

**SKRIPSI**

**ANALISIS SPASIAL KASUS TUBERKULOSIS  
DI KOTA PALOPO  
TAHUN 2020**

**ST. AINUL RACHMADANI**

**K011171048**



*Skripsi Ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat*

**DEPARTEMEN EPIDEMIOLOGI  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**ANALISIS SPASIAL KASUS TUBERKULOSIS DI KOTA PALOPO  
TAHUN 2020**

**Disusun dan diajukan oleh**

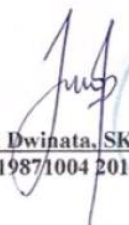
**ST. AINUL RACHMADANI  
K011171048**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin pada tanggal 20 Mei 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

  
**Indra Dwinata, SKM., MPH**  
NIP. 19871004 201404 1 001

  
**Jumriani Ansar, SKM., M.Kes.**  
NIP. 19830520 200812 2 002

Ketua Program Studi



**Dr. Suriah SKM., M.Kes**  
Nip. 19740520 2002212 2 001

## PENGESAHAN TIM PENGUJI

Skripsi ini telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar pada hari Kamis, 20 Mei 2021.

Ketua : Indra Dwinata, SKM, MPH

(.....)

Sekretaris : Jumriani Ansar, SKM, M.Kes

(.....)

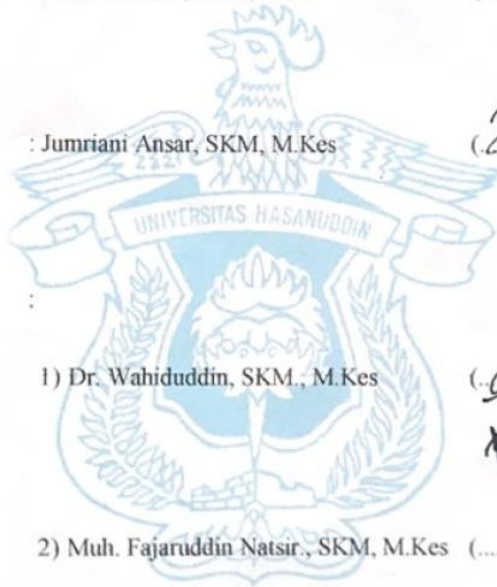
Anggota :

1) Dr. Wahiduddin, SKM., M.Kes

(.....)

2) Muh. Fajaruddin Natsir., SKM, M.Kes

(.....)



## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : St. Ainul Rachmadani

Nim : K011171048

Fakultas : Kesehatan Masyarakat

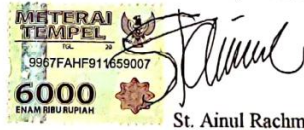
HP : 085242018440

E-mail : ainulrachmadani05@gmail.com

Dengan ini menyatakan bahwa judul artikel “ANALISIS SPASIAL KASUS TUBERKULOSIS DI KOTA PALOPO TAHUN 2020” benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 27 Mei 2021

  
METERAI  
TEMPEL  
9967FAHF911659007  
6000  
ENAM RIBURUPIAH  
St. Ainul Rachmadani

## RINGKASAN

Universitas Hasanuddin  
Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Epidemiologi

**St. Ainul Rachmadani**

**Analisis Spasial Kasus Tuberkulosis di Kota Palopo Tahun 2020  
(xiii + 130 Halaman + 11 Tabel + 12 Gambar + 6 Lampiran)**

Kota Palopo adalah kota dengan jumlah kasus tuberkulosis yang cenderung meningkat tiap tahunnya yakni sebanyak 264 kasus pada tahun 2020. Data tuberkulosis di Kota Palopo belum berbentuk Sistem Informasi Geografis dan pemetaan sebaran kasus belum dilakukan. Hal tersebut menyebabkan gambaran distribusi kasus tuberkulosis berdasarkan kecamatan tidak diketahui secara pasti. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui gambaran penyebaran serta faktor-faktor yang mempengaruhi kasus tuberkulosis secara spasial di Kota Palopo pada tahun 2020.

Jenis Penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif dengan desain studi ekologi. Populasi dalam penelitian ini adalah jumlah kasus tuberkulosis pada 9 kecamatan di Kota Palopo pada tahun 2020. Pengumpulan titik koordinat kasus diestimasi dengan aplikasi *Google Maps*. Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari Dinas Kesehatan, Dinas Sosial, dan Badan Pusat Statistik. Analisis korelasi yang digunakan yaitu *Uji Pearson* sedangkan untuk analisis spasial digunakan dengan aplikasi *QuantumGIS*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kasus tuberkulosis cenderung terjadi pada laki-laki dan pada kelompok umur 15-55 Tahun. Sebagian besar kecamatan memiliki kepadatan penduduk yang sangat padat, Jarak rumah penderita dengan fasilitas pelayanan kesehatan sebagian besar dekat, jumlah keluarga miskin yang cukup tinggi, cakupan rumah sehat yang tinggi, dan ketinggian wilayah yang rendah.

Hasil uji korelasi antara kasus tuberkulosis dan kepadatan penduduk menunjukkan korelasi sangat kuat dan bermakna ( $r=0,95;p=0,00$ ), kasus tuberkulosis dan fasilitas pelayanan kesehatan menunjukkan korelasi sangat kuat dan bermakna ( $r=-0,84;p=0,012$ ) dan kasus tuberkulosis dan keluarga miskin menunjukkan korelasi kuat namun tidak bermakna ( $r=0,63;p=0,067$ ). Kasus tuberkulosis dan cakupan rumah sehat menunjukkan korelasi sedang dan tidak bermakna ( $r=0,43;p=0,242$ ). Kasus tuberkulosis dengan ketinggian wilayah menunjukkan korelasi sangat kuat dan bermakna ( $r=-0,725;p=0,027$ ). Disarankan agar masyarakat, pemerintah serta petugas kesehatan berkejasama dan berperan aktif dalam mencegah penyebaran kasus tuberkulosis.

**Kata Kunci** : Analisis Spasial, SIG, Tuberkulosis  
**Daftar Pustaka** : 88 (2006-2021)

## SUMMARY

*Hasanuddin University  
Faculty of Public Health  
Epidemiology*

***St. Ainul Rachmadani***

***Spatial Analysis of Tuberculosis Cases in Palopo City in 2020***

***(xiii + 130 Pages + 11 Tables + 12 Figures + 6 Attachments)***

*Palopo City is a city with the number of tuberculosis cases which tends to increase each year, namely 264 cases in 2020. Tuberculosis data in Palopo City is not yet in the form of a Geographical Information System and the mapping of the distribution of cases has not been carried out. This causes the distribution of tuberculosis cases based on districts is not known with certainty. This study aims to determine the description of the spread and the factors that influence tuberculosis cases spatially in Palopo City in 2020.*

*This type of research is a descriptive study with an ecological study design. The population in this study was the number of tuberculosis cases in 9 sub-districts in Palopo City in 2020. The collection of case coordinates was estimated with the Google Maps application. The data used is secondary data obtained from the Health Office, Social Service, and the Central Statistics Agency. The correlation analysis used is the Pearson test, while for spatial analysis it is used with the QuantumGIS application.*

*The results showed that tuberculosis cases tended to occur in men and in the 15-55 years age group. Most of the sub-districts have a very dense population, the distance between the patient's house and most of the health service facilities, the number of poor families is quite high, the coverage of healthy houses is high, and the height of the hospital. low area.*

*The results of the correlation test between tuberculosis cases and population density showed a very strong and significant correlation ( $r = 0.95$ ;  $p = 0.00$ ), tuberculosis cases and health service facilities showed a very strong and significant correlation ( $r = -0.84$ ;  $p = 0.012$ ) and tuberculosis cases and poor families showed a strong but insignificant correlation ( $r = 0.63$ ;  $p = 0.067$ ). Tuberculosis cases and healthy housing coverage showed moderate and insignificant correlation ( $r = 0.43$ ;  $p = 0.242$ ). Tuberculosis cases with regional heights showed a very strong and significant correlation ( $r = -0.725$ ;  $p = 0.027$ ). It is recommended that the community, government and health workers cooperate and play an active role in preventing the spread of tuberculosis cases.*

***Keywords*** : ***Spatial Analysis, GIS, Tuberculosis***

***Bibliography*** : ***88 (2006-2021)***

## KATA PENGANTAR



*Alhamdulillah*, Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu Wa Ta'Ala* sang pencipta alam semesta yang senantiasa memberikan limpahan rahmat, nikmat, dan kesehatan sehingga kita masih dapat melakukan aktivitas seperti biasanya. Salam dan shalawat tak lupa penulis panjatkan kepada Nabi Muhammad *Salallahu Alaihi Wasallam* sebagai uswatun khasanah bagi umat manusia.

Tak henti-hentinya penulis mengucapkan rasa syukur karena dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul "**Analisis Spasial Kasus Tuberkulosis di Kota Palopo Tahun 2020**". Penulisan Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata-1 di Jurusan Epidemiologi, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.

