

BAB 1: PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Lima tahun terakhir dunia kembali menghadapi peningkatan masalah kesehatan dengan munculnya berbagai penyakit menular yang termasuk dalam Kejadian Luar Biasa atau KLB. Salah satu kelompok penyakit yang menunjukkan peningkatan ialah Penyakit Yang Dapat Dicegah Dengan Imunisasi (PD3I) yaitu merupakan kelompok penyakit menular yang dapat dicegah secara efektif melalui pemberian imunisasi yang aman, bermutu, dan berkesinambungan.

Laporan bersama *World Health Organization* (WHO) dan *United Nations Children's Fund* (UNICEF) menunjukkan bahwa sejak tahun 2021 terjadi peningkatan signifikan *outbreak* atau KLB, terutama campak yang terjadi di lebih dari 100 negara, dengan estimasi lebih dari 10 juta kasus global pada tahun 2023, meningkat 20% dari tahun 2022. Hal ini terus terjadi hingga pada tahun 2024-2025 seiring dengan semakin intensifnya wabah di berbagai belahan dunia.⁽¹⁾

Data surveilans bulanan campak dan rubela yang dirilis oleh WHO menunjukkan bahwa dalam periode 1 Januari 2025 hingga 1 Januari 2026 terdapat 552.699 kasus suspek campak yang dilaporkan dari 179 negara anggota di enam wilayah WHO. Dari total tersebut, 247.623 kasus (44,8%) telah dikonfirmasi sebagai campak.^(2,3) Jumlah ini merupakan angka tertinggi yang tercatat dalam periode 12 bulan sejak tahun 2019. Kondisi ini dipicu oleh penurunan cakupan imunisasi rutin pascapandemi COVID-19 serta masih tingginya jumlah anak yang tidak mendapatkan imunisasi sama sekali (*zero-dose children*), yang pada tahun 2024 diperkirakan mencapai lebih dari 14 juta anak secara global.⁽¹⁾

Indonesia sebagai negara dengan populasi besar dan karakteristik geografis yang beragam juga menghadapi tantangan serupa. Dalam beberapa tahun terakhir, Indonesia melaporkan kembali terjadinya KLB PD3I, terutama campak. Kondisi ini mengindikasikan adanya kesenjangan cakupan imunisasi dan lemahnya deteksi dini di tingkat wilayah. WHO telah mengeluarkan data bahwa Indonesia berada pada urutan tertinggi kedua terbanyak memiliki kasus Campak yaitu 10.744 kasus di bawah Yaman yaitu 11.288 kasus (data Juli-Desember 2025).⁽⁴⁾

Peningkatan kejadian KLB juga terlihat pada tingkat nasional. Pada tahun 2023 tercatat 430 kejadian (naik 50% dari tahun 2022), dan pada 2024 meningkat lagi sebesar 92,4% menjadi 835 kejadian, sedangkan untuk tahun 2025, data SKDR menunjukkan telah terjadi 1517 KLB di seluruh Indonesia.⁽⁵⁾ Sumatera Barat pada tahun 2025 menunjukkan adanya 157 KLB dengan total 1179 kasus, diantaranya kasus PD3I berjumlah 106 KLB (451 Kasus) dan Campak/Suspek Campak sebanyak 51 KLB (382 Kasus). Untuk kota Padang sendiri pada tahun 2025 mengalami kejadian KLB paling banyak di antara seluruh kabupaten/kota di Provinsi Sumatera Barat yaitu 34 KLB dengan 21 KLB PD3I (61,7%) dan KLB campak sebanyak 11 KLB (32,3%).⁽⁶⁾

Campak merupakan penyakit infeksi virus sistemik yang memiliki tingkat penularan sangat tinggi dan menyebar melalui sekresi saluran pernapasan. Penularan umumnya terjadi melalui droplet saluran pernapasan pada individu yang berada dalam kontak dekat, namun juga dapat menyebar melalui partikel *aerosol* berukuran lebih kecil yang mampu bertahan di udara hingga sekitar dua jam setelah penderita meninggalkan suatu ruangan.⁽⁷⁾ Tingginya kemampuan penularan campak ditunjukkan oleh angka reproduksi dasar (R_0) yang mencapai 12–18, yang berarti satu individu terinfeksi secara teoritis dapat menularkan penyakit kepada 12–18 individu yang rentan. Angka tersebut jauh lebih tinggi dibandingkan beberapa penyakit menular lainnya seperti cacar dengan R_0 5–7 dan influenza dengan R_0 2–3^(8,9)

