

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masalah kesehatan di negara berkembang menjadi masalah, meskipun berbagai upaya telah dilakukan akan tetapi belum cukup untuk mencapai status bebas (Rukiko dkk., 2023). Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang memiliki banyak masalah kesehatan, salah satunya adalah stunting (Nadhiroh, 2024). Stunting adalah gangguan pertumbuhan linier pada balita yang berada di bawah rata-rata Standar Pertumbuhan Anak atau di bawah median panjang badan menurut umur dan tinggi badan (de Onis & Branca, 2019). Studi Status Gizi Indonesia pada tahun 2022 menunjukkan bahwa angka stunting nasional adalah 21,65 (Kemenkes, 2023). Meskipun angka tersebut mengalami penurunan dibandingkan tahun 2021, yaitu 24,4%, namun penurunan tersebut belum cukup untuk mencapai target nasional, yaitu di bawah 14% (Kementerian Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Republik Indonesia Tahun 2022).

Stunting dapat berdampak negatif pada anak-anak di masa depan, termasuk dampak jangka pendek dan jangka panjang (Purnama dkk., 2022). Selain menyebabkan anak menjadi pendek dan rentan terhadap penyakit, kondisi ini juga dapat memengaruhi perkembangan kognitif atau intelektual anak (Ekholuenetale dkk., 2020). Anak dengan stunting cenderung memiliki kemampuan intelektual yang rendah, yang akan mempengaruhi daya saing bangsa di masa depan. Hingga awal tahun 2023, berbagai pihak telah berupaya untuk mencapai target penurunan angka stunting di bawah 14% pada tahun 2022 (Khasanah dkk., 2022). Intervensi tersebut mulai dari perbaikan sistem pencatatan kasus stunting hingga fokus pada ibu hamil dan anak pada 1000 hari pertama kehidupan dengan memberikan intervensi gizi yang spesifik dan sensitif (Candriasih dkk., 2021). Namun, penurunan jumlah kasus stunting saat ini masih belum memenuhi harapan. Oleh karena itu, masih diperlukan upaya serius dari seluruh komponen atau sektor untuk mengatasi masalah terkait stunting di Indonesia.

Masalah kesehatan terkait stunting merupakan permasalahan yang terus terjadi di Indonesia juga terjadi di Kabupaten Merauke, Provinsi Papua Selatan. Persentase balita stunting di Kabupaten Merauke berdasarkan laporan SSGI tahun 2022, prevalensi stunting pada balita dari 29,55% naik menjadi 34,6% pada tahun 2021. Sementara angka prevalensi stunting beberapa tahun terakhir di Kabupaten Merauke mengalami peningkatan perkecamatan. Survey awal yang dilakukan peneliti terhadap Dinas Kesehatan Kabupaten Merauke pada akhir tahun 2023 terkait kasus stunting masyarakat Merauke menunjukkan bahwa banyak faktor penyebab terjadinya stunting diantaranya pengetahuan ibu hamil yang minim terkait asupan gizi pada saat hamil dan pasca kehamilan, ASI eksklusif, jarak kelahiran pada anak, faktor kesehatan lingkungan seperti kebersihan air dan asupan makanan, status ekonomi sosial, pendidikan orang tua dan lain-lain. Hal ini

sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Danso & Appiah (2023) faktor penyebab stunting meliputi status pekerjaan orang tua, jumlah anak dalam rumah tangga, usia anak, jarak kelahiran, pemberian ASI eksklusif, tingkat pendidikan orang tua, usia anak, nafsu makan yang buruk, status imunisasi anak, dan diare berulang. Fenomena ini didukung oleh penelitian oleh Ronald dkk (2023) yang menyatakan bahwa masalah stunting pada balita merupakan masalah aktual di Kabupaten Merauke yang disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya yakni dukungan keluarga, budaya, asupan makanan yang tidak adekuat, pemberian ASI eksklusif tidak sesuai ketentuan, tingkat pendidikan orang tua, pelayanan kesehatan, status prekonomian keluarga serta infeksi yang diderita balita.

Banyak penelitian terkait stunting yang telah dilakukan di Indonesia, termasuk di Kabupaten Merauke, Provinsi Papua Selatan. Namun, beberapa penelitian hanya berfokus pada faktor-faktor yang memengaruhi stunting dan pencegahannya secara umum. Sebagai contoh, penelitian yang dilakukan oleh Riba (2022) memberikan informasi mengenai faktor-faktor yang berhubungan dengan risiko stunting di Distrik Tanah Miring, Kabupaten Merauke. Beberapa faktor tersebut antara lain pendapatan keluarga, sanitasi, berat badan lahir rendah, ASI, imunisasi, dan penyakit infeksi. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Prasetya (2024) menemukan bahwa pencegahan stunting di Kabupaten Merauke dapat dilakukan dengan cara Badan Penyelenggara Jaminan Sosial Kesehatan memberikan pelayanan kesehatan yang berkualitas bagi anak-anak yang rentan mengalami stunting dan meningkatkan kesadaran masyarakat tentang gizi seimbang dan menerapkan pola hidup sehat. Di sisi lain, penelitian terkait analisis spasial pada kasus stunting pernah dilakukan oleh Eryando (2022). Penelitian tersebut hanya berfokus pada dimensi spasial dan mengidentifikasi faktor risiko yang mempengaruhi stunting pada kluster yang terbentuk dengan menggunakan analisis spasial autoregressive (SAR) (Eryando, 2022). Penelitian terkait kasus stunting di Kabupaten Merauke, Provinsi Papua Selatan belum pernah dilakukan dengan menggunakan pendekatan analisis spasial temporal dan fast Fourier transform. Dengan demikian, penelitian ini merupakan penelitian pertama yang dilakukan di Kabupaten Merauke, Indonesia, khususnya di daerah terpencil yang menghadapi banyak tantangan dalam kehidupan sehari-hari.

Tinggi rendahnya risiko kejadian penyakit stunting dapat dianalisis dari aspek lokasi dan waktu dengan menggunakan pendekatan spasial temporal. Analisis spasial temporal umumnya dapat dilakukan dengan menganalisis data sekunder. Dengan demikian, analisis ini dapat mengidentifikasi kelompok kasus stunting dan wilayah berisiko tinggi yang dapat membantu perencanaan program pengendalian kasus stunting (Kulldorff, 2009). Selain itu, risiko relatif penyakit di suatu wilayah dalam kelompok yang telah ditetapkan dapat diestimasi dengan membandingkannya dengan wilayah di luar kelompok yang telah ditetapkan (Rao, 2017).

Fast Fourier Transform (FFT) adalah pendekatan matematika yang kuat untuk melakukan analisis sinyal dalam domain frekuensi (Henry, 2023). Penggunaan FFT

pada data balita stunting mungkin terdengar tidak biasa, tetapi sebenarnya memiliki potensi yang menarik untuk menggali informasi lebih dalam. Data deret waktu jangka panjang biasanya memiliki pola yang meningkat atau menurun. Pola data riil sangat sulit untuk mendeteksi pola periodik pada kasus stunting sehingga analisis fast Fourier transform dilakukan dengan menghitung amplitudo atau spektrum. Fast Fourier transform memungkinkan kita untuk mengubah sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi, sehingga memungkinkan analisis yang lebih baik terhadap karakteristik periodik pada kasus stunting. Selain itu, dari segi efisiensi komputasi, fast Fourier transform sangat cepat dan efisien (Li, 2024), terutama untuk data dengan ukuran yang besar.