Terselesaikannya skripsi ini tidak lepas dari dukungan berbagai pihak. Oleh sebab itu saya mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu ataupun memberikan dukungan materi maupun moril selama penyusunan skripsi ini. Terkhusus kepada orang tua yang sangat saya cintai, **Bapak Syamsuddin** dan **Ibu Hj. Parida S.Pd** terima kasih yang tidak terhingga atas doa, kasih sayang, motivasi, nasihat, pengertian, dan pengorbanan yang luar biasa yang telah kalian berikan sehingga penulis dapat menyelesaikan pendidikan dengan baik. Adik Kakak saya Muh Alif Akbar & Muh Abizar Gifari serta seluruh keluarga besar saya yang selalu mendukung dan menyayangi saya.

*Alhamdulillah*, Penulis juga ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan baik materi maupun moril selama penyusunan Skripsi ini. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Hj. A. Ummu Salamah, SKM, M.Sc selaku Penasehat Akademik atas nasehat dan bantuan dalam urusan akademik selama penulis mengikuti pendidikan.
2. Bapak Indra Dwinata, SKM, MPH selaku pembimbing I dan Ibu Jumriani Ansar, SKM, M.Kes selaku pembimbing II yang dengan penuh kesabaran telah membimbing, memberikan arahan, dorongan dan motivasi serta meluangkan waktunya yang begitu berharga dalam penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak Dr. Wahiduddin, SKM., M.Kes dan Bapak Muh. Fajaruddin Natsir. SKM, M.Kes, selaku dosen penguji yang telah memberikan saran, kritik dan arahan untuk menyempurnakan penulisan skripsi ini.
4. Ibu Jumriani Ansar, SKM, M.Kes selaku Ketua Departemen Epidemiologi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.
5. Prof. Dr. Dwia Aries Tina Pulubuhu M.A selaku rektor Unhas dan Bapak Dr. Aminuddin Syam, M.Kes., M.Med selaku dekan FKM Unhas pada periode 2018-2022 beserta seluruh staf atas kemudahan birokrasi serta administrasi selama penyusunan skripsi ini.
6. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Kesehatan Masyarakat, terkhusus kepada seluruh dosen Departemen Epidemiologi, yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang sangat berharga selama penulis mengikuti pendidikan di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.
7. Seluruh staf pegawai FKM Unhas atas segala bantuan dan arahan yang diberikan selama penulis mengikuti pendidikan terkhusus kepada staf departemen Epidemiologi Kak Ani dan Kak Werda atas segala bantuannya.
8. Kepala Dinas Kesehatan Kota Palopo dan Kepala Puskesmas se-Kota Palopo beserta jajarannya sebagai institusi yang bersedia menerima peneliti melaksanakan penelitian di tempat tersebut.



9. Kepala Dinas Sosial Kota Palopo dan Kepala Badan Pusat Statistik Kota Palopo beserta jajarannya sebagai institusi yang membantu dalam mengakses data selama penelitian.
10. Kepada Sahabat *Till Jannah* saya, Deby Karmila Musakkar, A. Munisah Ramadhani, Nanda Putri Aulia, Yusniar Anggraeny, Khadijah Syamsuddin, A. Suci Lestari S, dan Afifah sebagai tempat keluh kesah saya dan yang selalu memberikan semangat, nasehat, dan motivasi selama menjalani perkuliahan hingga selesainya skripsi ini.
11. Kepada Sahabat saya, Nur Fitrah Amalia dan Leli Pardalita yang selalu memberikan bantuan, motivasi dan nasehat selama perkuliahan.
12. Kepada Aulia Rivai Rafani yang telah membantu dan memberi semangat serta motivasi selama perkuliahan sampai dalam selesainya skripsi ini.
13. Teman-teman seperjuangan, HIMAPID 2017 terimakasih atas motivasi, semangat, dan bantuan serta kerjasamanya selama ini.
14. Teman dan Saudari saya di Lembaga Dakwah Al-‘Aafiyah Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.
15. Teman-teman seperjuangan angkatan 2017 Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.
16. Serta semua pihak yang telah membantu penulis selama ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tak luput dari kesalahan bahkan masih jauh dari kesempurnaan, karena itu, dengan kerendahan hati penulis mohon maaf atas segala kesalahan dan kekurangan pada skripsi ini. Penulis juga mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca untuk penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi siapapun yang membacanya.

Makassar, Mei 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>v</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	6
A. Tujuan Penelitian .....	6
B. Manfaat Penelitian .....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
A. Tinjauan Umum Tuberkulosis.....	9
B. Tinjauan Umum Faktor Risiko Tuberkulosis Paru .....	21
C. Tinjauan Umum Analisis Spasial.....	33
D. Kerangka Teori.....	37
<b>BAB III KERANGKA KONSEP</b>	
A. Dasar Pemikiran Variabel Penelitian .....	41
B. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif .....	45
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b>	
A. Jenis Penelitian.....	47
B. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	47
C. Populasi dan Sampel Penelitian .....	48
D. Instrumen Penelitian.....	48
E. Pengumpulan Data .....	48
F. Pengolahan dan Analisis Data.....	49
G. Penyajian Data .....	52
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian .....	53
B. Hasil Penelitian .....	54
C. Pembahasan.....	77
D. Keterbatasan Penelitian .....	100
<b>BAB VI PENUTUP</b>	
A. Kesimpulan .....	102
B. Saran.....	103
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>105</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>113</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 5. 1	Distribusi Kasus Tuberkulosis Berdasarkan Jenis Kelamin di Kota Palopo Tahun 2020.....	55
Tabel 5. 2	Distribusi Kasus Tuberkulosis Berdasarkan Kelompok Umur di Kota Palopo Tahun 2020.....	56
Tabel 5. 3	Distribusi Kasus Tuberkulosis Berdasarkan Kecamatan di Kota Palopo Tahun 2020.....	56
Tabel 5. 4	Distribusi <i>Insiden Rate</i> Tuberkulosis Berdasarkan Kecamatan di Kota Palopo Tahun 2020 .....	58
Tabel 5. 5	Distribusi Statis Deskriptif Kepadatan Penduduk, Fasilitas Pelayanan Kesehatan, Keluarga Miskin, Cakupan Rumah Sehat, Ketinggian Wilayah di Kota Palopo Tahun 2020 .....	60
Tabel 5. 6	Hasil Uji Normalitas Data Kasus Tuberkulosis, Kepadatan Penduduk, Fasilitas Pelayanan Kesehatan, Keluarga Miskin, Cakupan Rumah Sehat dan Ketinggian Wilayah.....	63
Tabel 5. 7	Hasil Uji Korelasi <i>Pearson</i> Kepadatan Penduduk dengan Jumlah Kasus Tuberkulosis di Kota Palopo Tahun 2020 .....	64
Tabel 5. 8	Hasil Uji Korelasi <i>Pearson</i> Fasilitas Pelayanan Kesehatan dengan Jumlah Kasus Tuberkulosis di Kota Palopo Tahun 2020 .....	67
Tabel 5. 9	Hasil Uji Korelasi <i>Pearson</i> Keluarga Miskin dengan Jumlah Kasus Tuberkulosis di Kota Palopo Tahun 2020.....	70
Tabel 5. 10	Hasil Uji Korelasi <i>Pearson</i> Cakupan Rumah Sehat dengan Jumlah Kasus Tuberkulosis di Kota Palopo Tahun 2020 .....	72
Tabel 5. 11	Hasil Uji Korelasi <i>Pearson</i> Ketinggian Wilayah dengan Jumlah Kasus Tuberkulosis di Kota Palopo Tahun 2020.....	75

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kerangka Teori.....	40
Gambar 3. 1 Kerangka Konsep .....	44
Gambar 5. 1 Peta Distribusi Kasus Tuberkulosis Berdasarkan Kecamatan di Kota Palopo Tahun 2020 .....	57
Gambar 5. 2 Peta Distribusi Kasus Tuberkulosis berdasarkan Insiden Rate (IR) di Kota Palopo Tahun 2020 .....	59
Gambar 5. 3 <i>Scatter Plot</i> Kepadatan Penduduk dengan Kasus Tuberkulosis di Kota Palopo Tahun 2020 .....	65
Gambar 5. 4 Kepadatan Penduduk dengan Kasus Tuberkulosis di Kota Palopo Tahun 2020 .....	66
Gambar 5. 5 <i>Scatter Plot</i> Fasilitas Pelayanan Kesehatan dengan Kasus Tuberkulosis di Kota Palopo Tahun 2020 .....	68
Gambar 5. 6 Buffer Kasus Penyakit Tuberkulosis dengan Lokasi Puskesmas di Kota Palopo Tahun 2020 .....	69
Gambar 5.7 <i>Scatter Plot</i> Keluarga Miskin dengan Kasus Tuberkulosis di Kota Palopo Tahun 2020 .....	70
Gambar 5. 8 Keluarga Miskin dengan Kasus Tuberkulosis di Kota Palopo Tahun 2020 .....	71
Gambar 5. 9 <i>Scatter Plot</i> Cakupan Rumah Sehat dengan Kasus Tuberkulosis di Kota Palopo Tahun 2020 .....	73
Gambar 5. 10 Cakupan Rumah Sehat dengan Kasus Tuberkulosis di Kota Palopo Tahun 2020 .....	74
Gambar 5. 11 <i>Scatter Plot</i> Ketinggian Wilayah dengan Kasus Tuberkulosis di Kota Palopo Tahun 2020 .....	76
Gambar 5. 12 Ketinggian Wilayah dengan Kasus Tuberkulosis di Kota Palopo Tahun 2020 .....	76

