Ebola** atau **MERS-CoV**) akan memerlukan perhatian khusus.

## 4. Ketersediaan Alat Deteksi dan Diagnosis

Patogen yang dapat dideteksi dan didiagnosis dengan mudah dan cepat sering kali lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam sistem surveilans.

- **Kemudahan diagnosa**: Patogen yang dapat dideteksi dengan tes laboratorium yang sederhana dan cepat (seperti PCR, uji antibodi) lebih mudah untuk dipantau.
- **Peningkatan kapasitas laboratorium**: Sistem surveilans membutuhkan laboratorium yang memiliki kapasitas untuk mengidentifikasi patogen, terutama dalam kasus wabah yang besar. Jika suatu patogen memerlukan alat diagnostik yang canggih atau langka, maka itu menjadi tantangan besar untuk penanggulangan wabah.

## 5. Faktor Sosial dan Ekonomi

- **Dampak ekonomi**: Beberapa penyakit berpotensi wabah dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang besar, seperti gangguan pada perdagangan, pariwisata, atau

sumber daya manusia. Misalnya, wabah **SARS-CoV** atau **COVID-19** mengganggu ekonomi global.

- **Kerentanan populasi:** Penyakit yang lebih berdampak pada kelompok populasi yang rentan (seperti anak-anak, orang tua, atau individu dengan sistem imun yang lemah) lebih berisiko bagi kesehatan masyarakat dan harus diprioritaskan.

#### 6. **Histori dan Pola Penyebaran Penyakit**

- **Wabah masa lalu:** Patogen yang telah menyebabkan wabah besar atau berulang di masa lalu (seperti **malaria**, **kolera**, dan **tuberkulosis**) harus diprioritaskan karena memiliki kemungkinan besar untuk muncul kembali.
- **Munculnya patogen baru atau yang muncul kembali:** Patogen yang baru muncul atau yang sebelumnya tidak dikenal tetapi menunjukkan potensi untuk menyebabkan wabah, seperti **Zika** atau **Nipah virus**, harus menjadi perhatian utama dalam surveilans.

#### 7. **Kapasitas Respons dan Mitigasi**

- **Kemampuan mitigasi:** Jika patogen memiliki kemampuan untuk dicegah atau dikendalikan (misalnya melalui vaksinasi atau obat-obatan), patogen tersebut dapat lebih mudah diatur. Namun, jika tidak ada pengobatan atau vaksin yang tersedia, surveilans lebih penting untuk mencegah penyebarannya.
- **Infrastruktur kesehatan yang ada:** Negara dengan kapasitas sistem kesehatan yang lebih rendah atau yang lebih rentan terhadap wabah membutuhkan perhatian khusus untuk memastikan bahwa surveilans dapat berjalan dengan baik di lapangan.