Analisis dan evaluasi pola spasial-temporal di kabupaten merauke pada kasus stunting sangat penting dilakukan untuk pengendalian dan eliminasi kasus stunting. Melalui pendekatan analisis temporal dan Fast Fourier Transform, domain waktu yang signifikan dari stunting dapat diidentifikasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki kluster stunting di kabupaten Merauke berdasarkan lokasi atau area dan menyelidiki pola temporal kejadian stunting menggunakan pendekatan analisis temporal dan fast Fourier transform selama enam tahun terakhir (2018-2023). Berdasarkan hal tersebut, penulis tertarik melakukan penelitian dengan judul Implementasi Analisis Pemindaian Kulldorff dan *Fast Fourier Transform* untuk Mendeteksi Kluster Stunting di Kabupaten Merauke, Papua Selatan, Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan, rumusan masalah yang diteliti adalah bagaimana pola kluster kejadian stunting di Kabupaten Merauke menggunakan metode pemindaian *kulldorf* dan metode FFT? Bagaimana analisis kejadian stunting berdasarkan metode pemindaian *kulldorf* dan FFT di Kabupaten Merauke?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pola kluster kejadian stunting di Kabupaten Merauke menggunakan metode pemindaian *kulldorf* dan metode FFT serta membuat analisis kejadian stunting di Kabupaten Merauke menggunakan metode pemindaian Kulldorff dan FFT.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini adalah :

- Dapat mengetahui kelompok kasus stunting berdasarkan spatio temporal di Kabupaten Merauke.
- Sebagai bahan refleksi atau masukan kepada petugas kesehatan Kabupaten Merauke agar dapat memilih strategi penanganan stunting berdasarkan tinggi

rendahnya kasus stunting yang terjadi di Kabupaten Merauke berdasarkan lokasi dan waktu.

- Penulis dapat menambah pengetahuan mengenai pengelompokan data, khususnya metode analisis pemindaian kulldorf dan penerapannya dalam penelitian di bidang kesehatan.

1.5 Batasan Masalah

Adapun masalah dalam penelitian ini dibatasi oleh hal-hal berikut:

- Penelitian dilakukan di Kabupaten Merauke Provinsi Papua Selatan yang terdiri dari 20 Kecamatan pada 25 Puskesmas. Data yang diperoleh dari Kantor Dinas Kesehatan Kabupaten Merauke Provinsi Papua Selatan dari tahun 2018 hingga 2023.
- Analisis statistik yang digunakan yakni analisis pemindaian *Kulldorff* pola spatio temporal.
- Program *software* dalam penelitian ini menggunakan SatScan.

1.6 Landasan Teori

1.6.1 Stunting

Stunting merupakan masalah kesehatan global dan mempengaruhi satu atau lebih dari anak-anak berusia di bawah lima tahun. Anak-anak di bawah lima tahun adalah kelompok yang paling rentan terhadap stunting. Kasus ini terus meningkat secara substansial karena kendala dalam mengakses nutrisi, pola makan, dan layanan gizi penting lainnya. Lebih dari setengah dari anak stunting berusia di bawah lima tahun secara global (sekitar 55%) berasal dari negara-negara Asia. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), Indonesia menempati posisi ketiga prevalensi stunting tertinggi ketiga di Asia Tenggara (Atamou dkk., 2023).

Stunting adalah masalah kurang gizi kronis yang disebabkan oleh asupan gizi yang kurang dalam waktu cukup lama akibat pemberian makanan yang tidak sesuai dengan kebutuhan gizi (Rahmadhita, 2020). Stunting dapat terjadi mulai janin masih dalam kandungan dan baru nampak saat anak berusia dua tahun (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2018). Lebih lanjut menurut (de Onis & Branca, 2019) stunting adalah gangguan pertumbuhan linier pada balita yang berada di bawah rata-rata Standar Pertumbuhan Anak atau di bawah dari median panjang badan menurut usia/tinggi badan menurut usia menurut Standar Pertumbuhan Anak dari Badan Kesehatan Dunia (WHO). Ditegaskan oleh (Benjamin-Chung dkk., 2023) bahwa stunting merupakan kasus kurang gizi kronis terbesar di Asia dengan gangguan pertumbuhan yang mengalami pertumbuhan di bawah standar untuk usia anak di bawah lima tahun dan tinggi anak.

Dari beberapa pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa stunting adalah permasalahan kesehatan yang terjadi pada usia rentan anak-anak di bawah lima tahun dengan gangguan pertumbuhan yang menyebabkan anak tumbuh di bawah

rata-rata Standar Pertumbuhan Anak.

1.6.2 Penyebab Stunting

Penyebab stunting dilihat dari faktor internal dan eksternal (Esha dkk., 2023), faktor internal disebabkan oleh kurangnya asupan gizi selama masa kehamilan, anemia saat bayi lahir, berat badan bayi terlalu rendah, serta cacat bawaan janin. Sedangkan faktor eksternal disebabkan oleh kondisi lingkungan yang kotor, prekonomian keluarga yang minim, sanitasi kurang baik, serta minimnya akses terhadap makanan bergizi. Penyebab stunting menurut (Ronald dkk., 2023) yakni interaksi dari beberapa faktor diantaranya asupan makanan yang tidak adekuat, pemberian ASI yang tidak eksklusif, penyakit infeksi yang diderita balita, pola pengasuhan dan dukungan keluarga, pelayanan kesehatan, jumlah anggota keluarga, tingkat pendidikan ibu, persepsi ibu terkait gizi, sosial ekonomi yang rendah dan budaya. Lebih lanjut (Fonseka dkk., 2022) penyebab terjadinya kasus stunting yakni usia pernikahan dan kehamilan dini, Inisiasi Menyusui Dini (IMD), sumber air minum dan pengaruh dukungan keluarga. Selain itu, stunting bisa terjadi disebabkan oleh faktor akses layanan kesehatan pada beberapa tempat serta penanganan kasus stunting yang belum ditangani sesuai kebutuhan permasalahan dalam suatu wilayah (Retnaningsih dkk., 2024).

Selain faktor penyebab terjadinya stunting, balita yang terkena kasus stunting dapat dilihat pada ciri-cirinya. Adapun ciri-ciri dari stunting yaitu tinggi badan pendek dan berat badan rendah (Sutopo & W, 2021). Balita dengan tinggi badan pendek biasanya memiliki tinggi badan yang lebih pendek dari anak – anak seumurannya. Pertumbuhan linear akibat defisit gizi yang kronis. Balita dengan berat badan rendah, memiliki berat badan yang lebih rendah dibandingkan dengan berat normal anak seusianya. Hal ini disebabkan juga oleh defisit gizi yang kronis.

Dari beberapa penyebab dan ciri-ciri yang telah dipaparkan sebelumnya, balita dikatakan stunting merujuk pada tabel standar tinggi badan anak perumur menurut WHO 2019. Terdapat perbedaan ukuran pada balita berjenis kelamin perempuan maupun laki-laki (Ponum dkk., 2020). Akan tetapi, secara umum balita dapat dikatakan stunting jika tinggi badan di bawah rata-rata Standar Pertumbuhan Anak atau di bawah dari median panjang badan menurut usia. Tabel Standar Pertumbuhan Tinggi Anak dapat dilihat pada lampiran 2 dan 3.

1.6.3 Space-Time Scan Statistic

Kinetika Space time scan statistics merupakan metode yang dikembangkan oleh Kulldorff Tahun 1997 yang berdasar pada dimensi ruang untuk mengidentifikasi suatu kejadian yang tersebar merata di setiap area atau mengalami pengelompokan di suatu area tertentu berdasarkan waktu dan signifikan secara statistik. Definisi lain menyatakan bahwa spatial scan statistics merupakan metode yang mempertimbangkan unsur spasial dalam mengidentifikasi kelompok kejadian yang memiliki risiko tinggi maupun rendah dari suatu kejadian,

serta menguji proporsi suatu daerah terhadap daerah yang lain (Camiña dkk., 2022). Most Likely didefinisikan sebagai sesuatu yang tidak biasa, penyimpangan, perjangkitan suatu penyakit, gerombol yang tinggi atau disebut juga wilayah kritis (Anjali & Kumar, 2024). Penentuan Most Likely pada spatial scan statistics berdasar pada uji rasio kemungkinan (log likelihood ratio/LLR) yang paling besar. Untuk mendeteksi kluster maka dibutuhkan data populasi terkait informasi dari setiap wilayah yang menjadi objek kajian. Prinsip pengujian hipotesis digunakan untuk mendeteksi adanya kluster. Secara umum, tahapan yang digunakan untuk menentukan Most Likely dalam pengujian statistik spasial temporal, yaitu:

- Menentukan daerah yang diteliti.
- Menentukan nilai data temporal yang digunakan.
- Menentukan data spasial untuk setiap lokasi.
- Membentuk hipotesis H_0 dan H_1 untuk peluang dari data yang digunakan. Hipotesisnya yaitu:

H_0 : Tidak ada pengelompokan kejadian stunting

H_1 : Ada pengelompokan kejadian stunting

- Menghitung log likelihood ratio (LLR) berdasarkan H_0 dan H_1 . LLR merupakan rasio dari fungsi kemungkinan yang mengasumsikan H_1 benar dibandingkan dengan kemungkinan yang mengasumsikan pada H_0 benar.
- Mencari daerah yang potensial. Daerah potensial merupakan pemindaian dengan likelihood tertinggi.