## **DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1** Lembar Observasi Data Penderita Tuberkulosis Tahun 2020
- Lampiran 2** Lembar Isian Data
- Lampiran 3** Analisis Data Penelitian
- Lampiran 4** Dokumentasi Penelitian
- Lampiran 5** Persuratan
- Lampiran 6** Riwayat Hidup Penulis

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Penyakit Tuberkulosis (TB) merupakan penyakit menular yang masih menjadi masalah kesehatan masyarakat baik di Indonesia maupun global. Tuberkulosis dapat menyerang berbagai jaringan dan organ tubuh yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri ini dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui perantara ludah atau dahak penderita. Penyakit tuberkulosis dapat menyerang semua usia dengan kondisi klinis yang berbeda-beda yaitu dengan adanya gejala berat hingga tidak ditemukan adanya gejala sama sekali. (Kenedyanti dan Sulistyorini, 2017)

Tuberkulosis adalah penyakit terbesar kedua yang menyebabkan kematian di dunia setelah HIV/AIDS. Secara global, pada tahun 2019 diperkirakan sebanyak 10 juta (dengan kisaran, 8,9-11,0 juta) orang menderita tuberkulosis dan sekitar 1,4 juta (dengan kisaran, 1,1-1,3 juta) orang meninggal karena tuberkulosis diantara orang HIV-Negatif dan termasuk 208.000 diantaranya orang dengan HIV-Positif. Secara geografis, terdapat tiga wilayah dengan kasus tuberkulosis terbanyak pada tahun 2019 diantaranya yaitu di wilayah Asia Tenggara (44%), wilayah Afrika (25%), dan wilayah Pasifik Barat (18%). Adapun delapan negara menyumbang dua pertiga dari total kasus tuberkulosis di dunia, yaitu India (26%), Cina (8,4%), Indonesia (8,5%), Filipina (6%), Pakistan (5,7%), Nigeria (4,4%), Bangladesh (3,6%) dan Afrika Selatan (3,6%) (World Health Organization, 2020).

Insidensi kasus tuberkulosis di Indonesia pada tahun 2018 yaitu 316 per 100.000 penduduk atau diperkirakan sekitar 845.000 penduduk menderita tuberkulosis dengan angka kematian sebesar 40 per 100.000 penduduk. Adapun berdasarkan kasus tuberkulosis yang ditemukan pada tahun 2018 yaitu sebanyak 566.623 kasus dan pada tahun 2019 sebanyak 543.874. Dengan melihat jumlah kasus tersebut dapat diketahui terjadi penurunan jumlah kasus tuberkulosis yang ditemukan. (Kementrian Kesehatan RI, 2019).

Berdasarkan Profil Kesehatan Indonesia pada tahun 2019, terdapat 5 provinsi dengan jumlah kasus tertinggi tuberkulosis yang terdapat di provinsi Jawa Barat sebanyak 123.021 kasus, Jawa Timur sebanyak 65.448 kasus, Jawa Tengah sebanyak 54.640 kasus, DKI Jakarta sebanyak 41.444 kasus, dan Sumatera Utara sebanyak 29.940 kasus. Adapun kasus tuberkulosis berdasarkan jenis kelamin terbanyak terjadi pada laki-laki sebanyak 313.642 kasus sedangkan pada perempuan sebanyak 230.232 kasus. Sulawesi Selatan merupakan provinsi urutan ke-8 dengan jumlah kasus terbanyak tuberkulosis yaitu 19.568 kasus di mana laki-laki sebanyak 11.495 kasus dan perempuan sebanyak 8.073 kasus. (Kementrian Kesehatan RI, 2019).

Kota Palopo merupakan salah satu kota yang ada di Sulawesi Selatan dengan luas wilayah 247,52 km persegi dengan total 9 kecamatan dan 48 kelurahan di mana terdapat 22 kelurahan di daerah dataran rendah, 16 kelurahan yang berada di pesisir pantai, dan 4 kelurahan di daerah berbukit. Berdasarkan data profil Dinas Kesehatan Kota Palopo Tahun 2017, sarana

kesehatan yang terdapat di Kota Palopo yaitu terdapat 7 Rumah Sakit, 12 Puskesmas (Pusat Kesehatan Masyarakat), 48 Puskesmas Pembantu + Poskeslas, 12 Puskesmas Keliling, 149 Pos Pelayanan Terpadu, 2 Laboratorium Klinik dan 4 Klinik/BP/RB.

Jumlah penduduk di Kota Palopo pada tahun 2020 tercatat sebanyak 184.681 jiwa dengan rincian perempuan sebanyak 92237 jiwa dan laki-laki 92.444 jiwa. Dengan luas wilayah 247,52 km maka kepadatan penduduk di Kota Palopo yaitu 746 jiwa per Kilometer persegi. Kecamatan dengan kepadatan penduduk terendah yaitu kecamatan Mungkajang dengan 187 jiwa per kilometer persegi dan kecamatan dengan kepadatan penduduk tertinggi yaitu Kecamatan Wara Timur dengan 3.174 jiwa per kilometer persegi.(BPS, 2021)

Berdasarkan hasil SUSENAS Maret 2021 menunjukkan bahwa persentase penduduk miskin di Kota Palopo sebesar 7,85 persen dengan jumlah 18.217 rumah tangga. Kecamatan dengan rumah tangga miskin terbanyak yaitu Wara Timur dengan jumlah 7.414 rumah tangga sedangkan kecamatan dengan rumah tangga miskin terendah yaitu Sendana dengan jumlah 786 rumah tangga. Kota Palopo merupakan kota dengan penduduk miskin ketiga terkecil di Provinsi Sulawesi Selatan. (BPS, 2021)

Tuberkulosis menjadi salah satu masalah kesehatan di Kota Palopo. Berdasarkan data Dinas Kesehatan Kota Palopo pada tahun 2020, jumlah kasus tuberkulosis pada tahun 2016 sebanyak 354 kasus, pada tahun 2017 sebanyak 433 kasus, pada tahun 2018 sebanyak 427 kasus, pada tahun 2019



sebanyak 454 kasus dan pada tahun 2020 sebanyak 264 kasus. Hal tersebut menunjukkan kecenderungan peningkatan kasus tuberkulosis di Kota Palopo tiap tahunnya. (BPS, 2021)

Berdasarkan beberapa penelitian, jenis kelamin, pendidikan status merokok, riwayat minum alkohol serta status imunisasi merupakan beberapa faktor yang mempengaruhi prevalensi tuberkulosis. Selain faktor-faktor tersebut, terdapat beberapa faktor lain yang dapat menyebabkan prevalensi tuberkulosis pada suatu wilayah yaitu seperti faktor tingkat ekologi, iklim, sosial ekonomi, dan geografi. (Tabilantang, Nelwan dan Kaunang, 2017). Selain itu, faktor iklim, kelembaban udara, suhu, pencahayaan, kepadatan penduduk, kepadatan hunian, dan kemiskinan juga berpengaruh pada prevalensi tuberkulosis. (Sun dkk., 2015)

Lingkungan berkaitan erat dengan kejadian tuberkulosis sebagaimana hasil penelitian yang telah dilakukan oleh (Hartanto dkk., 2017) bahwa kasus tuberkulosis paru sangat tinggi di wilayah dengan kepadatan penduduknya sangat padat ( $>400$  jiwa/km<sup>2</sup>). Kepadatan penduduk yang tinggi menyebabkan peluang kontak dengan penderita juga lebih besar sehingga sangat berpengaruh terhadap penularan penyakit terutama tuberkulosis paru. Selain itu, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Siwiendrayanti, dkk 2018) bahwa dataran rendah lebih berisiko terhadap kejadian tuberkulosis. Ketinggian wilayah berpengaruh terhadap suhu, udara, serta kelembaban yang mampu mempengaruhi kehidupan *Mycobacterium tuberculosis*.

Faktor lain yang dapat mempengaruhi kejadian tuberkulosis adalah fasilitas pelayanan kesehatan. Jarak rumah yang jauh dengan fasilitas pelayanan kesehatan dapat menyebabkan masyarakat sulit untuk mendapatkan promosi kesehatan maupun pelayanan kesehatan secara optimal. (Dewi dan Selviana, 2018). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Ayomi, Setiani dan Joko, 2012 menunjukkan hasil bahwa terdapat hubungan antara jarak pelayanan kesehatan dengan penderita tuberkulosis paru dengan nilai  $p = 0,018$  dan  $OR = 2,862$ .

Penyakit tuberkulosis merupakan penyakit yang berbasis lingkungan yang dapat ditularkan melalui udara. Rumah tinggal merupakan salah satu lingkungan yang dapat mempengaruhi penyebaran tuberkulosis. Rumah yang sehat dapat berpengaruh pada kejadian tuberkulosis berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Mahmuda dan Rahmaniati, 2014) diperoleh hasil bahwa seseorang yang tinggal pada rumah tidak sehat dan status ekonomi rendah memiliki peluang untuk menderita tuberkulosis paru 2,152 kali lebih besar daripada orang yang memiliki rumah sehat.