#### 8. **Kerjasama dan Sistem Surveilans Global**

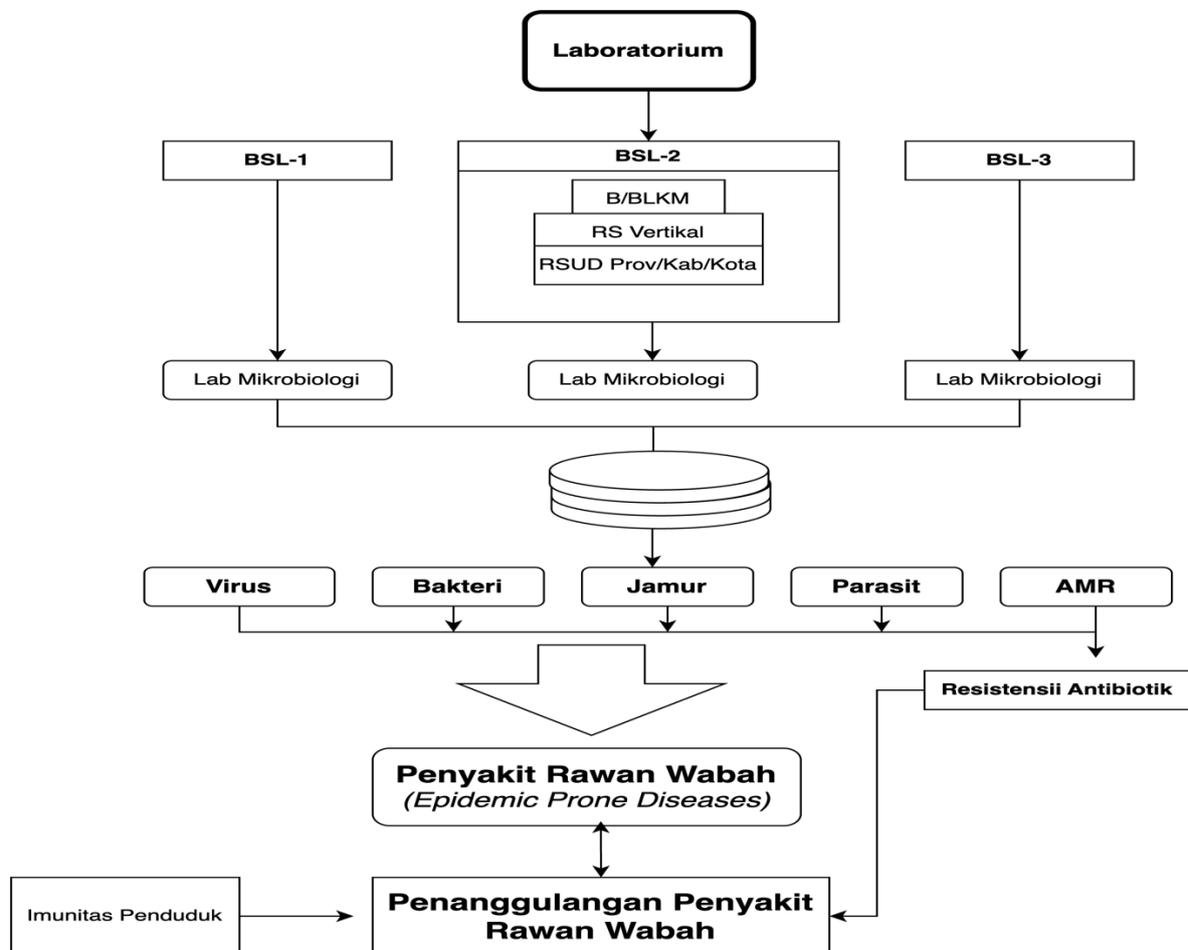
- **Koordinasi global:** Beberapa patogen mungkin memerlukan perhatian lebih karena mereka melibatkan potensi penyebaran global, sehingga sistem surveilans internasional harus bekerja sama. Ini termasuk kolaborasi dengan organisasi seperti WHO, CDC dan GHSA

Beberapa pendekatan yang dapat dilakukan untuk menentukan patogen prioritas dapat dilakukan melalui :

1. **Penilaian Risiko:** Lakukan analisis risiko untuk mengidentifikasi patogen yang berpotensi menimbulkan wabah besar berdasarkan kemungkinan penyebaran, dampak kesehatan, dan ketersediaan respons medis.
2. **Sistem Skoring:** WHO dan lembaga lain sering menggunakan sistem skoring untuk memprioritaskan patogen berdasarkan kriteria di atas. Misalnya, mereka dapat memberikan nilai tertentu untuk kemungkinan penyebaran, tingkat keparahan penyakit, dan potensi dampaknya pada masyarakat.

3. **Evaluasi Berkelanjutan:** Prioritas patogen untuk surveilans dapat berubah seiring waktu karena mutasi patogen baru atau perubahan dalam pola epidemiologi. Oleh karena itu, surveilans dan evaluasi secara berkala sangat penting.

**Gambar 24. Modelling Sistem Surveilans Berbasis data Laboratorium**



Surveilans berbasis laboratorium diselenggarakan menggunakan berbagai sumber data, yaitu Laboratorium di B/BLKM, RS Vertikal, RSUD, dan laboratorium mikrobiologi lainnya. Data yang dikumpulkan adalah patogen terpilih dari, yaitu virus, bakteri, jamur, parasite dan anti *microba resistance*. Patogen tersebut ditetapkan berdasarkan pemetaan patogen di Indonesia, meliputi patogen terbesar yang bersirkulasi di Indonesia.