Space-time scan statistics yang pada dasarnya merupakan metode yang berdasar pada distribusi Poisson. Fungsi likelihood untuk model Poisson digunakan untuk membandingkan jumlah kasus di dalam dan di luar silinder atau kalster (Kulldorff, 1997). Model untuk distribusi poisson dijelaskan pada persamaan berikut :

$$p(x) = \frac{e^{-\mu} \mu^x}{x!} \quad (1)$$

Keterangan :

$p(x)$ = nilai probabilitas distribusi poisson

x = jumlah kasus

e = bilangan natural (2,71828)

μ = nilai rata-rata

Nilai statistik uji diperlukan dalam mendeteksi pembentukan kluster yang berdasar pada H_0 dan H_1 . Fungsi likelihood berdistribusi poisson juga mengukur seberapa baik kluster yang telah terbentuk berdasarkan data yang diamati. Pembentukan kluster dianggap baik apabila nilai fungsi likelihood maksimal. Artinya, nilai likelihood memberikan probabilitas tinggi terbentuknya suatu kluster. Fungsi likelihood berdistribusi Poisson untuk model space time scan statistics sebagai berikut:

$$\frac{e^{-p\mu(z)-q(\mu(G)-\mu(z))} [p\mu(z) + q(\mu(G) - \mu(z))]^{n_G}}{n_G!} \quad (2)$$

Keterangan:

$\ln(L)$ = logaritma murni fungsi likelihood

n_G = jumlah populasi pada daerah pengamatan

n_z = jumlah populasi di dalam kluster

μ_G = rata-rata kejadian stunting pada daerah pengamatan

μ_z = rata-rata kejadian stunting di dalam kluster

p = probabilitas kejadian dalam kluster

q = probabilitas kejadian diluar kluster

Diberikan suatu titik $f(x)$ yang merupakan titik tertentu yang diamati di lokasi Z adalah

$$\begin{cases} \frac{p\mu(x)}{p\mu(z) + q(\mu(G) - \mu(z))} & \text{jika } x \in Z \\ \frac{q\mu(x)}{p\mu(z) + q(\mu(G) - \mu(z))} & \text{jika } x \notin Z \end{cases}$$

Sehingga, fungsi likelihood pada Persamaan (2) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} L(Z, p, q) &= \frac{e^{-p\mu(z)-q(\mu(G)-\mu(z))} [p\mu(z) + q(\mu(G) - \mu(z))]^{n_G}}{n_G!} \\ &\times \prod_{i=1}^{n_z} \frac{p\mu(x_i)}{p\mu(z) + q(\mu(G) - \mu(z))} \times \prod_{i=1}^{n_G-n_z} \frac{q\mu(x_i)}{p\mu(z) + q(\mu(G) - \mu(z))}, \\ &= \frac{e^{-p\mu(z)-q(\mu(G)-\mu(z))} [p\mu(z) + q(\mu(G) - \mu(z))]^{n_G}}{n_G!} \\ &\times \prod_{i=1}^{n_z} \mu(x_i) \frac{p^{n_z}}{p\mu(z) + q(\mu(G) - \mu(z))^{n_z}} \\ &\times \prod_{i=1}^{n_G-n_z} \mu(x_i) \frac{q^{(n_G-n_z)}}{p\mu(z) + q(\mu(G) - \mu(z))^{(n_G-n_z)}}, \\ &= \frac{e^{-p\mu(z)-q(\mu(G)-\mu(z))} [p\mu(z) + q(\mu(G) - \mu(z))]^{n_G}}{n_G!} \\ &\times \left(\frac{p^{n_z} \cdot q^{(n_G-n_z)}}{p\mu(z) + q(\mu(G) - \mu(z))^{n_z} \cdot p\mu(z) + q(\mu(G) - \mu(z))^{(n_G-n_z)}} \right) \prod_{i=1}^{n_G} \mu(x_i), \\ &= \frac{e^{-p\mu(z)-q(\mu(G)-\mu(z))}}{n_G!} p^{n_z} q^{(n_G-n_z)} \prod_{i=1}^{n_G} \mu(x_i). \end{aligned} \quad (3)$$

Memaksimumkan fungsi likelihood berdasarkan Persamaan (3).

$$\ln(L) = \ln \left[\frac{e^{-p\mu(z)-q(\mu(G)-\mu(z))}}{n_G!} p^{n_z} q^{(n_G-n_z)} \prod_{i=1} \mu(x_i) \right].$$

Persamaan (3) dapat ditulis dalam bentuk

$$\ln(L) = \ln[e^{-p\mu(z)-q(\mu(G)-\mu(z))}] + \ln[p^{n_z}] + \ln[q^{(n_G-n_z)}] + \ln \left[\prod_{i=1} \mu(x_i) \right] - \ln[n_G!].$$

Fungsi likelihood berdasarkan H_0 (L_0) benar diperoleh apabila $p = q$ yakni, rata-rata jumlah kejadian stunting dalam kelompok yang terbentuk sama dengan jumlah kejadian stunting di luar kelompok yang terbentuk. Fungsi likelihood yang memaksimumkan nilai p dan q pada Persamaan (3) berdasarkan H_0 bernilai benar, sehingga persamaan (3) menjadi

$$L_0 = \frac{e^{-p\mu(z)-p(\mu(G)-\mu(z))}}{n_G!} p^{n_z} p^{(n_G-n_z)} \prod_{i=1} \mu(x_i), \quad (4)$$

$$\ln(L_0) = \ln \left[\frac{e^{-p\mu(z)-p(\mu(G)-\mu(z))}}{n_G!} p^{n_z} p^{(n_G-n_z)} \prod_{i=1} \mu(x_i) \right],$$

$$\ln(L_0) = \ln[e^{-p\mu(z)-p(\mu(G)-\mu(z))}] + \ln[p^{n_z}] + \ln[p^{(n_G-n_z)}] + \ln \left[\prod_{i=1} \mu(x_i) \right] - \ln[n_G!],$$

$$\ln(L_0) = [-p\mu(z) - p(\mu(G) - \mu(z))] + n_z \ln[p] + (n_G - n_z) \ln[p] + \ln \left[\prod_{i=1} \mu(x_i) \right] - \ln[n_G!],$$

$$\ln(L_0) = [-p\mu(z) - p\mu(G) + p\mu(z)] + n_z \ln[p] + (n_G - n_z) \ln[p] + \ln \left[\prod_{i=1} \mu(x_i) \right] - \ln[n_G!],$$

$$\ln(L_0) = -p\mu(G) + n_z \ln[p] + (n_G - n_z) \ln[p] + \ln \left[\prod_{i=1} \mu(x_i) \right] - \ln[n_G!],$$

$$\ln(L_0) = -p\mu(G) + n_G \ln[p] + \ln \left[\prod_{i=1} \mu(x_i) \right] - \ln[n_G!]. \quad (5)$$