Beberapa faktor terjadinya penyakit tuberkulosis ada hubungannya dengan wilayah. Oleh sebab itu, salah satu cara dalam penyampaian informasi berdasarkan wilayah yaitu dengan menggunakan analisis spasial. Analisis spasial yaitu suatu bidang di mana menggabungkan penelitian di bidang kesehatan dengan menggunakan *Geographic Information System* (GIS) melalui studi epidemiologi berbasis lingkungan. (Hartanto dkk., 2017).

Analisis spasial atau geospasial dapat digunakan untuk mendeteksi area dengan risiko tinggi penyakit tuberkulosis (Wardani, 2016). Hingga saat ini, *Geographic Information System* (GIS) digunakan sebagai alat bantu survailans pada bidang kesehatan bahkan pada tingkat lanjut. Selain itu, dengan menggunakan GIS dapat memudahkan dalam mendapatkan gambaran spasial dan temporal kasus tuberkulosis sehingga dapat mengidentifikasi faktor demografi, perilaku dan geografi terhadap penyebaran penyakit dan memberikan petunjuk kepada pemerintah dalam melakukan intervensi kesehatan masyarakat dengan efektif. (Sasmita, Junaid dan Ainurafiq, 2017)

Kasus tuberkulosis di kota Palopo cenderung meningkat tiap tahunnya. Selain itu, data tuberkulosis di Kota Palopo belum berbentuk Sistem Informasi Geografis dan pemetaan sebaran kasus belum dilakukan. Hal tersebut menyebabkan gambaran distribusi kasus tuberkulosis berdasarkan kecamatan tidak diketahui secara pasti. Oleh sebab itu, untuk mengetahui gambaran spasial kasus tuberkulosis di Kota Palopo pada tahun 2020 peneliti menggunakan data sekunder yang diperoleh dari berbagai instansi.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah Bagaimana Analisis Spasial Kasus Tuberkulosis di Kota Palopo Tahun 2020?

## **A. Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

## **1. Tujuan Umum**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Analisis Spasial Kasus Tuberkulosis di Kota Palopo Tahun 2020.

## **2. Tujuan Khusus**

- a. Untuk mengetahui sebaran kasus tuberkulosis berdasarkan jenis kelamin dan umur di Kota Palopo Tahun 2020.
- b. Untuk mengetahui sebaran jumlah kasus dan *Insiden Rate* (IR) tuberkulosis berdasarkan kecamatan di Kota Palopo Tahun 2020.
- c. Untuk mengetahui korelasi kasus tuberkulosis menurut kepadatan penduduk secara spasial di Kota Palopo pada tahun 2020.
- d. Untuk mengetahui korelasi kasus tuberkulosis menurut fasilitas pelayanan kesehatan secara spasial di Kota Palopo pada tahun 2020.
- e. Untuk mengetahui korelasi kasus tuberkulosis menurut jumlah keluarga miskin secara spasial di Kota Palopo pada tahun 2020.
- f. Untuk mengetahui korelasi kasus tuberkulosis menurut rumah sehat secara spasial di Kota Palopo pada tahun 2020.
- g. Untuk mengetahui korelasi kasus tuberkulosis menurut ketinggian wilayah secara spasial di Kota Palopo pada tahun 2020.

## **B. Manfaat Penelitian**

### **1. Manfaat Praktis**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah khasanah keilmuan dalam bidang kesehatan masyarakat dan dapat menjadi sebuah referensi terkait

gambaran kasus tuberkulosis secara spasial di Kota Palopo pada tahun 2020.

## **2. Manfaat Ilmiah**

### **a. Untuk Pemerintah Kota Palopo**

Penelitian ini dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan intervensi kesehatan masyarakat dalam penanganan tuberkulosis dengan efektif.

### **b. Untuk Peneliti Selanjutnya**

Penelitian ini dapat menjadi latar belakang atau dasar untuk pengembangan penelitian lebih lanjut mengenai analisis spasial kasus tuberkulosis ataupun penyakit lainnya di Kota Palopo pada tahun 2020.

### **c. Untuk Dinas Kesehatan Kota Palopo**

Penelitian ini dapat menjadi referensi bagi Dinas Kesehatan Kota Palopo untuk mengetahui besaran masalah tuberkulosis yang terjadi di Kota Palopo serta kiranya penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu pertimbangan dalam pengambilan kebijakan untuk mengendalikan sebaran kasus penyakit tuberkulosis di Kota Palopo.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Tinjauan Umum Tuberkulosis**

##### **1. Pengertian Tuberkulosis**

Tuberkulosis merupakan salah satu penyakit menular yang disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis*. Sebagian besar bakteri tuberkulosis menyerang paru, tetapi dapat pula menyerang organ tubuh lainnya. Penyakit ini menyebar melalui droplet (dahak) seseorang yang telah terinfeksi basil tuberkulosis. Beberapa gejala utama seseorang yang terinfeksi bakteri ini yaitu mengalami batuk selama dua minggu atau lebih, batuk yang disertai dengan gejala tambahan yaitu dahak, terdapat darah pada dahak, mengalami sesak nafas, nafsu makan menurun, badan lemas, malaise, demam yang lebih dari 1 bulan dan berkeringat pada malam hari tanpa adanya kegiatan fisik (Kementrian Kesehatan RI, 2016a). Tuberkulosis adalah penyakit yang menular dari orang sakit ke orang sehat dengan menghirup udara yang mengandung bakteri tuberkulosis. (Campo dan Kawamura, 2017).

##### **2. Etiologi Tuberkulosis**

*Mycobacterium tuberculosis* atau yang disebut sebagai *tubercle bacillus* merupakan mikobakteri penyebab utama tuberkulosis pada manusia. Bakteri ini berbentuk batang (basil) dan bersifat non motil (tidak bias bergerak sendiri). Ukuran dari bakteri tuberkulosis yaitu memiliki lebar 0,3-0,56  $\mu\text{m}$  dan panjang 1-4  $\mu\text{m}$ . *Mycobacterium tuberculosis*

merupakan organisme yang membutuhkan oksigen untuk tumbuh atau biasa disebut dengan *obligate aerobe*. Oleh sebab itu, bakteri ini banyak ditemukan pada lobus paru-paru bagian atas di mana memiliki aliran udara yang baik. Selain itu, *Mycobacterium tuberculosis* merupakan parasit intraseluler fakultatif, yaitu patogen yang dapat hidup dengan memperbanyak diri di luar ataupun di dalam hospes (sel fagositik), khususnya monosit dan makrofag. (Irianti dkk., 2016). Bakteri ini memerlukan waktu 14 sampai 20 jam untuk membelah dari 1-2 kuman. (Najmah, 2015)

### **3. Cara Penularan Tuberkulosis**

*Mycobacterium Tuberculosis* menular melalui media udara (*airborne*) dari satu orang ke orang lain. Bakteri keluar dari paru-paru dalam bentuk droplet (percikan dahak) ketika penderita TB BTA (+) batuk, bersin, berbicara ataupun bernyanyi. Ketika orang yang di sekitar menghirup bakteri maka orang tersebut akan terinfeksi dan bakteri tersebut akan menetap di paru-paru dan mulai berkembang biak. (Centers for Disease Control and Prevention, 2014).

Saat bakteri masuk ke dalam paru-paru manusia melalui saluran pernapasan, maka bakteri tersebut akan menyebar langsung ke organ-organ tubuh lainnya melalui saluran peredaran darah, saluran nafas, saluran limfe atau menyebar langsung ke organ tubuh lainnya. Banyaknya kuman yang dikeluarkan oleh paru penderita menentukan daya penularan bakteri tersebut. Artinya semakin tinggi derajat positif hasil pemeriksaan

dahak penderita maka semakin besar peluang penderita menularkan kuman. Namun, bila hasil pemeriksaan dahak penderita negatif (tidak terdapat kuman), maka penderita tersebut dianggap tidak menular. Kemungkinan seseorang dapat terinfeksi bakteri tuberkulosis dipengaruhi oleh lamanya pajanan/kontak, jumlah kuman yang terhirup, dan konsentrasi percik nerik di udara. (Kementrian Kesehatan RI, 2012)

Tidak semua orang yang terinfeksi bakteri tuberkulosis akan menjadi sakit. Bakteri Tuberkulosis dapat bersembunyi di dalam tubuh selama berbulan-bulan dan bahkan bertahun-tahun sebelum membuat penderita sakit dan menunjukkan gejala. Kondisi tersebut disebut dengan tuberkulosis laten. Orang dengan infeksi tuberkulosis laten dalam keadaan yang baik dan tidak memiliki gejala serta tidak dapat menyebarkan bakteri ke orang lain. (Newzeland Ministry of Health, 2016). Risiko penyakit tuberkulosis aktif setelah infeksi tergantung pada beberapa faktor dan yang terpenting yaitu status imunologi. (World Health Organization, 2018)