Pengumpulan data dilakukan menggunakan sistem informasi terintegrasi dengan sistem pencatatan dan pelaporan laboratorium. Pengolahan dan analisis data dapat dilakukan menggunakan sistem informasi tersebut. Output dari surveilans berbasis laboratorium adalah informasi terkait distribusi dan tren patogen di Indonesia yang menjadi informasi awal adanya KLB/wabah penyakit berpotensi wabah. Selanjutnya, informasi tersebut menjadi

dasar penanggulangan penyakit rawan wabah di berbagai tingkat, berdasarkan data sebaran dan tren patogen. Analisis data patogen dan upaya penanggulangan KLB akan terus dilakukan seiring berjalannya sistem surveilans berbasis laboratorium dari berbagai sumber tersebut.

*Prototype* Surveilans berbasis laboratorium merupakan *platform* untuk mengumpulkan, menghimpun, dan memvisualisasikan berbagai sumber informasi yang terkait dengan patogen yang rawan menjadi wabah, tidak menutup kemungkinan rumors, media daring, dan jaringan pakar juga dapat dilibatkan dalam *prototype* ini. Penggunaan algoritma pemrosesan bahasa alami (*Natural Learning Processing*), kejadian infeksi emerging direpresentasikan pada peta interaktif yang dikaitkan dengan grafik yang merepresentasikan distribusinya selama interval waktu tertentu.

Tahapan pembuatan *prototype* terdiri dari :

1. **Tahap 1:** Pembuatan model prediksi *baseline*

Model penyakit menggunakan uji regresi linier ganda/ regresi poisson.

Hasil: formula prediksi patogen rawan wabah. Model dibuat dengan prediktor patogen prioritas dihubungkan dengan tempat dan satuan waktu. Prediksi penyakit berupa *incidence* atau *prevalence* menggunakan prediktor yang signifikan

2. **Tahap 2:** Pembuatan Model Proyeksi Beban Penyakit berpotensi wabah berdasarkan pola yang di dapat pada model prediksi, dilakukan proyeksi beban penyakit berdasarkan pertumbuhan dan perkembangan faktor risiko serta perkembangan pola penyakit.

Proyeksi dibuat untuk:

- a) Memperkirakan beban penyakit berpotensi wabah terhadap pelayanan kesehatan
- b) Memperkirakan perubahan faktor risiko terhadap beban penyakit.
- c) Merumuskan konsistensi pola penyakit dan faktor risiko terhadap model yang dibangun.

3. **Tahap 3 :** Setelah model fit dan valid, dibuat **aplikasi** proyeksi penyakit rawan wabah dan faktor risikonya dalam 1 platform dinamis.

## **BAB VI SIMPULAN DAN SARAN**

### **5.1 Simpulan**

Simpulan yang didapat dari pemetaan ini adalah

1. Pemeriksaan patogen paling banyak dilakukan di laboratorium Rumah Sakit diikuti oleh laboratorium B/BLKM dan Labkesda. Provinsi Yogyakarta memiliki kontribusi tertinggi dalam jumlah pemeriksaan patogen, diikuti oleh Jatim dan Kaltim.
2. Dari total 1.129.897 pemeriksaan, sebanyak 24,9% menunjukkan hasil positif, dengan Sumatera Selatan memiliki persentase tertinggi (57%). Sementara jenis patogen yang paling sering terdeteksi adalah *Staphylococcus*, *Klebsiella*, dan *Escherichia coli*.
3. Jumlah pemeriksaan patogen meningkat tajam selama pandemi COVID-19, mencapai puncaknya pada 2022, namun mengalami penurunan setelahnya, terutama pada 2023 dan 2024.
4. Kelompok usia 19-40 tahun dan 41-60 tahun menunjukkan proporsi hasil positif tertinggi, sementara usia <1 tahun memiliki angka positif yang lebih rendah dan secara keseluruhan, lebih banyak perempuan terinfeksi dibandingkan laki-laki.
5. Patogen seperti *Acinetobacter baumannii*, *Klebsiella pneumoniae*, dan *Pseudomonas aeruginosa* menunjukkan resistensi yang signifikan terhadap antibiotik, terutama karbapenem, yang menjadi perhatian utama dalam penanganan infeksi.
6. Secara global *Candida* spp. (terutama *Candida albicans*) menjadi patogen endemik yang dominan di Indonesia.
7. Menentukan **patogen prioritas** untuk **surveilans epidemic-prone diseases** melibatkan kombinasi faktor biologis, epidemiologis, sosial, dan kapasitas kesehatan masyarakat. Dengan penilaian risiko yang sistematis, dapat dipilih patogen yang paling berisiko untuk menyebabkan wabah besar dan membutuhkan perhatian cepat dalam hal pencegahan, deteksi, dan respons.