Mencari turunan pada Persamaan (5) terhadap p diperoleh nilai maksimum dari p , sehingga persamaan menjadi

$$\frac{\partial \ln(L_0)}{\partial p} = -\mu(G) + \frac{n_G}{p} + 0 - 0$$

$$\frac{n_G}{p} = \mu(G)$$

$$p = \frac{n_G}{\mu(G)}$$

Substitusi nilai p dari Persamaan (6) kedalam Persamaan (4) sehingga membentuk persamaan berikut

$$L_0 = \frac{e^{-p\mu(z)-p(\mu(G)-\mu(z))}}{n_G!} p^{n_z} p^{(n_G-n_z)} \prod_{i=1} \mu(x_i), \quad (6)$$

$$L_0 = \frac{e^{-p\mu(G)}}{n_G!} p^{n_G} \prod_{i=1} \mu(x_i),$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{e^{-\left(\frac{n_G}{\mu(G)}\right)\mu(G)}}{n_G!} \left(\frac{n_G}{\mu(G)}\right)^{n_G} \prod_{i=1}^{n_G} \mu(x_i), \\
&= \frac{e^{-n(G)}}{n_G!} \left(\frac{n_G}{\mu(G)}\right)^{n_G} \prod_{i=1}^{n_G} \mu(x_i).
\end{aligned}$$

Fungsi log likelihood berdasarkan $H_1(L_1)$ benar $p > q$ yaitu ketika rata-rata jumlah kejadian stunting pada kelompok yang terbentuk lebih besar dari jumlah kejadian stunting di luar kelompok. Fungsi likelihood yang memaksimalkan nilai p dan q pada Persamaan (3) berdasarkan H_1 bernilai benar, sehingga Persamaan (3) menjadi

$$L_1 = \left[\frac{e^{-p\mu(z)-q(\mu(G)-\mu(z))}}{n_G!} p^{n_z} q^{(n_G-n_z)} \prod_{i=1}^{n_G} \mu(x_i) \right], \quad (7)$$

$$\ln(L_1) = \ln \left[\frac{e^{-p\mu(z)-q(\mu(G)-\mu(z))}}{n_G!} p^{n_z} q^{(n_G-n_z)} \prod_{i=1}^{n_G} \mu(x_i) \right],$$

$$\ln(L_1) = \ln[e^{-p\mu(z)-q(\mu(G)-\mu(z))}] + \ln[p^{n_z}] + \ln[q^{n_G-n_z}] + \ln \left[\prod_{i=1}^{n_G} \mu(x_i) \right] - \ln[C!],$$

$$\ln(L_1) = -p\mu(z) - q(\mu(G) - \mu(z)) + n_z \ln[p] + (n_G - n_z) \ln[q] + \ln \left[\prod_{i=1}^{n_G} \mu(x_i) \right] - \ln[C!]. \quad (8)$$

Mencari turunan pada Persamaan (8) terhadap p diperoleh nilai maksimum dari p , sehingga persamaan menjadi

$$\frac{\partial \ln(L_1)}{\partial p} = -\mu(z) - 0 + \frac{n_z}{p} + 0 + 0 - 0$$

$$\frac{\partial \ln(L_1)}{\partial p} = -\mu(z) + \frac{n_z}{p}$$

$$\frac{n_z}{p} = \mu(z)$$

$$p = \frac{n_z}{\mu(z)}$$

Dari turunan Persamaan (8) terhadap q diperoleh nilai maksimum q , sehingga persamaan menjadi

$$\frac{\partial \ln(L_1)}{\partial q} = 0 - (\mu(G) - \mu(z)) + 0 + \frac{n_G - n_z}{q} + 0 - 0$$

$$\frac{\partial \ln(L_1)}{\partial q} = -(\mu(G) - \mu(z)) + \frac{n_G - n_z}{q}$$

$$\frac{n_G - n_z}{q} = \mu(G) - \mu(z)$$

$$q = \frac{n_G - n_z}{\mu(G) - \mu(z)}$$

Substitusi nilai $p = \frac{n_z}{\mu(z)}$ dan $q = \frac{n_G - n_z}{\mu(G) - \mu(z)}$ terhadap Persamaan (7), menjadi

$$\begin{aligned}
L_1 &= \left[\frac{e^{-p\mu(z)-q(\mu(G)-\mu(z))}}{n_G!} p^{n_z} q^{(n_G-n_z)} \prod_{i=1}^{n_G-n_z} \mu(x_i) \right] \\
L_1 &= \left[\frac{e^{-\left(\frac{n_z}{\mu(z)}\right)\mu(z)-\left(\frac{n_G-n_z}{\mu(G)-\mu(z)}\right)(\mu(G)-\mu(z))}}{n_G!} \left(\frac{n_z}{\mu(z)}\right)^{n_z} \left(\frac{n_G-n_z}{\mu(G)-\mu(z)}\right)^{(n_G-n_z)} \prod_{i=1}^{n_G-n_z} \mu(x_i) \right] \\
L_1 &= \left[\frac{e^{-n_z-\left(\frac{n_z}{\mu(z)}\right)\mu(z)-\left(\frac{n_G-n_z}{\mu(G)-\mu(z)}\right)(\mu(G)-\mu(z))}}{n_G!} \left(\frac{n_z}{\mu(z)}\right)^{n_z} \left(\frac{n_G-n_z}{\mu(G)-\mu(z)}\right)^{(n_G-n_z)} \prod_{i=1}^{n_G-n_z} \mu(x_i) \right] \\
L_1 &= \left[\frac{e^{-n_G}}{n_G!} \left(\frac{n_z}{\mu(z)}\right)^{n_z} \left(\frac{n_G-n_z}{\mu(G)-\mu(z)}\right)^{(n_G-n_z)} \prod_{i=1}^{n_G-n_z} \mu(x_i) \right]
\end{aligned}$$

Untuk mendeteksi daerah potensial yaitu daerah yang memiliki peluang lebih tinggi dibandingkan dengan peluang di luar kelompok menggunakan statistik uji λ dari uji fungsi *likelihood* yang ditulis seperti pada Persamaan (9)

$$\begin{aligned}
\lambda &= \frac{L_1}{L_0} = \frac{\frac{e^{-n_G} \left(\frac{n_z}{\mu(z)}\right)^{n_z} \left(\frac{n_G-n_z}{\mu(G)-\mu(z)}\right)^{(n_G-n_z)} \prod_{i=1}^{n_G-n_z} \mu(x_i)}{n_G!}}{\frac{e^{-n_G} \left(\frac{n_z}{\mu(G)}\right)^{n_G} \prod_{i=1}^{n_G} \mu(x_i)}{n_G!}}, \\
&= \frac{\left(\frac{n_z}{\mu(z)}\right)^{n_z} \left(\frac{n_G-n_z}{\mu(G)-\mu(z)}\right)^{(n_G-n_z)}}{\left(\frac{n_G}{\mu(G)}\right)^{n_G}}, \\
&= \left(\frac{n_z}{\mu(z)}\right)^{n_z} \left(\frac{n_G-n_z}{\mu(G)-\mu(z)}\right)^{(n_G-n_z)}
\end{aligned} \tag{9}$$

1.6.4 Risiko Relatif

Risiko relatif merupakan rasio kemungkinan suatu hasil pada kelompok yang terpapar penyakit terhadap kemungkinan suatu hasil pada kelompok yang tidak terpapar penyakit. Ukuran independensi dapat memberikan informasi mengenai kemungkinan adanya hubungan antara variabel kategori dalam populasi melalui nilai risiko relatif. Hubungan antara ukuran-ukuran ini ditentukan pada persamaan berikut (Feng dkk.,2016):

$$r = 1, \quad r < 1, \quad r > 1 \tag{10}$$

Keterangan Persamaan 10:

1. $r = 1$ artinya tidak ada paparan yang mempengaruhi hasil.
2. $r < 1$ artinya risiko hasil diturunkan sebesar paparan penyakit
3. $r > 1$ artinya risiko hasil meningkat seiring dengan adanya paparan.