#### **4. Riwayat Alamiah Tuberkulosis**

Riwayat alamiah penyakit merupakan suatu proses perkembangan penyakit tanpa adanya intervensi yang sengaja dan terencana yang dilakukan oleh manusia. (Shalahuddin dkk, 2019). Perjalanan alamiah tuberkulosis pada manusia terdiri dari 4 tahapan yaitu: (Kementrian Kesehatan RI, 2016)

##### **a. Tahap Paparan**



Peluang peningkatan paparan tuberkulosis terhadap manusia terkait dengan beberapa hal yaitu jumlah kasus menular di masyarakat, tingkat daya tular dahak sumber penularan, kedekatan kontak dengan sumber penularan, peluang kontak dengan kasus menular, lamanya waktu kontak dengan sumber penularan dan intensitas batuk sumber penularan.

b. Tahapan Infeksi

Infeksi merupakan suatu proses masuknya mikroorganisme ke dalam tubuh yang kemudian berkembang biak dan menimbulkan penyakit. Infeksi dimulai ketika kuman tuberkulosis berkembangbiak di dalam tubuh dengan melakukan pembelahan diri di paru sehingga menyebabkan terjadinya peradangan di dalam paru. Umumnya respon daya tahan tubuh akan terjadi sekitar 4 – 6 minggu setelah terjadinya infeksi. Reaksi daya tahan tubuh (imunitas seluler) dapat menghentikan perkembangan kuman tuberkulosis meskipun beberapa kuman tidur (*dormant*). Namun, bila daya tahan tubuh tidak dapat menghentikan perkembangan bakteri tuberkulosis tersebut maka dalam beberapa bulan orang yang terinfeksi akan menjadi penderita tuberkulosis.

c. Menderita Sakit

Faktor risiko untuk penderita mengalami sakit tuberkulosis tergantung pada beberapa hal yaitu:

- 1) Lamanya waktu sejak terinfeksi.
- 2) Umur seseorang yang terinfeksi.
- 3) Tingkat daya tahan tubuh/imunitas seseorang. Orang dengan daya tahan tubuh yang lemah seperti malnutrisi (gizi buruk) dan infeksi HIV/AIDS dapat mempermudah berkembangnya TB aktif dan menjadi sakit TB.
- 4) Infeksi HIV, orang yang terinfeksi tuberkulosis 10% diantaranya akan berkembang menjadi sakit TB. Sedangkan risiko orang dengan HIV untuk menjadi sakit TB sebesar 20-37 kali dibandingkan orang yang tidak terinfeksi HIV.

d. Meninggal Dunia

Faktor risiko penderita tuberkulosis mengalami kematian dapat dikarenakan beberapa hal, yaitu:

- 1) Keterlambatan diagnosis.
- 2) Pengobatan yang tidak adekuat.
- 3) Kondisi kesehatan awal penderita atau adanya penyakit penyerta.
- 4) Pada pasien tuberkulosis tanpa pengobatan 50% diantaranya akan meninggal dan juga risiko akan

meningkat pada pasien dengan HIV positif. 25% kematian pada ODHA disebabkan oleh Tuberkulosis (TB).

## 5. Klasifikasi Tuberkulosis

Berdasarkan Pedoman Nasional Penanggulangan Tuberkulosis tahun 2014, defisini pasien tuberkulosis terbagi menjadi dua yaitu pasien tuberkulosis berdasarkan hasil konfirmasi pemeriksaan bakteriologis dan pasien tuberkulosis terdiagnosis secara klinis.

- a. Pasien tuberkulosis berdasarkan hasil konfirmasi pemeriksaan bakteriologis, yaitu pasien tuberkulosis yang dikelompokkan berdasarkan hasil pemeriksaan contoh uji biologinya yaitu dengan pemeriksaan mikroskopis langsung, biakan, ataupun tes diagnostik cepat yang direkomendasikan oleh kementerian kesehatan Republik Indonesia seperti GeneXpert. Adapun kelompok pasien dalam kelompok ini yaitu:
  - 1) Pasien TB paru BTA positif
  - 2) Pasien TB paru hasil biakan *M.tb* positif
  - 3) Pasien TB paru hasil tes cepat *M.tb* positif
  - 4) Pasien TB ekstraparu terkonfirmasi secara bakteriologis, baik dengan BTA, biakan, ataupun tes cepat dari contoh uji jaringan yang terkena.
  - 5) TB anak yang terdiagnosis melalui pemeriksaan bakteriologis.

b. Pasien tuberkulosis terdiagnosis secara klinik, yaitu pasien yang tidak memenuhi karakteristik secara bakteriologis tetapi didiagnosis sebagai pasien tuberkulosis aktif oleh dokter dan diputuskan untuk menjalani pengobatan tuberkulosis. Adapun kelompok pasien yang masuk dalam kelompok ini yaitu:

- 1) Pasien TB paru BTA negatif dengan hasil pemeriksaan foto toraks mengandung tuberkulosis.
- 2) Pasien TB ekstraparu yang terdiagnosis secara klinis dan laboratoris serta histopatologis tanpa konfirmasi bakteriologis.
- 3) TB anak yang terdiagnosis dengan sistem skoring.

Selain di atas, klasifikasi pasien tuberkulosis terbagi menjadi 4 yaitu menurut lokasi anatomi dari penyakit, riwayat pengobatan sebelumnya, hasil pemeriksaan uji kepekaan obat, dan status HIV.

**a. Klasifikasi berdasarkan lokasi anatomi dari penyakit**

- 1) Tuberkulosis paru: adalah tuberkulosis yang terjadi pada parenkim/jaringan paru. Miller TB dianggap sebagai tuberkulosis paru karena terdapat lesi pada jaringan paru. Adapun pasien yang menderita tuberkulosis paru sekaligus tuberkulosis ekstra paru tetap diklasifikasikan sebagai pasien tuberkulosis paru.
- 2) Tuberkulosis ekstra paru: adalah tuberkulosis yang terjadi pada organ selain paru, misalnya kelenjar limfe, pleura, abdomen, saluran kulit, sendi, kencing, selaput tulang dan otak. adapun

pasien tuberkulosis ekstra paru yang menderita TB pada beberapa organ maka diklasifikasikan sebagai pasien tuberkulosis ekstra paru pada organ menunjukkan gambaran tuberkulosis terberat.

**b. Klasifikasi berdasarkan riwayat pengobatan sebelumnya**

- 1) Pasien baru TB: yaitu pasien yang belum pernah mendapatkan pengobatan tuberkulosis sebelumnya atau sudah pernah menelan Obat Anti Tuberkulosis (OAT) namun kurang dari 1 bulan/ $<28$  dosis.
- 2) Pasien yang pernah diobati TB: yaitu pasien yang pernah menelan Obat Anti Tuberkulosis (OAT) selama 1 bulan atau lebih/ $\geq 28$  dosis. Adapun pasien yang pernah diobati kemudian diklasifikasikan berdasarkan hasil pengobatan tuberkulosis terakhir, yaitu:
  - a) Pasien kambuh, yaitu pasien tuberkulosis yang sudah pernah dinyatakan sembuh atau dengan pengobatan lengkap dan saat ini didiagnosa tuberkulosis berdasarkan hasil pemeriksaan bakteriologis atau klinis (baik karena reinfeksi atau benar-benar kambuh).
  - b) Pasien yang diobati kembali setelah gagal, yaitu pasien tuberkulosis yang pernah diobati dan dinyatakan gagal pada pengobatan terakhir.

c) Pasien yang diobati kembali setelah putus berobat (*lost to follow-up*) yaitu pasien tuberkulosis yang pernah diobati dan dinyatakan putus berobat.

d) Lain-lain, yaitu pasien tuberkulosis yang pernah diobati tetapi hasil akhir pengobatannya tidak diketahui.

3) Pasien yang riwayat pengobatan sebelumnya tidak diketahui.

**c. Klasifikasi berdasarkan hasil kepekaan obat**

1) *Mono Resistan* (TB MR), yaitu resistan terhadap salah satu jenis obat anti tuberkulosis lini pertama saja.

2) *Poli Resistant* (TB PR), yaitu resistan terhadap lebih dari salah satu jenis obat anti tuberkulosis lini pertama selain Rifampisin dan Isoniazid secara bersamaan.

3) *Multi Drug Resistant* (MDR TB), yaitu resistan terhadap Rifampisin dan Isoniazid secara bersamaan.

4) *Extensive drug resistant* (TB XDR), yaitu resistan terhadap salah satu obat anti tuberkulosis golongan fluorokunolam dan minimal salah satu obat anti tuberkulosis lini kedua jenis suntikan (Amikasin, Kanamisin, dan Kapreomisin).

5) Resistan Rifampisin (TB RR), yaitu resistan terhadap Rifampisin dengan atau tanpa resistan obat anti tuberkulosis lain yang terdeteksi menggunakan metode fenotip (konvensional) dan metode genotip (konvensional).

**d. Klasifikasi pasien tb berdasarkan status HIV**

- 1) Pasien tuberkulosis dengan HIV positif (pasien ko-infeksi TB/HIV) yaitu pasien dengan hasil tes HIV positif sebelumnya atau sedang mendapatkan ART, atau hasil tes HIV positif saat didiagnosis tuberkulosis.
- 2) Pasien tuberkulosis dengan HIV negatif, yaitu pasien tuberkulosis yang sebelumnya dengan hasil tes HIV negatif dan pada saat diagnosis tuberkulosis hasil tes HIV negatif.