### **5.2 Saran**

1. Perlu ditingkatkan kapasitas dan fasilitas di laboratorium seperti B/BLKM dan Labkesda, agar pemeriksaan patogen sebagai bagian dari pemantauan kesehatan masyarakat meningkat, terutama untuk penyakit yang berpotensi menimbulkan kejadian luar biasa (KLB).

2. Penanganan infeksi yang disebabkan oleh patogen bakteri, terutama yang menunjukkan resistensi antimikroba, harus menjadi prioritas dengan cara peningkatan pengawasan terhadap bakteri resisten seperti *Klebsiella*, *Acinetobacter*, dan *Pseudomonas*.
3. Perlu dilakukan intervensi kesehatan yang lebih fokus pada kelompok usia 19-60 tahun, termasuk vaksinasi dan pencegahan infeksi.
4. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memantau dan mengidentifikasi patogen endemik, terutama yang memerlukan vaksinasi, seperti *Leishmania* dan *Norovirus*, serta pengembangan vaksin yang lebih efektif untuk patogen-patogen tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Kemenkes. (2010). *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1501 tentang Jenis Penyakit Menular Tertentu Yang Menimbulkan Wabah.pdf*.
2. Kemenkes RI. (2004). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 949/MENKES/SK/VIII/2004 Tentang Pedoman Penyelenggaraan Sistem Kewaspadaan Dini Kejadian Luar Biasa (KLB)* (pp. 1–23). <https://persi.or.id/wp-content/uploads/2020/11/pmk9492004.pdf>
3. Kemenkes RI. (2022). *Modul Pelatihan Kesiapsiagaan dan Kewaspadaan Terhadap Penyakit Infeksi Emerging di Fasilitas Kesehatan Tingkat Pertama*.
4. Muna, F., & Khariri. (2020). Bakteri Patogen Penyebab Foodborne Diseases. *Prosiding Seminar Nasional Biologi Di Era Pandemi Covid-19, September*, 74–79. <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb/>
5. PAMKI. (2024). *Pola Patogen dan Antibiogram di Indonesia Tahun 2023*.
6. Presiden RI. (2024). *Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 28 Tahun 2024 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2023 tentang Kesehatan* (Issue 226975, p. 656). <https://peraturan.bpk.go.id/Details/294077/pp-no-28-tahun-2024>
7. Rahman, M. T., Sobur, M. A., Islam, M. S., Ievy, S., Hossain, M. J., Zowalaty, M. E. E., Rahman, A. M. M. T., & Ashour, H. M. (2020). Zoonotic diseases: Etiology, impact, and control. *Microorganisms*, 8(9), 1–34. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8091405>
8. Swarjana, I. K. (2017). *Ilmu Kesehatan Masyarakat Konsep, Startegi, dan Praktik*. CV Andi Offset.
9. WHO. (2023). *EPI-WIN webinar: Emerging zoonotic diseases and the One Health approach: A webinar series overview*. August. <https://www.who.int/news-room/events/detail/2023/05/31/default-calendar/epi-win-webinar-emerging-zoonotic-diseases-and-the-one-health-approach>
10. WHO SEARO. (2023). *Kerangka Strategis untuk Tindakan Penguatan Surveilans, Penilaian Risiko, dan Epidemiologi Lapangan terhadap Ancaman Keamanan Kesehatan di Kawasan WHO Asia Tenggara*.
11. AlAmri, F. A. (2024). THE JUDICIOUS USE OF ANTIBIOTICS. *Tec Empresarial*, 6(1), 475–479.
12. Amadi, M., Shcherbacheva, A., & Haario, H. (2021). Agent-based modelling of complex factors impacting malaria prevalence. *Malaria Journal*, 20, 1–15.
13. Ashiru-Oredope, D., Hopkins, S., Vasandani, S., Umoh, E., Oloyede, O., Nilsson, A., Kinsman, J., Elsert, L., Monnet, D. L., & Group, Ecdca. P. A. (2021). Healthcare workers' knowledge, attitudes and behaviours with respect to antibiotics, antibiotic use and antibiotic resistance across 30 EU/EEA countries in 2019. *Eurosurveillance*, 26(12), 1900633.
14. Barlandas-Quintana, E. A., & Martinez-Ledesma, J. E. (2020). Detection of carbapenems resistant k-mer sequences in bacteria of critical priority by the world health organization (*pseudomonas aeruginosa* and *acinetobacter baumannii*). *2020 7th International Conference on Internet of Things: Systems, Management and Security (IOTSMS)*, 1–8.
15. Brumfield, K. D., Usmani, M., Chen, K. M., Gangwar, M., Jutla, A. S., Huq, A., & Colwell, R. R. (2021). Environmental parameters associated with incidence and