Selain tingkat penularannya yang tinggi, campak juga dapat menimbulkan berbagai komplikasi serius, termasuk gangguan neurologis seperti *acute disseminated encephalomyelitis* (ADEM), *measles inclusion body encephalitis* (MIBE), dan *subacute sclerosing panencephalitis* (SSPE), yang sebagian bersifat fatal. Beberapa komplikasi tersebut bahkan dapat muncul dalam jangka waktu lama setelah infeksi awal, sehingga meningkatkan beban penyakit secara keseluruhan.⁽¹⁰⁾ Secara global, campak termasuk dalam sepuluh besar penyebab kematian akibat penyakit menular, serta menjadi penyebab kematian kedua terbanyak pada anak di bawah

Pencegahan campak sangat bergantung pada terbentuknya kekebalan kelompok melalui cakupan imunisasi yang tinggi dan merata. Suatu wilayah

memerlukan tingkat perlindungan populasi yang tinggi untuk mengurangi jumlah individu yang rentan dan mencegah terjadinya penularan berkelanjutan. Namun, perlindungan imunisasi di Kota Padang masih belum merata. Pada tahun 2025, hanya terdapat 36 kelurahan (34,6%) yang mencapai status *Universal Child Immunization* (UCI), sedangkan target yang ditetapkan adalah 85%.⁽¹¹⁾ Kondisi tersebut menunjukkan adanya kesenjangan perlindungan imunologis antarwilayah yang berpotensi menyebabkan terbentuknya kantong populasi rentan terhadap penyakit yang dapat dicegah dengan imunisasi, termasuk campak.

Permasalahan tersebut menunjukkan bahwa kejadian campak tidak hanya perlu dilihat sebagai masalah pada tingkat individu, tetapi juga sebagai masalah pada tingkat populasi dan wilayah. Dalam perspektif epidemiologi ekologi, kejadian penyakit dapat dipengaruhi oleh karakteristik populasi, lingkungan, dan pelayanan kesehatan pada suatu wilayah. Pendekatan ekologi menggunakan wilayah sebagai unit analisis untuk melihat hubungan antara kejadian penyakit dengan karakteristik yang dimiliki oleh wilayah tersebut. Pendekatan ini relevan dalam menganalisis campak karena tingkat kerentanan suatu wilayah dapat dipengaruhi oleh cakupan imunisasi, kepadatan penduduk, kondisi lingkungan tempat tinggal, serta ketersediaan dan akses terhadap pelayanan kesehatan.

Konsep *triad epidemiology* menjelaskan bahwa terjadinya penyakit dipengaruhi oleh interaksi antara *host* (pejamu), *agent* (agen), dan *environment* (lingkungan). Pada campak, faktor *host* berkaitan dengan tingkat kekebalan individu maupun populasi, yang antara lain tercermin melalui cakupan imunisasi. Faktor *agent* berkaitan dengan karakteristik virus campak yang memiliki kemampuan penularan sangat tinggi. Sementara itu, faktor *environment* mencakup kondisi fisik dan sosial yang dapat memengaruhi proses penularan, seperti kepadatan penduduk, kondisi tempat tinggal, mobilitas penduduk, dan karakteristik lingkungan.⁽¹²⁾ Dengan demikian, kejadian campak pada suatu wilayah merupakan hasil interaksi berbagai faktor yang tidak hanya berasal dari individu, tetapi juga dari kondisi populasi dan lingkungan tempat individu tersebut berada.

Hal tersebut sejalan dengan teori H. L. Blum yang mengelompokkan determinan kesehatan menjadi faktor lingkungan, perilaku, pelayanan kesehatan, dan keturunan. Dalam konteks penyakit campak, beberapa determinan tersebut

dapat direpresentasikan pada tingkat wilayah. Pelayanan kesehatan dapat dilihat melalui rasio puskesmas terhadap jumlah penduduk yang menggambarkan ketersediaan pelayanan kesehatan. Faktor lingkungan dapat direpresentasikan melalui kepadatan penduduk dan cakupan keluarga yang memiliki rumah sehat, sedangkan pemanfaatan pelayanan kesehatan dapat tercermin dari karakteristik pelayanan kesehatan masyarakat. Berbagai karakteristik tersebut dapat berbeda antarwilayah dan pada akhirnya berpotensi menghasilkan perbedaan kejadian campak antarwilayah.⁽¹³⁾