## **6. Diagnosis Tuberkulosis**

Berdasarkan Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor HK.01.07/MENKES/755/2019 tentang Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Tuberkulosis. Diagnosis pada semua pasien terduga tuberkulosis harus melakukan pemeriksaan bakteriologis untuk menkonfirmasi penyakit tuberkulosis. Adapun pemeriksaan bakteriologis yaitu merujuk pada pemeriksaan apusan dari sediaan biologis dengan menggunakan dahak atau spesimen lain, pemeriksaan biakan dan identifikasi *Mycobacterium tuberculosis* atau metode diagnostik cepat seperti yang direkomendasikan oleh *World Health Organization* (WHO).

Laboratorium yang terpantau mutunya berdasarkan pemantauan mutu wilayah pada suatu wilayah, kasus TB paru BTA Positif ditegakkan berdasarkan hasil pemeriksaan BTA Positif minimal dari satu spesimen. Adapun pada laboratorium yang tidak terpantau mutunya maka kasus TB

paru BTA positif ditegakkan paling sedikit dengan dua spesimen dengan BTA positif.

*World Health Organization* (WHO) merekomendasikan pemeriksaan biakan dan uji kepekaan minimal terhadap isoniazid dan rifampisin pada beberapa kelompok pasien sebagai berikut:

- a. Seluruh pasien dengan riwayat pengobatan Obat Anti Tuberkulosis (OAT) karena TB resistan obat sebagian besar ditemukan terutama pada pasien dengan pengobatan yang gagal sebelumnya.
- b. Seluruh pasien dengan HIV yang didiagnosis TB aktif, terutama mereka yang tinggal di daerah dengan prevalensi TB RO yang tinggi.
- c. Pasien dengan TB aktif yang terpajan dengan pasien TB RO.
- d. Seluruh pasien baru di daerah dengan kasus TB RO primer >3%.
- e. Pasien baru atau riwayat OAT dengan sputum BTA tetap positif pada akhir fase intensif sehingga sebaiknya dilakukan pemeriksaan sputum BTA pada bulan berikutnya.

Adapun 2 metode yang dapat dilakukan dalam pemeriksaan biakan dan uji kepekaan, sebagai berikut:

1. Metode konvensional uji kepekaan obat

Pemeriksaan biakan *Mycobacterium Tuberculosis* dapat dilakukan dengan menggunakan dua macam medium padat



yaitu *Lowenstein Jansen/LJ* atau Ogawa yang memerlukan waktu 28-24 hari. Selain itu dan juga dapat menggunakan media cair yaitu *Mycobacterium growth indicator tube/MGIT* dengan waktu yang singkat yaitu minimal 2 minggu.

2. Metode cepat uji kepekaan obat (uji diagnostik molekular cepat)

Pemeriksaan molekular berguna untuk mendeteksi DNA *Mycobacterium Tuberculosis* dan merupakan metode pemeriksaan tercepat yang dapat dilakukan di Indonesia. Dengan menggunakan metode ini dapat mendeteksi *Mycobacterium Tuberculosis* dan membedakannya dengan *Non-Tuberculous Mycobacteri*.

Pemeriksaan dengan Tes Cepat Molekular (TCM) dapat mendeteksi *Mycobacterium Tuberculosis* dan gen pengkode resistan rifampisin pada sputum kurang lebih dalam waktu 2 jam. Konfirmasi hasil uji kepekaan Obat Anti Tuberkulosis (OAT) dengan menggunakan metode konvensional masih digunakan sebagai baku emas (*gold standard*). Penggunaan Tes Cepat Molekular (TCM) tidak dapat menyingkirkan uji kepekaan konvensional dan metode biakan yang diperlukan dalam menegakkan diagnosis definitis tuberkulosis terutama pada pasien dengan pemeriksaan mikroskopis apusan BTA- dan uji kepekaan Obat Anti Tuberkulosis (OAT) untuk mengetahui resistansi selain rifampisin. Sedangkan bila pada kondisi di mana tidak berhasil mendapatkan sputum

secara ekspektorasi spontan maka dapat dilakukan induksi sputum atau prosedur invasif seperti torakoskopi dan bronkoskopi. Adapun pemeriksaan tambahan pada semua pasien tuberkulosis yang terkonfirmasi bakteriologis maupun terdiagnosis klinis yaitu pemeriksaan gula darah dan HIV. Pemeriksaan lain dapat dilakukan sesuai dengan indikasi misalnya fungsi ginjal, fungsi hati, dan lain-lain.

## **B. Tinjauan Umum Faktor Risiko Tuberkulosis Paru**

### **1. Lingkungan Fisik**

#### **a. Iklim**

##### **1) Kelembaban Udara**

Kelembaban udara sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri/patogen. Semakin meningkat kelembaban udara maka semakin baik pula untuk bakteri atau patogen untuk berkembangbiak termasuk bakteri tuberkulosis. Kelembaban yang lebih dari 70% merupakan sarana yang baik bagi mikroorganisme seperti *Mycobacterium* untuk dapat berkembangbiak. (Indriyani, Istiqomah dan Anwar, 2016). Selain itu, semakin lembab keadaan di dalam suatu rumah maka bakteri tuberkulosis yang dikeluarkan oleh seorang penderita dapat bertahan dalam waktu yang lebih lama sehingga sangat berisiko tinggi menyebabkan transmisi penularan terhadap penghuni rumah. (Herlina dan Erris, 2015).

## 2) Suhu Udara

Suhu berpengaruh terhadap transmisi dan penularan bakteri penyebab tuberkulosis. Bakteri *Mycobacterium tuberculosis* berkembang biak dengan baik pada rentang 25°C – 40°C, namun secara optimal tumbuh pada rentang suhu 31°C – 37°C. Suhu udara berkaitan dengan kelembaban udara di mana semakin tinggi suhu udara maka semakin tinggi pula kelembaban udaranya sehingga dapat menyebabkan bakteri tuberkulosis dapat bertahan hidup lebih lama dan semakin tinggi penularan dapat terjadi. (Hartanto dkk., 2017)

## 3) Intensitas Cahaya Matahari

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077 Tahun 2011 syarat pencahayaan dalam ruang rumah yaitu lebih besar sama dengan 60 lux. Sinar matahari yang kurang dalam rumah dapat menyebabkan rumah menjadi gelap dan lembab sehingga bakteri dapat bertahan berhari-hari bahkan sampai berbulan-bulan di dalam rumah. (Kurniawati, 2019). Bakteri tuberkulosis dapat cepat mati dengan adanya pencahayaan dari sinar matahari langsung. Dengan pemanfaatan cahaya matahari langsung pada pagi hari dapat mencegah penyakit tuberkulosis. Cahaya matahari pada pagi hari mengandung sinar ultraviolet yang dapat membunuh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. (Anggraeni, dkk 2015).

#### **4) Curah Hujan**

Intensitas curah hujan pada suatu tempat dapat dipengaruhi beberapa hal yaitu ketinggian wilayah/topografi, iklim, dan perputaran atau pertemuan arus angin. Banyaknya curah hujan beragam menurut waktu dan letak (Hikma dkk, 2016). Curah hujan yang meningkat dapat mempengaruhi terhadap perubahan kelembaban udara dan suhu udara, sehingga akan berpengaruh terhadap kemampuan hidup bakteri tuberkulosis. Saat musim penghujan bakteri tuberkulosis dapat bertahan lebih lama karena minimnya sinar matahari yang dapat membunuh bakteri tuberkulosis. (Fitria dkk, 2014)

#### **b. Rumah Sehat**

Berdasarkan teori Winslow, perumahan sehat harus memenuhi 4 kriteria. Adapun kriteria tersebut yaitu: (Irianto, 2014)

##### **1) Harus Memenuhi Kebutuhan Fisiologi**

Rumah yang harus memenuhi kebutuhan fisiologi yaitu rumah dengan pencahayaan yang memenuhi syarat, suhu ruangan yang sesuai, ventilasi yang cukup, harus cukup memiliki isolasi udara, memiliki pertukaran udara yang baik, serta terhindar dari kebisingan yang mengganggu dan terdapat privasi bagi setiap penghuninya, sehingga penghuni dapat melakukan kegiatannya dan rumah tersebut dapat berfungsi sebagai tempat istirahat yang menyenangkan.

## 2) Memenuhi Kebutuhan Psikologis

Rumah yang memenuhi kebutuhan psikologis yaitu rumah yang dapat memberikan kesempatan bagi penghuni dapat mengembangkan pribadinya masing-masing. Adapun diantaranya yaitu:

- a) Rumah yang memenuhi keindahan (estetis) di sekitarnya sehingga rumah tersebut menjadi pusat kesenangan rumah tangga yang sehat.
- b) Setiap anggota rumah tangga memiliki jaminan kebebasan yang cukup
- c) Memiliki ruangan sendiri bagi setiap anggota keluarga agar rahasia pribadi tidak terganggu terutama pada anggota keluarga yang telah dewasa.
- d) Terdapat suatu ruangan yang dapat menjadi tempat berkumpul semua anggota keluarga.
- e) Terdapat ruang tamu yaitu ruangan untuk bermasyarakat.