- transmission of pathogenic *Vibrio* spp. *Environmental Microbiology*, 23(12), 7314–7340.
16. Carlson, K. B., Dilley, A., O’Grady, T., Johnson, J. A., Lopman, B., & Viscidi, E. (2024). A narrative review of norovirus epidemiology, biology, and challenges to vaccine development. *Npj Vaccines*, 9(1), 94.
  17. Casalini, G., Giacomelli, A., & Antinori, S. (2024). The WHO fungal priority pathogens list: a crucial reappraisal to review the prioritisation. *The Lancet Microbe*, 5(7), 717–724.
  18. Cates, J. E., Vinjé, J., Parashar, U., & Hall, A. J. (2020). Recent advances in human norovirus research and implications for candidate vaccines. *Expert Review of Vaccines*, 19(6), 539–548.
  19. Collineau, L., Bourély, C., Rousset, L., Berger-Carbonne, A., Ploy, M.-C., Pulcini, C., & Colomb-Cotinat, M. (2023). Towards One Health surveillance of antibiotic resistance: characterisation and mapping of existing programmes in humans, animals, food and the environment in France, 2021. *Eurosurveillance*, 28(22), 2200804.
  20. Cook, M. A., & Wright, G. D. (2022). The past, present, and future of antibiotics. *Science Translational Medicine*, 14(657), eabo7793.
  21. Coordination, G., Alastruey-Izquierdo, A., Organization, W. H., & Organization, W. H. (2022). *WHO fungal priority pathogens list to guide research, development and public health action*. Organización Mundial de la Salud (OMS).
  22. Des Roches, S., Brans, K. I., Lambert, M. R., Rivkin, L. R., Savage, A. M., Schell, C. J., Correa, C., De Meester, L., Diamond, S. E., & Grimm, N. B. (2021). Socio-evolutionary dynamics in cities. *Evolutionary Applications*, 14(1), 248–267.
  23. Diallo, O. O., Baron, S. A., Abat, C., Colson, P., Chaudet, H., & Rolain, J.-M. (2020). Antibiotic resistance surveillance systems: A review. *Journal of Global Antimicrobial Resistance*, 23, 430–438.
  24. Díaz, A., Beleña, Á., & Zueco, J. (2020). The role of age and gender in perceived vulnerability to infectious diseases. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(2), 485.
  25. Ford-Siltz, L. A., Tohma, K., & Parra, G. I. (2021). Understanding the relationship between norovirus diversity and immunity. *Gut Microbes*, 13(1), 1900994.
  26. Guhe, V., Ingale, P., Tambekar, A., & Singh, S. (2023). Systems biology of autophagy in leishmanial infection and its diverse role in precision medicine. *Frontiers in Molecular Biosciences*, 10, 1113249.
  27. Kemenkes. (2010). *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1501 tentang Jenis Penyakit Menular Tertentu Yang Menimbulkan Wabah.pdf*.
  28. Kemenkes RI. (2004). *Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 949/MENKES/SK/VIII/2004 Tentang Pedoman Penyelenggaraan Sistem Kewaspadaan Dini Kejadian Luar Biasa (KLB)* (pp. 1–23).
  29. Kemenkes RI. (2022). *Modul Pelatihan Kesiapsiagaan dan Kewaspadaan Terhadap Penyakit Infeksi Emerging di Fasilitas Kesehatan Tingkat Pertama*.
  30. M Campos, J. C. de, Antunes, L. C. M., & Ferreira, R. B. R. (2020). Global priority pathogens: virulence, antimicrobial resistance and prospective treatment options. *Future Microbiology*, 15(8), 649–677.
  31. Matlock, A., Garcia, J. A., Moussavi, K., Long, B., & Liang, S. Y.-T. (2021). Advances in novel antibiotics to treat multidrug-resistant gram-negative bacterial infections. *Internal and Emergency Medicine*, 16(8), 2231–2241.
  32. Mehrotra, S., Tiwari, R., Kumar, R., & Sundar, S. (2025). Advances and Challenges in the Diagnosis of Leishmaniasis. *Molecular Diagnosis & Therapy*, 1–18.
  33. Miethke, M., Pieroni, M., Weber, T., Brönstrup, M., Hammann, P., Halby, L.,