Penelitian sebelumnya juga menunjukkan adanya hubungan antara karakteristik individu maupun wilayah dengan kejadian campak. Penelitian di Kota Pontianak tahun 2023 menunjukkan bahwa status imunisasi dan pemberian ASI merupakan faktor yang berhubungan dengan kejadian campak pada anak.⁽¹⁴⁾ Meta-analisis tahun 2023 menunjukkan bahwa kepadatan penduduk merupakan salah satu faktor yang berperan dalam penyebaran campak pada anak di wilayah perkotaan Indonesia. Proporsi kasus campak lebih tinggi pada wilayah dengan kepadatan hunian yang tinggi, dengan risiko transmisi yang meningkat akibat intensitas kontak yang lebih tinggi dan kondisi ventilasi yang kurang memadai.⁽¹⁵⁾ Penelitian tahun 2025 yang dilakukan oleh Asty di Bengkulu juga menunjukkan bahwa cakupan imunisasi, kepadatan penduduk, akses fasilitas kesehatan, dan jarak ke fasilitas kesehatan berpengaruh terhadap kejadian campak.⁽¹⁶⁾

Temuan tersebut memperlihatkan bahwa karakteristik wilayah berpotensi menjelaskan perbedaan kejadian campak antarwilayah. Kota Padang memiliki kondisi geografis dan karakteristik kependudukan yang tidak homogen. Setiap kecamatan memiliki jumlah penduduk, tingkat kepadatan, cakupan imunisasi, kondisi rumah sehat, serta ketersediaan pelayanan kesehatan yang berbeda. Perbedaan karakteristik tersebut dapat menghasilkan tingkat kerentanan dan kejadian campak yang berbeda antarwilayah. Oleh karena itu, analisis pada tingkat wilayah diperlukan untuk mengetahui apakah variasi karakteristik ekologis tersebut berkaitan dengan variasi kejadian campak di Kota Padang.

Selain adanya perbedaan karakteristik antarwilayah, penyakit menular seperti campak memiliki potensi keterkaitan geografis karena penularannya dapat dipengaruhi oleh mobilitas penduduk, kedekatan wilayah, dan interaksi sosial yang

melintasi batas administrasi. Suatu wilayah tidak berdiri sendiri, sehingga kondisi epidemiologis suatu wilayah secara teoritis dapat berkaitan dengan wilayah di sekitarnya. Wilayah dengan cakupan imunisasi rendah yang berdekatan dengan wilayah lain dengan tingkat kerentanan tinggi, misalnya, secara teoritis dapat memiliki peluang penularan yang lebih besar dibandingkan wilayah yang memiliki perlindungan populasi lebih baik. Demikian pula, wilayah dengan jumlah kasus rendah belum tentu memiliki risiko yang rendah apabila berada di sekitar wilayah dengan kejadian yang tinggi. Oleh karena itu, kemungkinan adanya keterkaitan antarwilayah perlu diuji secara empiris, bukan diasumsikan sejak awal.

Epidemiologi modern makin banyak menggunakan analisis spasial untuk memahami kenapa penyakit menular tidak tersebar merata antarwilayah. Salah satu pemanfaatan Sistem Informasi Geografis (SIG) dalam bidang kesehatan adalah untuk menyajikan data spasial yang mampu menggambarkan kondisi kesehatan suatu wilayah secara visual dan mudah dipahami. SIG dapat digunakan untuk melihat sebaran kasus penyakit, pola penyebarannya antarwilayah, satuan wilayah terdampak, serta ketersediaan tenaga kesehatan, layanan kesehatan, dan fasilitas penunjang lainnya. Melalui pemetaan penyakit, informasi mengenai lokasi kasus dan jumlah kejadian dapat diperoleh dengan lebih cepat dan jelas, sehingga mendukung analisis situasi dan pengambilan keputusan dalam upaya pengendalian penyakit.⁽¹⁷⁾

Banyak penelitian menunjukkan bahwa penyakit menular cenderung membentuk klaster geografis, bukan muncul secara acak. Risiko suatu wilayah bukan hanya ditentukan oleh kondisi internal, tetapi juga dipengaruhi oleh wilayah di sekitarnya (*spatial dependence*). Pola seperti ini sulit ditangkap dengan analisis statistik biasa.⁽¹⁸⁾ Jika unsur spasial diabaikan, gambaran risiko bisa meleset dan strategi pengendalian penyakit menjadi kurang tepat sasaran. Contohnya, analisis *spatio-temporal* tuberkulosis di Tiongkok menemukan adanya klaster geografis yang persisten dan menunjukkan bahwa komponen autoregresif (kasus sebelumnya di wilayah yang sama) menjadi pendorong utama insidens selama lebih dari satu dekade.⁽¹⁹⁾