## 3) Mencegah Terjadinya Kecelakaan

Rumah harus dapat mencegah atau dapat mengurangi kecelakaan termasuk keruntuhan, jatuh, dan kebakaran, adapun syaratnya yaitu:

- a) Rumah memiliki konstruksi dan bahan bangunan yang tidak mudah runtuh/kuat.

- b) Sarana pencegahan terjadinya kecelakaan di kolam, sumur, ataupun tempat lain terutama untuk anak-anak.
- c) Rumah diusahakan tidak mudah untuk terbakar.
- d) Rumah memiliki alat pemadam kebakaran terutama pada rumah yang menggunakan gas.

#### 4) Menghindari Terjadinya Penyakit

Rumah yang sehat yang dapat menghindari/mencegah dari penyakit yaitu:

- a) Terdapat sumber air yang sehat baik dari segi kualitas dan kuantitasnya.
- b) Terdapat tempat pembuangan sampah, kotoran, serta air limbah yang baik.
- c) Rumah harus dapat mencegah perkembangbiakan vektor seperti tikus, nyamuk, lalatm dan sebagainya.
- d) Rumah harus memiliki kamar tidur yang luas yaitu kira-kira 5 m<sup>2</sup> per kapita per luas lantai.

Adapun berdasarkan keputusan Menteri Kesehatan Nomor 829/Menkes/SK/VII/1999 tentang Pesyaratan Kesehatan Rumah Tinggal, yaitu:

##### 1) Bahan Bangunan

- a) Tidak terbuat dari bahan yang dapat melepaskan bahan yang bisa membahayakan kesehatan seperti debu total kurang dari

150 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ , plumbum (Pb) kurang dari 300mg/kg bahan, serta asbestos kurang dari 0,5 serat/ $\text{m}^3$  per 24 jam.

b) Bahan tidak menyebabkan tumbuh dan berkembangnya mikroorganisme patogen.

2) Komponen dan Penataan Ruangan

a) Lantai kedap air dan mudah dibersihkan

b) Dinding rumah memiliki ventilasi, untuk kamar cuci dan kamar mandi mudah dibersihkan dan kedap air

c) Langit-langit rumah mudah untuk dibersihkan

d) Ruang ditata sesuai dengan fungsi dan peruntukannya

3) Pencahayaan

Pencahayaan alam dan/atau buatan tidak langsung/langsung dapat menerangi seluruh ruangan dengan intensitas penerangan minimal 60 lux serta tidak menyilaukan mata.

4) Kualitas Udara

a) Suhu udara nyaman antara 18 °C sampai 30°C

b) Kelembaban udara antara 40% sampai 70%

5) Ventilasi

Luas lubang ventilasi alamiah yang permanen yaitu minimal 10% dari luas lantai.

6) Vektor Penyakit

Tidak terdapat nyamuk, lalat, ataupun tikus yang bersarang di dalam rumah.

7) Penyediaan Air

Tersedia sarana penyediaan air bersih dengan kapasitas minimal 60 liter/orang/hari.

8) Pembuangan Limbah

a) Limbah cair yang berasal dari rumah tangga tidak mencemari sumber air, permukaan tanah, dan tidak menimbulkan bau.

b) Limbah padat harus dikelola dengan baik agar tidak mencemari air tanah, permukaan tanah, dan tidak menimbulkan bau.

9) Kepadatan Hunian

Luas kamar tidur yaitu  $8\text{m}^2$  serta tidak dianjurkan untuk lebih dari 2 orang per kamar tidur.

3. Geografi

a. Ketinggian Wilayah

Ketinggian wilayah berpengaruh terhadap kelembaban udara, suhu udara dan kecepatan angin sehingga dapat mempengaruhi viabilitas bakteri tuberkulosis oleh sebab itu *Mycobacterium tuberculosis* tidak dapat bertahan lama di lingkungan yang memiliki ketinggian tertentu dari permukaan laut (Hartanto dkk., 2017). Semakin tinggi wilayah tersebut maka kelembaban dalam rumah juga akan semakin tinggi sehingga dapat menjadi media yang baik bagi pertumbuhan bakteri penyebab Tuberkulosis dan penularan akan sangat mudah terjadi dengan kondisi tersebut. (Muslimah, 2019)



#### 4. Demografi dan Sosial Ekonomi

##### a. Kepadatan Penduduk

Jumlah dan distribusi penduduk di suatu wilayah menentukan kepadatan penduduk. Kepadatan penduduk di suatu wilayah sebagai salah satu faktor yang menentukan cepat lambatnya suatu penyakit dapat menular. Selain itu, kepadatan wilayah juga menentukan banyak tidaknya penderita jika terjadi perubahan mendadak seperti terjadinya Kejadian Luar Biasa (KLB) dan besar kecilnya tempat pelayanan kesehatan yang memadai. (Hastuti, dkk 2016).

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-1733-2004 tentang tata cara perencanaan lingkungan perumahan di perkotaan, terdapat 3 kategori kepadatan penduduk yaitu kepadatan rendah, kepadatan sedang, kepadatan tinggi, dan kepadatan sangat padat. Kepadatan rendah jika <150 jiwa/ha, kepadatan sedang jika 151-200 jiwa/ha, kepadatan tinggi jika 201-400 jiwa/ha, dan sangat padat jika >400 jiwa/ha.

##### b. Kepadatan Hunian

Kepadatan penghuni adalah suatu perbandingan antara luas lantai rumah dibagi dengan jumlah anggota keluarga di dalam satu rumah tinggal dalam satuan meter persegi ( $m^2$ ). (Effendi, 2020) Kepadatan hunian merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kejadian tuberkulosis. Kepadatan penghuni yang berlebihan di suatu ruangan akan berpengaruh terhadap perkembangan bibit penyakit

seperti tuberkulosis. (Mutassirah, Susilawaty dan Ibrahim, 2017). Semakin banyak jumlah penghuni di suatu ruangan (kamar tidur) maka semakin cepat pula udara ruangan mengalami pencemaran bakteri atau gas. Jumlah penghuni yang banyak akan menyebabkan penurunan kadar oksigen dan diikuti oleh peningkatan CO<sub>2</sub> dan menyebabkan kualitas udara di dalam ruangan berkurang. (Amirus dan Herleni, 2017)

**c. Fasilitas Pelayanan Kesehatan**

Penyakit tuberkulosis dalam penanggulangannya perlu ditunjang oleh sarana prasarana serta sumber daya manusia yang baik dari segi kualitas dan kuantitas. Kemudahan dan ketersediaan dalam menjangkau fasilitas pelayanan kesehatan adalah hal yang penting dalam mencapai derajat kesehatan. Fasilitas kesehatan yang sulit diakses dan jumlahnya kurang dapat menjadi masalah pada keberhasilan pengobatan tuberkulosis. (Dhamayanti dkk., 2020).

**d. Tenaga Kesehatan**

Sumber daya yang memadai merupakan salah satu hal yang diperlukan dalam penanggulangan tuberkulosis. Sumber daya yang menjadi tenaga kesehatan harus memiliki pengetahuan, keterampilan, pengetahuan dan sikap yang baik dalam melaksanakan program tuberkulosis sehingga dapat mencapai tujuan program TB Nasional. (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2008)

#### **e. Status Sosial Ekonomi**

Keadaan sosial ekonomi merupakan faktor yang berkaitan dengan pendidikan, akses terhadap pelayanan kesehatan, dan keadaan sanitasi lingkungan. Menurut WHO tahun 2007, terdapat 90% penderita tuberkulosis di dunia menyerang kelompok sosial ekonomi rendah atau masyarakat miskin. Sosial ekonomi yang rendah dapat berhubungan pada kondisi kepadatan hunian yang tinggi serta buruknya lingkungan. Selain itu, masalah lainnya yaitu masyarakat golongan sosial ekonomi rendah cenderung memiliki masalah kurang gizi. (Siwi, Norlita dan Novita, 2015)

Kemiskinan merupakan penyebab dan menjadi konsekuensi pada penderita tuberkulosis. Penduduk yang miskin dan menderita TB akan lebih banyak menghabiskan waktu dan uang untuk sembuh sehingga hal tersebut akan menyebabkan hilangnya mata pencaharian mereka dan berpengaruh pada kurangnya konsumsi makanan dengan gizi yang baik. Kekurangan gizi yang baik dapat meningkatkan potensi infeksi pada keluarga ataupun pada penderita itu sendiri. (Hasan dan Hartono, 2018)

### **5. Karakteristik Individu**

#### **a. Umur**

Umur merupakan salah satu sifat dari karakteristik individu dalam kategori “orang/who” dalam variabel epidemiologi. Variabel umur merupakan variabel yang penting karena sebagian besar penyakit

ditemukan pada kategori umur tertentu. Penyakit tuberkulosis dapat berperan dalam kejadian tuberkulosis paru di mana kelompok usia produktif secara ekonomis pada rentang umur 15 sampai 50 tahun lebih besar dapat mengalami tuberkulosis. Hal tersebut karena pada usia produktif seseorang lebih cenderung memiliki aktifitas yang tinggi dan lebih banyak berinteraksi dengan banyak orang (bekerja atau sekolah). Interaksi dengan banyak orang dapat memudahkan seseorang dapat tertular penyakit tuberkulosis. (Kemenkes RI, 2012)