- Arimondo, P. B., Glaser, P., Aigle, B., & Bode, H. B. (2021). Towards the sustainable discovery and development of new antibiotics. *Nature Reviews Chemistry*, 5(10), 726–749.
34. Monroe, A., Olapeju, B., Moore, S., Hunter, G., Merritt, A. P., Okumu, F., & Babalola, S. (2021). Improving malaria control by understanding human behaviour. *Bulletin of the World Health Organization*, 99(11), 837.
  35. Muna, F., & Khariri. (2020). Bakteri Patogen Penyebab Foodborne Diseases. *Prosiding Seminar Nasional Biologi Di Era Pandemi Covid-19, September*, 74–79.
  36. Organization, W. H. (2021). *Evidence-informed decision-making for health policy and programmes: Insights and best practices from successful country initiatives*. World Health Organization.
  37. PAMKI. (2024). *Pola Patogen dan Antibiogram di Indonesia Tahun 2023*.
  38. Patin, N. V., Peña-Gonzalez, A., Hatt, J. K., Moe, C., Kirby, A., & Konstantinidis, K. T. (2020). The role of the gut microbiome in resisting norovirus infection as revealed by a human challenge study. *Mbio*, 11(6), 10–1128.
  39. Presiden RI. (2024). *Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 28 Tahun 2024 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2023 tentang Kesehatan* (Issue 226975, p. 656).
  40. Puspitasari, I. (2020). *Profil Multidrug Resistant Organism (MDRO) di Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Pasar Minggu*. UIN Syarif Hidayatullah Jakarta-FIKES.
  41. Rahman, M. T., Sobur, M. A., Islam, M. S., Ievy, S., Hossain, M. J., Zowalaty, M. E. E., Rahman, A. M. M. T., & Ashour, H. M. (2020). Zoonotic diseases: Etiology, impact, and control. *Microorganisms*, 8(9), 1–34. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8091405>
  42. Rana, A., Gupta, N., Asif, S., & Thakur, A. (2024). Surviving the Storm: How Candida Species Master Adaptation for Pathogenesis. In *Recent Advances in Human Fungal Diseases: Progress and Prospects* (pp. 109–155). Springer.
  43. Rebuma, T., Parmar, R. B., Parmar, B. C., & Pal, M. (2024). Emerging fungal pathogens pose a growing threat to global health. *Journal of Advances in Microbiology Research*, 5(2), 1–5.
  44. Salsabila Zaneta, A. (2025). *Analisis Evaluasi Penggunaan Antibiotik Kelompok Reserve dengan Metode ATC/DDD dan DU 90% terhadap Persentase Sensitivitas Bakteri ESKAPE berdasarkan Antibiogram di RSUD Dr. H. Abdul Moeloek Provinsi Lampung*.
  45. Sartelli, M., C. Hardcastle, T., Catena, F., Chichom-Mefire, A., Coccolini, F., Dhingra, S., Haque, M., Hodonou, A., Iskandar, K., & Labricciosa, F. M. (2020). Antibiotic use in low and middle-income countries and the challenges of antimicrobial resistance in surgery. *Antibiotics*, 9(8), 497.
  46. Savi, M. K. (2022). An overview of malaria transmission mechanisms, control, and modeling. *Medical Sciences*, 11(1), 3.
  47. Segun, O. E., Shohaimi, S., Nallapan, M., Lamidi-Sarumoh, A. A., & Salari, N. (2020). Statistical modelling of the effects of weather factors on malaria occurrence in Abuja, Nigeria. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(10), 3474.
  48. Singh, O. P., Kumar, R., Petersen, C., Sundar, S., & Le Rutte, E. (2022). *Leishmaniasis: Control and Elimination*. Frontiers Media SA.
  49. Sumanarathne, A. (2024). *Evolutionary dynamics of Candida albicans in the presence and absence of antifungal drug fluconazole*.
  50. Swarjana, I. K. (2017). *Ilmu Kesehatan Masyarakat Konsep, Startegi, dan Praktik*. CV Andi Offset.