Pada penyakit respiratori seperti campak, kemungkinan keterkaitan antarwilayah menjadi relevan karena penularan dapat berlangsung melalui kontak

dan mobilitas penduduk. Teknik autokorelasi spasial seperti *Moran ' s I* dan *Local Indicators of Spatial Association* (LISA) dapat digunakan untuk menguji apakah distribusi kasus membentuk pola spasial tertentu, termasuk pengelompokan wilayah dengan kasus tinggi maupun rendah. Penelitian di Jawa Timur, misalnya, menggunakan analisis spasial untuk memodelkan kejadian campak berdasarkan cakupan imunisasi dan faktor terkait lainnya serta mengidentifikasi wilayah yang memiliki tingkat kerentanan berbeda.⁽¹⁸⁾ Namun, analisis *Moran ' s I* dan LISA pada dasarnya digunakan untuk menggambarkan pola dan asosiasi spasial, sehingga belum dapat menjelaskan secara langsung hubungan antara karakteristik wilayah dengan kejadian campak setelah mempertimbangkan ketergantungan antarwilayah.

Oleh karena itu, diperlukan tahapan analisis yang tidak hanya menggambarkan distribusi kasus, tetapi juga menguji keberadaan autokorelasi spasial dan selanjutnya mengevaluasi hubungan antara determinan wilayah dengan kejadian campak dengan mempertimbangkan kemungkinan ketergantungan spasial. Pemodelan autoregresif seperti *Spatial Autoregressive Model* (SAR), *Spatial Error Model* (SEM), *Conditional Autoregressive* (CAR), dan model *spatio-temporal Bayesian* dikembangkan untuk memasukkan struktur spasial ke dalam model. Model tersebut memungkinkan analisis hubungan antara variabel penjelas dan kejadian penyakit dengan mempertimbangkan informasi dari wilayah lain yang secara geografis saling berkaitan.⁽²⁰⁾ Penelitian Tuti Purwaningsih tahun 2018 menunjukkan bahwa kasus campak di Indonesia tidak tersebar secara acak, tetapi membentuk klaster antarwilayah yang bertetangga. Hasil penelitian menunjukkan adanya ketergantungan spasial, yaitu jumlah kasus campak di suatu wilayah dipengaruhi oleh kondisi wilayah sekitarnya. Selain itu, model SEM terbukti lebih baik dibandingkan *Spatial Lag Model* (SLM), yang menunjukkan bahwa faktor-faktor lain yang tidak teramati namun memiliki hubungan spasial turut memengaruhi variasi kasus campak.⁽²¹⁾ Temuan ini menunjukkan pentingnya mempertimbangkan hubungan antarwilayah dalam analisis penyakit menular seperti campak.

Kota Padang telah melakukan berbagai upaya pencegahan dan penanggulangan campak melalui konfirmasi kasus suspek, penyelidikan epidemiologi, pengambilan sampel, pemberian Vitamin A, serta pelacakan kontak

erat untuk mencegah penyebaran lebih lanjut. Selain itu, pada tahun 2025 terdapat 13 puskesmas yang melaksanakan ORI (*Outbreak Response Immunization*) campak. Namun, seluruh puskesmas tersebut belum mencapai target cakupan ORI sebesar 95%. Capaian tertinggi diperoleh Puskesmas Pegambiran sebesar 52,6%, sedangkan terendah Puskesmas Lubuk Buaya sebesar 2,3%.⁽¹¹⁾ Perbedaan capaian tersebut menunjukkan bahwa intervensi pengendalian campak juga belum merata antarwilayah. Kondisi ini memperlihatkan bahwa permasalahan campak di Kota Padang bukan hanya berkaitan dengan jumlah kasus, tetapi juga dengan ketidakmerataan perlindungan populasi dan capaian intervensi antarwilayah.

Di Indonesia, pemanfaatan analisis spasial dan pemodelan autoregresif untuk campak di tingkat daerah masih terbatas dan umumnya hanya bersifat deskriptif atau non-spasial, sehingga belum mampu menggambarkan dinamika penyebaran penyakit secara menyeluruh.^(22–25) Padahal, pendekatan spasial dapat membantu mengidentifikasi pola sebaran kasus, hubungan antarwilayah, serta ketidakmerataan cakupan imunisasi untuk mendukung intervensi yang lebih tepat sasaran. Hingga saat ini juga hanya sedikit ditemukan penelitian yang mengkaji pola spasial, pemodelan autoregresif dan faktor yang memengaruhi kasus campak secara terpadu di Kota Padang tahun 2022–2025. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk menganalisis pola spasial kasus campak serta faktor-faktor yang memengaruhinya di Kota Padang tahun 2022–2025 menggunakan analisis spasial dan pemodelan autoregresif. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran distribusi risiko campak dan menjadi dasar rekomendasi kebijakan pengendalian penyakit yang lebih efektif dan berbasis wilayah.