Statistik pemindaian Kulldorff menentukan keberadaan kluster yang bergerak melintasi ruang dan waktu atau berdasarkan spasial dan temporal yang telah ditentukan. Kluster diidentifikasi dengan mengamati risiko yang lebih tinggi di dalam kluster dibandingkan dengan risiko di luar kluster. Risiko relatif dihitung sebagai berikut:

$$r = \frac{\frac{c_c}{E[c]}}{\frac{(c_T - c_c)}{(c_T - E[c])}} \quad (11)$$

Pada Persamaan (11) nilai $E[c]$ dapat diketahui melalui persamaan berikut:

$$E[c] = \frac{c_T}{p_T} \times p_c$$

Keterangan:

r = Risiko relatif

$E[c]$ = Nilai harapan

c_T = Jumlah kasus yang diamati di area studi

c_c = Jumlah kasus yang diamati di dalam klaster

p_T = Total populasi di wilayah studi

p_c = Populasi di dalam klaster

1.6.5 Autokorelasi Spasial

Autokorelasi spasial adalah korelasi dari suatu objek berdasarkan jarak, waktu, dan wilayah yang menyebabkan keterkaitan tertentu antar wilayah yang berdekatan atau bertetangga (Fat dkk., 2020). Pada data spasial, lokasi harus ditentukan untuk mengetahui efek spasial yang ada. Terdapat dua cara untuk mengetahui informasi lokasi, yaitu hubungan ketetanggaan (*neighborhood*) dan jarak (*distance*). Hubungan ketetanggaan menunjukkan informasi antar lokasi dalam ruang tertentu, umumnya berdasarkan peta. Sedangkan jarak menunjukkan informasi lokasi dari perhitungan jarak antar titik dalam ruang tertentu berdasarkan garis lintang dan garis bujur (Park & Fiecas, 2022).

Hal yang sangat penting dalam analisis spasial adalah adanya pembobot atau sering disebut sebagai matriks pembobot spasial. Matriks pembobot spasial digunakan untuk menentukan bobot antar lokasi yang diamati berdasarkan hubungan ketetanggaan antar lokasi. Menurut Kosfeld (2006) grid umum ketetanggaan dapat didefinisikan dalam beberapa cara yakni *rook contiguity*, *bishop contiguity* dan *queen contiguity* (Fallo dkk., 2020). Pada umumnya ketetanggaan antar lokasi didasarkan pada sisi-sisi dan sudutnya. Menurut Kosfeld (2006), matriks pembobot spasial W dapat diperoleh dengan membuat matriks pembobot terstandarisasi (standardize contiguity matrix W). Matriks pembobot terstandarisasi (standardize contiguity matrix W) merupakan matriks pembobot yang diperoleh dengan cara memberikan bobot satu terhadap tetangga lokasi terdekat dan yang lainnya nol.

Pengukuran autokorelasi spasial untuk data spasial dapat dihitung menggunakan metode Moran's Index (Indeks Moran). Metode ini dapat digunakan untuk mendeteksi permulaan dari keacakan spasial. Keacakan spasial ini dapat mengindikasikan adanya pola-pola yang mengelompok. Menurut Kosfeld (2006), perhitungan autokorelasi spasial dengan metode Indeks Moran dapat dilakukan sebagai berikut (Heyne & Fhoteringham, 2020):

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S_0 \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (12)$$

dimana:

I menyatakan indeks moran,

n menyatakan banyaknya lokasi kejadian,

x_i menyatakan nilai pada lokasi i ,

x_j menyatakan nilai pada lokasi j ,

\bar{x} menyatakan rata-rata dari jumlah nilai,

w_{ij} menyatakan elemen matriks pembobot terstandarisasi antara lokasi i dan j ,

S_0 menyatakan seluruh bobot spasial dengan persamaan sebagai berikut:

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$$

Rentang nilai dari Indeks Moran dalam kasus matriks pembobot spasial terstandarisasi adalah $-1 \leq I \leq 1$. Nilai $-1 \leq I < 0$ menunjukkan adanya autokorelasi spasial negatif, sedangkan nilai $0 < I \leq 1$ menunjukkan adanya autokorelasi spasial positif, nilai Indeks Moran bernilai nol mengindikasikan tidak berkelompok. Untuk mengidentifikasi adanya autokorelasi spasial atau tidak, dilakukan uji signifikansi Indeks Moran. Uji hipotesis untuk Indeks Moran sebagai berikut:

- i. H_0 : Tidak terdapat autokorelasi spasial
 H_1 : Terdapat autokorelasi spasial
- ii. Tingkat signifikansi: $\alpha = 0,05\%$
- iii. Nilai uji: $Z(I) = \frac{I - E(I)}{\sqrt{\text{Var}(I)}} \quad (13)$

dengan

$$E(I) = -\frac{1}{n-1} \quad (14)$$

$$\text{Var}(I) = \frac{n^2 S_1 - n S_2 + 3 S_0^2}{(n^2 - 1) S_0^2} - [E(I)]^2 \quad (15)$$

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$$

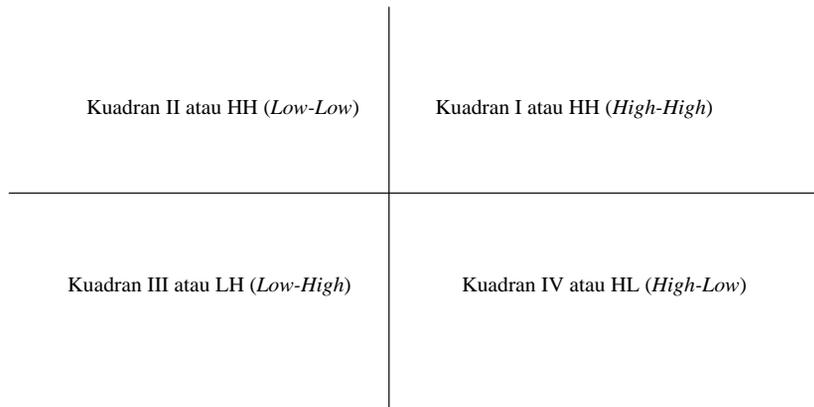
$$S_1 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (w_{ij} + w_{ji})^2$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^n (\sum_{j=1}^n w_{ij} + \sum_{j=1}^n w_{ji})^2$$

Kriteria uji: H_0 ditolak atau terdapat autokorelasi antar lokasi jika $|Z(I)| > Z_{\alpha/2}$ dengan nilai $\alpha = 0,05\%$.

Moran Scatterplot adalah alat yang digunakan untuk melihat hubungan antara nilai pengamatan yang terstandarisasi dengan nilai rata-rata tetangga yang sudah terstandarisasi. Moran Scatterplot dapat digunakan untuk mengidentifikasi keseimbangan atau pengaruh spasial. Tipe-tipe hubungan spasial dapat dilihat dari

gambar berikut:



Kuadran dalam Moran Scatterplot adalah sebagai berikut:

- I. Kuadran I, HH (High-High) menunjukkan bahwa daerah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi dikelilingi oleh daerah yang memiliki nilai pengamatan tinggi.
- II. Kuadran II, LL (Low-low) menunjukkan bahwa daerah yang mempunyai nilai pengamatan rendah dikelilingi oleh daerah yang memiliki nilai pengamatan rendah.
- III. Kuadran III, LH (Low-High) menunjukkan bahwa daerah yang mempunyai nilai pengamatan rendah dikelilingi oleh daerah yang memiliki nilai pengamatan tinggi.
- IV. Kuadran IV, HL (High-Low) menunjukkan bahwa daerah yang mempunyai nilai pengamatan tinggi dikelilingi oleh daerah yang memiliki nilai pengamatan rendah.