51. Tilahun, M., Kassa, Y., Gedefie, A., & Ashagire, M. (2021). Emerging carbapenem-resistant Enterobacteriaceae infection, its epidemiology and novel treatment options: a review. *Infection and Drug Resistance*, 4363–4374.
52. Wahyuni, D. D., Amelia, S., & Fadine, W. (2020). Profil Dan Pola Kepekaan Bakteri Penyebab Ventilator Associated Pneumonia Di RSUP H. Adam Malik Medan. *Jurnal Pandu Husada*, 1(4), 198–203.
53. WHO. (2023). *EPI-WIN webinar: Emerging zoonotic diseases and the One Health approach: A webinar series overview. August.*
54. WHO SEARO. (2023). *Kerangka Strategis untuk Tindakan Penguatan Surveilans, Penilaian Risiko, dan Epidemiologi Lapangan terhadap Ancaman Keamanan Kesehatan di Kawasan WHO Asia Tenggara.*
55. Yiga, V., Nampala, H., & Tumwiine, J. (2020). Analysis of the model on the effect of seasonal factors on malaria transmission dynamics. *Journal of Applied Mathematics*, 2020(1), 8885558.
56. Zaniboni, D., Ceretti, E., Gelatti, U., Pezzotti, M., & Covolo, L. (2021). Antibiotic resistance: is knowledge the only driver for awareness and appropriate use of antibiotics? *Annali Di Igiene, Medicina Preventiva e Di Comunità*, 33(1).

## Lampiran

### Lampiran 1. Variabel Data

#### Variabel Data (1)



Nama Variabel	Definisi Operasional	Jawaban	Sumber Data	Data Management Code
ID Pasien	Kode unique pasien		KTP/NIK	ID
Jenis Kelamin	Jenis kelamin pasien	L/P	Form Rujukan lab	Sex
Umur	Umur pasien			Age
Kab/Kota	Kab/Kota Alamat pasien	ID, Name		Dist
Provinsi	Provinsi Alamat pasien			Prov
Tanggal spesimen diambil	Tanggal spesimen diambil	dd/mm/yy		Date1 : Taken Specimen
Tanggal spesimen diterima	Tanggal spesimen diterima lab	dd/mm/yy		Date2 : Lab receive specimen
Tipe Spesimen	Jenis pengambilan spesimen	Skin swab/urin/darah/vaginal swab/throat swab/feces/dahak/dll		Lab IT

#### Variabel Data (2)



Nama Variabel	Definisi Operasional	Jawaban	Sumber Data	Data Management Code
Order Dokter	Permintaan pemeriksaan dalam form lab	Pemeriksaan pathogen (bakteri/virus/parasite/jamur/rickettsia/toxin)	Lab IT	MD_order
ID Spesimen	Kode unik spesimen			ID_spesimen
Jenis Tes	Jenis tes yang dilakukan	RDT/mikroskopis/serologi/kultur/PCR/squensing		Test type
Tanggal Hasil	Tanggal spesimen selesai diperiksa	dd/mm/yy		Date3 : Lab Result
Hasil	Hasil tes	Positif/Negatif		Result
Quantitative	Nilai kuantitatif berdasar jenis pemeriksaan	CT/Viral Load		Quantitative value
Gejala Utama/ Diagnosis Differential	Gejala utama pasien		Rekam Medis	Main syndrome
	Diagnosis pada surveilans sindrom			Syndromic dx
Discharge *jika ada	Status akhir pasien	Sehat/Pulang paksa/meninggal		