1.2 Rumusan Masalah

Capaian imunisasi dasar di Kota Padang tahun 2025 masih berada di bawah target nasional, sementara kasus campak masih ditemukan dan menimbulkan kejadian luar biasa (KLB). Distribusi kasus campak diduga tidak merata antarwilayah dan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti status imunisasi, kepadatan penduduk, cakupan rumah sehat, rasio puskesmas. Namun, kajian mengenai campak di Indonesia masih didominasi oleh analisis deskriptif dan nonspasial, sehingga belum mampu menggambarkan keterkaitan antarwilayah maupun pengaruh faktor determinan dengan mempertimbangkan ketergantungan

spasial. Selain itu, hingga saat ini belum ditemukan penelitian yang menganalisis pola spasial dan pemodelan autoregresif determinan kasus campak di Kota Padang tahun 2022–2025. Oleh karena itu, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: “BAGAIMANA ANALISIS SPASIAL DAN PEMODELAN AUTOREGRESIF DETERMINAN KASUS CAMPAK DI KOTA PADANG TAHUN 2022–2025?”

1.3 Tujuan

1.3.1. Tujuan Umum

Menganalisis pola spasial dan determinan Kasus Campak di Kota Padang tahun 2022-2025 menggunakan pendekatan analisis spasial dan pemodelan autoregresif.

1.3.2. Tujuan Khusus

- a. Mengetahui distribusi kasus Campak di Kota Padang tahun 2022-2025.
- b. Mengetahui distribusi determinan kasus Campak di Kota Padang tahun 2022-2025.
- c. Mengetahui autokorelasi spasial kasus Campak antar wilayah di Kota Padang tahun 2022-2025.
- d. Mengetahui pola pengelompokan spasial (*hotspot* dan *coldspot*) kasus Campak berdasarkan kecamatan di kota Padang tahun 2022-2025.
- e. Mengetahui model spasial autoregresif yang paling sesuai (SAR, SEM, atau SAC) dalam menjelaskan variasi kasus campak antar kecamatan di kota Padang tahun 2022-2025.
- f. Mengetahui estimasi besarnya hubungan faktor-faktor determinan terhadap kasus campak menggunakan model autoregresif spasial terpilih.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat menambah khazanah keilmuan di bidang epidemiologi dan kesehatan masyarakat, khususnya terkait penerapan analisis spasial dan pemodelan *autoregressive* dalam mengkaji kejadian PD3I terutama Campak yang sudah termasuk dalam KLB.

Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat menjadi referensi ilmiah dalam pengembangan model analisis spasial untuk memahami pola penyebaran penyakit menular berbasis wilayah serta hubungan antarwilayah (*dependensi spasial*).

1.4.2. Manfaat Praktis

a. Bagi Dinas Kesehatan Kota Padang

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan dan pengambilan keputusan terkait pencegahan dan pengendalian kejadian PD3I terutama campak, khususnya dalam penentuan wilayah prioritas berdasarkan pola spasial kejadian dan faktor determinannya.

b. Bagi Fasilitas Pelayanan Kesehatan

Penelitian ini dapat memberikan gambaran wilayah kerja dengan risiko kasus Campak yang lebih tinggi, sehingga dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan cakupan imunisasi, kewaspadaan dini, serta penguatan kegiatan surveilans epidemiologi

c. Bagi Peneliti Selanjutnya

Penelitian ini dapat menjadi rujukan metodologis bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan analisis spasial penyakit menular, khususnya dalam penggunaan model autoregresif pada skala wilayah administratif.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis distribusi spasial dan determinan yang berhubungan dengan kasus campak di Padang tahun 2022–2025 menggunakan pendekatan analisis spasial dan pemodelan autoregresif. Penelitian memanfaatkan data sekunder yang bersumber dari Dinas Kesehatan Kota Padang, Badan Pusat Statistik Kota Padang, serta sumber data pendukung lainnya. Unit analisis spasial yang digunakan adalah 11 kecamatan di Kota Padang. Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi analisis deskriptif, analisis autokorelasi spasial menggunakan *Moran's I*, identifikasi klaster spasial menggunakan *Local Indicator of Spatial Association* (LISA), serta analisis regresi spasial menggunakan model *Spatial Autoregressive* seperti *Spatial Autoregressive Model* (SAR), *Spatial Error Model* (SEM), dan *Spatial Autocorrelation Combined* (SAC).