1.6.6 Transformasi *Fourier*

Transformasi Fourier adalah teknik matematika yang digunakan untuk menganalisis fungsi atau sinyal dalam domain frekuensi. Konsep dasarnya adalah bahwa setiap sinyal dapat dipecah menjadi sejumlah gelombang sinusoidal dengan frekuensi dan amplitudo tertentu. Transformasi Fourier memungkinkan kita untuk mengonversi sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi, sehingga memungkinkan analisis yang lebih baik tentang karakteristik periodiknya. Peran penting Transformasi Fourier dalam menganalisis sinyal periodik:

1. Identifikasi komponen frekuensi: Transformasi Fourier memungkinkan kita untuk mengidentifikasi komponen frekuensi yang terkandung dalam sinyal periodik. Ini penting dalam berbagai aplikasi, seperti komunikasi nirkabel, pemrosesan sinyal, dan ilmu data.
2. Filtrasi dan pemrosesan sinyal: Dengan menganalisis spektral frekuensi sinyal, kita dapat melakukan filtrasi atau pemrosesan sinyal untuk menghilangkan atau mempertahankan komponen tertentu sesuai kebutuhan.
3. Rekonstruksi sinyal: Transformasi Fourier juga memungkinkan kita untuk merekonstruksi sinyal dari domain frekuensi ke domain waktu, yang dapat

digunakan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang sinyal asli.

Fungsi aslinya adalah dalam domain waktu (x) yang diubah menjadi domain frekuensi (u). Sinyal transformasi yang dihasilkan memberikan indikasi komponen frekuensi yang berkontribusi pada sinyal asli ketika grafik spektral amplitudo dengan frekuensi dibangun.

1.6.6.a Discrete Fourier Transform (DFT)

Transformasi Fourier Diskrit atau Discrete Fourier Transform (DFT) adalah alat matematis yang penting untuk menganalisis sinyal digital atau data yang diambil dalam interval waktu diskrit. Transformasi Fourier Diskrit mengonversi suatu sinyal dari domain waktu menjadi domain frekuensi. Formula Transformasi Fourier Diskrit (Sundrarajan, 2018):

$$F(u) = \sum_{x=0}^{N-1} f(x)e^{-\frac{i2\pi ux}{N}}, u = 0, 1, 2, \dots, N-1 \quad (16)$$

Transformasi Fourier Diskrit mengkonversi data diskrit menjadi sejumlah sinusoida diskrit yang frekuensinya dinomori dengan $u = 0, 1, 2, \dots, N-1$, dan amplitudonya diberikan oleh $F(u)$.

1.6.6.b Fast Fourier Transform (FFT)

Fast Fourier Transform (FFT) merupakan teknik perhitungan operasi matematika yang digunakan untuk mentransformasi sinyal analog menjadi sinyal digital berbasis frekuensi. *Fast Fourier Transform* pada dasarnya masih termasuk *Discrete Fourier Transform* (DFT) yaitu merubah sinyal diskrit dari *time-domain* menjadi *frequency-domain*, perbedaannya FFT lebih cepat dan efisien dalam komputasi sehingga FFT menjadi metode praktis untuk N dalam jumlah yang besar (Kreyszig, 2011). Analisis hasil output dari algoritma FFT berupa bilangan kompleks yang terdiri dari bilangan real dan imajiner. Misal diberikan:

$$e^{ux} = e^{-\frac{i2\pi ux}{N}} = w^{ux}, w = w_N = e^{-\frac{2\pi i}{N}} \quad (17)$$

dengan, $u, x = 0, 1, 2, \dots, N-1$

Dengan mensubstitusi Persamaan (17) ke Persamaan (16), maka persamaan untuk Transformasi Fourier Diskrit berubah menjadi

$$F(u) = \sum_{x=0}^{N-1} f(x)w_N^{ux}, u, x = 0, 1, 2, \dots, N-1 \quad (18)$$

Misalkan N dibagi 2, diberikan variabel baru dengan $M = \frac{N}{2}$. Sehingga untuk Persamaan (18) dibagi menjadi 2, yaitu untuk x genap dan x ganjil.

$$F(u) = \sum_{x=0}^{M-1} f(2x)w_N^{2xu} + \sum_{x=0}^{M-1} f(2x+1)w_N^{(2x+1)u} \quad (19)$$

Jika diketahui bahwa,

$$w_N^2 = \left(e^{-\frac{2\pi i}{N}} \right)^2 = e^{-\frac{4\pi i}{2N}} = e^{-\frac{2\pi i}{N}} = w_M \quad (20)$$

Maka dengan mensubstitusi Persamaan (20) ke Persamaan (19), diperoleh

$$F(u) = \sum_{x=0}^{M-1} f(2x)w_M^{xu} + \sum_{x=0}^{M-1} f(2x+1)w_M^{xu} \quad (21)$$

Setelah domain waktu dibagi 2 maka domain frekuensi juga dibagi 2 sehingga, dengan membagi frekuensi pada Persamaan (21) maka

$$F(u+M) = \sum_{x=0}^{M-1} f(2x)w_M^{xu}w_M^M + w_N^u w_N^M \sum_{x=0}^{M-1} f(2x+1)w_M^{xu}w_M^M \quad (22)$$

Karena $w_M^M = 1$ dan $w_N^M = -1$, maka Persamaan (22) menjadi

$$F(u+M) = \sum_{x=0}^{M-1} f(2x)w_M^{xu} - w_N^u \sum_{x=0}^{M-1} f(2x+1)w_M^{xu} \quad (23)$$

dengan $w_N^u = e^{-\frac{i2\pi u}{N}}$.

Sehingga, Persamaan (21) dan Persamaan (23) inilah yang dikenal dengan persamaan Fast Fourier Transform.

Contoh (Fast Fourier Transform)

Carilah sinyal diskrit $f(x) = [92, 83, 108, 86]$. Carilah Transformasi Fourier Diskrit dari sinyal tersebut!

Penyelesaian:

Untuk menyelesaikan masalah di atas, akan dihitung nilai Transformasi Fourier Diskrit dari sinyal $f(x)$ di atas. Transformasi Fourier Diskrit dari sinyal $f(x)$ di atas didefinisikan sebagai berikut:

$$F(u) = \sum_{x=0}^{N-1} f(x)e^{-\frac{i2\pi ux}{N}}, u = 0, 1, 2, \dots, N-1$$

Berdasarkan sinyal $f(x)$ yang diberikan diatas, diketahui $N = 4$. Hasil Fast Fourier Transform dapat dilakukan menggunakan Butterfly Method, sehingga:

$f(92, 83, 108, 86)$, $N = 4$

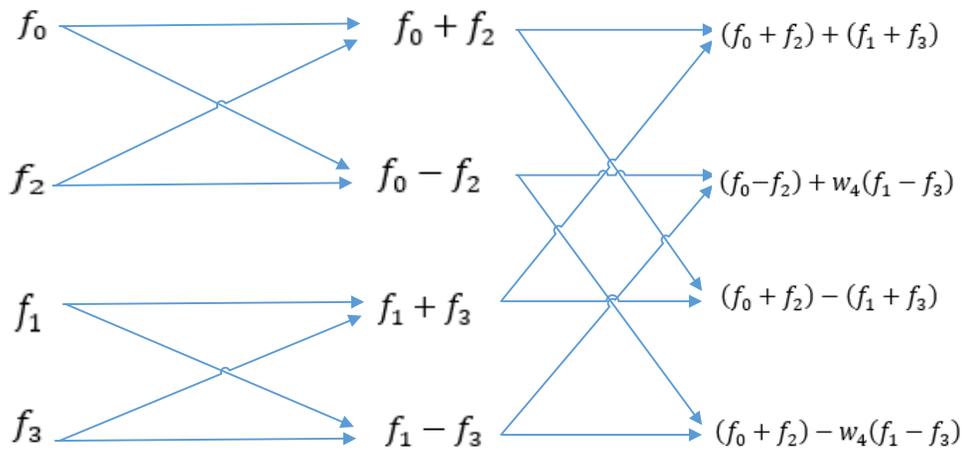
$f_0 = 92$

$f_1 = 83$

$f_2 = 108$

$$f_3 = 86$$

Jika diketahui nilai $w = -i$, maka



$$(f_0 + f_2) + (f_1 + f_3) = (92 + 108) + (83 + 86) = 369$$

$$(f_0 - f_2) + w_4(f_1 - f_3) = (92 - 108) + (-i)(83 - 86) = -16 + 3i$$

$$(f_0 + f_2) - (f_1 + f_3) = (92 + 108) - (83 + 86) = 31$$

$$(f_0 + f_2) - w_4(f_1 - f_3) = (92 - 108) - (-i)(83 - 86) = -16 - 3i$$

Jadi, didapatkan Transformasi Fourier dari sinyal $f(x)$ di atas, yaitu $F(u) = [369, -16 + 3i, 31, -16 - 3i]$.

Selain menggunakan cara manual seperti di atas, nilai Transformasi Fourier juga dapat dihitung menggunakan program MATLAB. Adapun syntax yang digunakan yakni pada Lampiran 12 dan output yang dihasilkan dalam menghitung nilai Transformasi Fourier dari sinyal $f(x)$ di atas sebagai berikut.

u	Real	Imaginer
0	369	0
1	-16	3
2	31	0
3	-16	-3

1.7 Penelitian Relevan

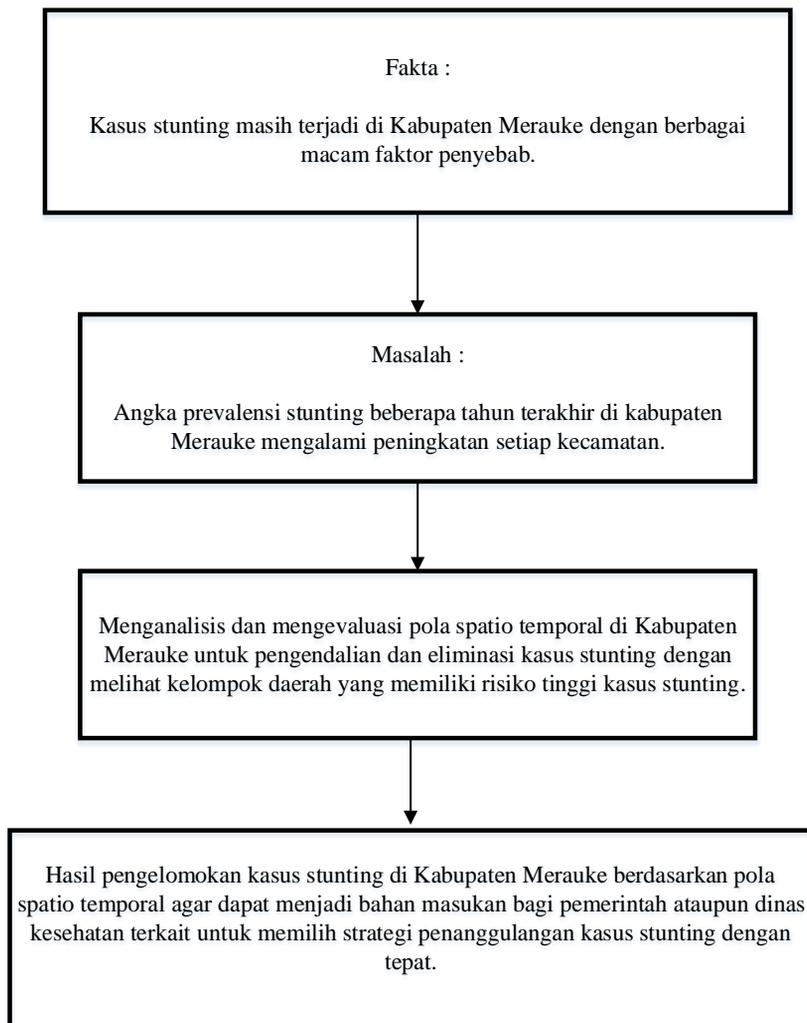
Pendukung dalam melakukan penelitian ini adalah penelitian-penelitian sebelumnya. Penelitian yang relevan serta pernah dilakukan yaitu:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Eryando 2022, dengan judul Analisis spasial determinan stunting di 514 kabupaten/kota di Indonesia: Implikasi untuk intervensi dan penentuan prioritas. Hasil penelitian ini adalah prevalensi

- stunting di atas rata-rata. Autokorelasi ditemukan antara Sumatera, Jawa, Sulawesi serta Bali, Nusa Tenggara Timur dan Nusa Tenggara Barat (Bali, NTT dan NTB). Pemodelan SAR mengungkap variabel-variabel yang memiliki dampak signifikan terhadap prevalensi stunting di berbagai wilayah negara ini antara lain buang air besar di jamban, cuci tangan, minimal empat kali kunjungan perawatan antenatal selama kehamilan, kemiskinan, imunisasi dan makanan tambahan untuk anak di bawah usia 5 tahun.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Picini 2022, dengan judul Klaster spatio temporal dan pola penyebaran demam berdarah, chikungunya, dan zika di Colombia. Hasil pada penelitian ini yakni terdapat pembentukan klaster tempat berisiko tinggi lintasan penyebaran demam berdarah, chikungunya dan zika di Colombia secara spatio temporal. Penyebaran penyakit zika membutuhkan waktu rata-rata 34,4 minggu dengan RR 21,43; penyebaran penyakit chikungunya membutuhkan waktu rata-rata 15,7 minggu dengan RR 12,73 serta nilai RR pada penyakit demam berdarah yakni 5,80. Secara demografis, penularan penyakit berisiko tinggi berada pada wilayah pesisir pantai Atlantik Kolombia. Risiko tertinggi penyakit demam berdarah yakni pada iklim yang cocok untuk nyamuk *Aedes* dengan ketinggian kurang dari 2000 meter di atas permukaan laut, suhu hangat diatas 20 derajat celcius dan kelembaban relatif di bawah 80%.
 3. Penelitian yang dilakukan oleh Rao 2017, dengan judul analisis pemindaian *Kulldorff* untuk mendeteksi kelompok spatio-temporal dari tuberkulosis di Provinsi Qinghai, Cina 2009-2016. Hasil pada penelitian ini yakni sebanyak 48.274 kasus TBC dilaporkan dari tahun 2009 hingga 2016 di Qinghai. Hasil pemindaian *Kulldorff* menunjukkan bahwa kasus TBC di Qinghai dikelompokkan secara signifikan berdasarkan distribusi spatio-temporal. Klaster spatio-temporal yang paling mungkin ($LLR = 2547.64$, $RR = 4.21$) terutama terkonsentrasi di barat daya Qinghai, meliputi tujuh Kabupaten dan dikelompokkan dalam rentang waktu dari September 2009 hingga Desember 2016.
 4. Penelitian yang dilakukan oleh Fathony 2023, dengan judul Studi Analisis El Nino dan La Nina Terhadap Curah Hujan Menggunakan Fast Fourier Transform dan Lomb Periodogram (Studi Kasus : Provinsi Jawa Tengah). Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Hasil penelitian menunjukkan periode perulangan fenomena El Nino dan La Nina dengan menggunakan metode FFT yaitu prakiraan pada periode 2.2428, 2.8036 dan 3.7381 tahun. Sedangkan menggunakan metode lomb periodogram yaitu pada periode 2.480, 2.621, dan 3.16 tahun. Hasil analisis metode FFT didapatkan hasil yang variasi pada tingginya curah hujan di 3 stasiun, sedangkan hasil analisis menggunakan lomb periodogram menunjukkan stasiun hujan Tunggal Wulung karena memiliki puncak curah hujan paling tinggi.

1.8 Kerangka Pikir

Masalah kesehatan terkait stunting merupakan permasalahan yang terus terjadi di Indonesia juga terjadi di Kabupaten Merauke, Provinsi Papua Selatan. Persentase balita stunting di Kabupaten Merauke berdasarkan laporan SSGI tahun 2022, prevalensi stunting pada balita dari 29,55% naik menjadi 34,6% pada tahun 2021. Sementara angka prevalensi stunting beberapa tahun terakhir di Kabupaten Merauke mengalami peningkatan perkecamatan. Survey awal yang dilakukan peneliti terhadap Dinas Kesehatan Kabupaten Merauke pada akhir tahun 2023 terkait kasus stunting masyarakat Merauke menunjukkan bahwa banyak faktor penyebab terjadinya stunting diantaranya pengetahuan ibu hamil yang minim terkait asupan gizi pada saat hamil dan pasca kehamilan, ASI eksklusif, jarak kelahiran pada anak, faktor kesehatan lingkungan seperti kebersihan air dan asupan makanan, status ekonomi sosial, pendidikan orang tua dan lain-lain. Tinggi rendahnya risiko kejadian penyakit stunting dapat dianalisis dari aspek lokasi dan waktu dengan menggunakan pendekatan spasial temporal. Analisis spasial temporal umumnya dapat dilakukan dengan menganalisis data sekunder. Dengan demikian, analisis ini dapat mengidentifikasi kelompok kasus stunting dan wilayah berisiko tinggi yang dapat membantu perencanaan program pengendalian kasus stunting (Kulldorff, 2009). Selain itu, risiko relatif penyakit di suatu wilayah dalam kelompok yang telah ditetapkan dapat diestimasi dengan membandingkannya dengan wilayah di luar kelompok yang telah ditetapkan (Rao, 2017). Fast Fourier Transform (FFT) adalah pendekatan matematika yang kuat untuk melakukan analisis sinyal dalam domain frekuensi (Henry, 2023). Penggunaan FFT pada data balita stunting mungkin terdengar tidak biasa, tetapi sebenarnya memiliki potensi yang menarik untuk menggali informasi lebih dalam. Data deret waktu jangka panjang biasanya memiliki pola yang meningkat atau menurun. Fast Fourier transform memungkinkan kita untuk mengubah sinyal dari domain waktu ke domain frekuensi, sehingga memungkinkan analisis yang lebih baik terhadap karakteristik periodik pada kasus stunting. Selain itu, dari segi efisiensi komputasi, fast Fourier transform sangat cepat dan efisien (Li, 2024), terutama untuk data dengan ukuran yang besar. Analisis dan evaluasi pola spasial-temporal di kabupaten merauke pada kasus stunting sangat penting dilakukan untuk pengendalian dan eliminasi kasus stunting. Melalui pendekatan analisis temporal dan Fast Fourier Transform, domain waktu yang signifikan dari stunting dapat diidentifikasi. Oleh karena itu, penulis merasa perlu adanya penelitian terkait analisis dan evaluasi pola spasial temporal di Kabupaten Merauke untuk pengendalian dan eliminasi kasus stunting yang diharapkan dapat menjadi bahan masukan bagi pemerintah ataupun dinas kesehatan terkait. Permasalahan tersebut dapat dilakukan berdasarkan pola ruang dan waktu pada kasus stunting di Kabupaten Merauke. Kerangka pikir penelitian ditunjukkan pada Gambar 2.1 berikut:



1.9 Hipotesis

Adapun hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah

H_0 : Tidak terdapat kelompok stunting berdasarkan pola spatio temporal di Kabupaten Merauke Provinsi Papua Selatan.

H_1 : Terdapat kelompok stunting berdasarkan pola spatio temporal di Kabupaten Merauke Provinsi Papua Selatan.

BAB II METODE PENELITIAN

2.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif. Penelitian ini dilakukan untuk mengelompokkan kasus stunting berdasarkan spatio temporal menggunakan analisis pemindaian kulldorf di Kabupaten Merauke dan mengetahui penyebab terjadinya kasus stunting di Kabupaten Merauke berdasarkan spatio temporal. Adapun hasil penelitian yang akan dicapai setelah proses pengumpulan data dan pengolahan data yaitu sebagai bahan refleksi untuk petugas kesehatan di Kabupaten Merauke Papua Selatan.

2.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian akan dilakukan di Kabupaten Merauke Provinsi Papua Selatan dan Universitas Hasanuddin Makassar pada tahun 2024. Adapun daerah Kabupaten Merauke dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta 20 Kecamatan di Kabupaten Merauke

Keterangan peta

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1. Ulilin | 11. Merauke |
| 2. Bupul | 12. Naukenjerai |
| 3. Muting | 13. Kaptel |
| 4. Jagebob | 14. Ngguti |
| 5. Wayau | 15. Okaba |
| 6. Sota | 16. Tubang |
| 7. Tanah Miring | 17. Ilwayab |
| 8. Malind | 18. Kimaam |
| 9. Kurik | 19. Tabonji |
| 10. Kuprik | 20. Waan |

2.3 Populasi dan Data Penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah masyarakat Kabupaten Merauke yang mengalami kasus stunting pada tahun 2018 hingga 2023. Penelitian ini menggunakan data sekunder yang bersumber dari Dinas Kesehatan Kabupaten Merauke yaitu data jumlah kasus stunting yang terjadi di Kabupaten Merauke pada tahun 2018 hingga 2023. Selain menggunakan data kasus stunting Kabupaten Merauke, peneliti menggunakan data geografis Kabupaten Merauke untuk masing-masing kecamatan. Data tersebut dapat diakses menggunakan *google maps*.

2.4 Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan variabel interdependensi, karena tiap-tiap variabel bersifat independen. Berdasarkan hasil observasi awal yang berupa tanya jawab peneliti dengan pihak Dinas Kesehatan Kabupaten Merauke, maka aspek-aspek yang menjadi variabel penelitian, sebagai berikut:

Tabel 1. Variabel Penelitian

Kategori Variabel	Keterangan
Dependen	Kasus stunting (Y)
Independen	<ul style="list-style-type: none"> • Fasilitas kesehatan ibu dan anak (X1) • Jumlah tenaga kesehatan (bidan) (X2) • Produksi sumber makanan bernutrisi (X3) • Produksi sumber makanan berprotein (X4)

2.5 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data pada penelitian melalui wawancara terhadap petugas kesehatan puskesmas bagian ahli gizi di salah satu kecamatan Kabupaten Merauke. Selain itu juga, peneliti melakukan wawancara kepada petugas gizi Dinas Kesehatan Kabupaten Merauke. Tujuan dari wawancara dalam penelitian ini yaitu untuk mendapatkan hasil informasi tentang kondisi kasus stunting yang terjadi di Kabupaten Merauke. Adapun data penelitian ini diperoleh dari Dinas Kesehatan Kabupaten Merauke untuk kasus stunting dan *google maps* untuk mendapatkan data letak geografis Kabupaten Merauke untuk setiap kecamatan.

2.6 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian dilakukan dengan teknik analisis pemindaian *kulldorf* dan FFT. Analisis pemindaian *Kulldorf* dan FFT digunakan karena kasus dalam penelitian ini merupakan kasus dalam peta gabungan setiap kecamatan di Kabupaten Merauke. Analisis data kemudian dapat dikelompokkan kedalam beberapa kelompok secara spatio temporal. Adapun tahap-tahap untuk melakukan analisis dalam penelitian ini yaitu:

1. Mengumpulkan data sekunder kasus stunting di Kabupaten Merauke dan data letak geografis Kabupaten Merauke perkecamatan.
2. Melakukan uji korelasi sebaran kasus stunting berdasarkan spasial menggunakan metode Morans'I.
3. Menginput data yang bertujuan membentuk kelompok berdasarkan spatio temporal pada kasus stunting.
4. Klaster yang terbentuk diurutkan berdasarkan rasio kemungkinan; klaster dengan kemungkinan maksimum yang lebih tinggi memiliki kemungkinan yang lebih besar menggunakan fungsi likelihood.
5. Mengidentifikasi kelompok dengan mengamati risiko di dalam klaster dibandingkan dengan risiko di luar klaster menggunakan persamaan risiko relatif.
6. Mendeskripsikan data yang telah terbentuk untuk mengetahui kasus stunting tertinggi pada lokasi dan waktu tertentu.
7. Transformasi data (waktu) stunting menggunakan FFT.
8. Melakukan analisis faktor penyebab terjadinya kejadian stunting di Kabupaten Merauke.
9. Melakukan analisis terhadap kluster stunting.
10. Menarik kesimpulan.