**b. Jenis Kelamin**

Jenis kelamin merupakan perbedaan antara perempuan dan laki-laki berdasarkan ciri fisik biologi sejak lahir. Salah satu penyebab penyakit tuberkulosis yaitu disebabkan jenis kelamin. Hal tersebut dikarenakan adanya perbedaan kebiasaan pada laki-laki dan perempuan. Pada umumnya, laki-laki lebih mudah terkena penyakit tuberkulosis dikarenakan kebiasaan hidup yang dimungkinkan yaitu minum alkohol dan merokok sehingga menyebabkan imunitas tubuhnya menurun,. (Damayanti, Susilawaty dan Maqfirah, 2018)

**c. Status Gizi**

Status gizi merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap tuberkulosis. Status gizi yang kurang dapat menyebabkan lemahnya sistem kekebalan tubuh yang berperan dalam mempertahankan diri dari suatu penyakit. (Yuniar dan Lestari, 2017). Seseorang dengan kekebalan tubuh yang buruk menyebabkan respon imunnya buruk pula

sehingga tidak dapat mencegah multiplikasi *Mycobacterium tuberculosis* sehingga dalam beberapa hari/bulan kemudian dapat menjadi sakit. (Hasriani, Rangki dan Fitriani, 2020)

#### **d. Pekerjaan**

Jenis pekerjaan menjadi salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kejadian tuberkulosis. Bila seseorang bekerja pada lingkungan yang berdebu, maka paparan partikel debu di daerah tersebut akan mempengaruhi saluran pernapasan dan menyebabkan gangguan pada saluran pernapasan. Paparan kronis udara yang tercemar dapat meningkatkan morbiditas dan sebagian besar akan menyebabkan terjadinya gejala penyakit saluran pernapasan seperti tuberkulosis paru. Selain itu, jenis pekerjaan dapat berpengaruh pada pendapatan keluarga yang dapat berdampak pada pola hidup sehari-hari seperti pada pola konsumsi makanan. Pemeliharaan kesehatan juga dapat mempengaruhi terhadap konstruksi rumah (kepemilikan rumah) (Siwi, Norlita dan Novita, 2015)

#### **e. Pendidikan**

Menurut teori Natoatmojo, 2012 mengatakan bahwa faktor pendidikan dapat berkaitan langsung pada pengetahuan seseorang sehingga dapat diasumsikan semakin tinggi tingkat pendidikan maka diharapkan semakin meningkat pula pengetahuan. Pendidikan merupakan proses perubahan tata laku dan sikap seseorang ataupun kelompok orang dalam mendewasakan manusia melalui upaya

pengajaran atau pelatihan. Semakin tinggi pendidikan maka kebutuhan serta tuntutan terhadap pelayanan kesehatan semakin meningkat, begitu pun sebaliknya. (Sukmawati, 2017)

#### **f. Imunisasi**

Imunisasi merupakan program yang bertujuan untuk menurunkan angka kematian dan kesakitan dari penyakit yang dapat dicegah dengan menggunakan imunisasi. Begitupula dengan tuberkulosis yang dapat dicegah dengan berbagai cara salah satunya dengan imunisasi atau vaksin BCG (*Bacille Calmette Geurin*). Vaksin ini merupakan vaksin yang terbuat dari bahan kuman tuberkulosis yang hidup namun telah dilemahkan/*arenuated*. Vaksin BCG dapat memberikan daya kekebalan yang bervariasi hingga dapat mengurangi sakit tuberkulosis paru hingga 74%. (Achmadi, 2006)

### **C. Tinjauan Umum Analisis Spasial**

#### **1. Pengertian Analisis Spasial**

Analisis spasial adalah inferensi visual terhadap peta yang merupakan hasil gabungan dari data spasial dan data atribut. Data spasial merujuk pada suatu posisi atau lokasi di permukaan bumi. Sedangkan data atribut yaitu data yang merujuk pada variabel kualitatif seperti jumlah populasi dan lainnya. Analisis spasial dalam epidemiologi tidak hanya sebagai inferensi visual tetapi juga mencakup statistik spasial yang bertujuan untuk memisahkan antara data yang *fitting* dan yang tidak *fitting* dengan model, mengevaluasi terjadinya perbedaan kejadian

menurut area geografi, mengidentifikasi *clustering* penyakit, serta untuk mengukur signifikansi paparan potensial. (Wardani, 2016)

Analisis spasial adalah salah satu metode manajemen penyakit berbasis wilayah dengan menggunakan variabel spasial seperti wilayah urban, wilayah pedesaan, wilayah industri, dan topografi. Analisis spasial merupakan hasil analisis dan uraian tentang data suatu penyakit secara geografi yang berkaitan dengan kependudukan, persebaran faktor risiko lingkungan, sosial ekonomi, ekosistem serta analisa hubungan antar variabel. (Achmadi, 2009). Terdapat 4 data yang dapat digunakan dalam analisis spasial: (Bailey, 2001)

- a. Data agregat, yaitu data yang dikumpulkan dari hasil sensus atau administrasi seperti jumlah kasus, status ekonomi sosial dan lainnya.
- b. Data kasus, yaitu data yang dikumpulkan berdasarkan lokasi orang yang sakit, faktor risiko lingkungan dan lainnya.
- c. Data geostatistik, yaitu data yang dikumpulkan secara langsung pada sampel di lokasi pengambilan data.
- d. Data yang diukur secara terus menerus seperti curah hujan, iklim, dan lainnya.

## **2. Sistem Informasi Geografis**

Sistem Informasi Geografis atau *Geographic Information System* merupakan suatu komponen yang terdiri dari perangkat keras dan lunak, data geografis dan sumber daya manusia yang bekerja bersama secara

efektif untuk memasukkan, menyimpan, memperbaiki, memperbarui, mengelola, memanipulasi, mengintegrasikan, menganalisis, serta menampilkan data suatu informasi dengan berbasis geografis. (Adil, 2017) Menurut John E. Harmon dan Steven J. Anderson, 2003 dalam (Adil, 2017) secara rinci SIG beroperasi dengan menggunakan beberapa komponen yaitu:

- a. Pengguna, yaitu orang yang menjalankan sistem meliputi orang yang mengembangkan, mengoperasikan, serta memperoleh manfaat dari sistem. Kategori orang yang menjadi bagian dari SIG beragam, contohnya analis, operator, *database administrator*, *programmer*, dan bahkan *stakeholder*.
- b. Aplikasi, yaitu prosedur yang digunakan untuk mengolah data menjadi informasi. Contohnya penjumlahan, klasifikasi, koreksi geometri, rotasi, *query*, *join table overlay*, *buffer*, dan lainnya.
- c. Data, yaitu data yang digunakan dalam SIG. Terdapat 2 jenis data yaitu data grafis dan data atribut.
  - 1) Data grafis/posisi/koordinat/spasial merupakan data representasi permukaan bumi/keruangan yang memiliki koordinat lazim yang berupa peta, citra satelit, foto udara, dan sebagainya atau hasil dari interpretasi data-data tersebut.



- 2) Data atribut/nonspasial merupakan data yang merepresentasikan aspek-aspek deskriptif dari fenomena yang dimodelkannya seperti data catatan survey, data sensus penduduk, dan data statistik lainnya.
- d. *Software*, yaitu perangkat lunak GIS yang berupa program aplikasi yang memiliki kemampuan untuk melakukan pengelolaan, penyimpaman, pemrosesan, analisis serta penayangan data spasial. Beberapa contoh *software* SIG yaitu ArcView, QGis, Idrisi, MapInfo, dan lainnya.
  - e. *Hardware*, yaitu perangkat keras yang dibutuhkan untuk menjalankan sistem berupa perangkat komputer, CPU, *printer*, *scanner*, *plotter*, *digitizer*, dan lainnya.
  - f. Metode, sebuah SIG yang baik yaitu apabila didukung dengan sebuah metode perencanaan desain sistem yang baik dan sesuai dengan *business rules* organisasi yang menggunakan SIG tersebut.

Secara garis besar, terdapat 4 tahapan utama dalam Sistem Informasi Geografis (GIS), yaitu: (Astrini dan Oswald, 2012)

- a. Tahap *input* data, yaitu salah satu tahapan kritis, di mana pada tahap ini meliputi proses perencanaan, penentuan tujuan, pengumpulan data dan proses memasukkan data ke dalam komputer.

- b. Tahap pengolahan data, yaitu tahap yang meliputi kegiatan stratifikasi data, kompilasi data, serta *geoprosesing* (*marge, clip, dissolve*).
- c. Tahap analisis data, yaitu tahap di mana dilakukan berbagai macam analisa keruangan seperti *overlay, buffer*, dan lainnya.
- d. Tahap *output*, yaitu tahap akhir yang berkaitan dengan penyajian hasil analisis data. Penyajian data dapat disajikan dalam bentuk peta *hardcopy*, CD sistem informasi, tabulasi data, ataupun dalam bentuk situs *web site*.

#### **D. Kerangka Teori**

Patogenesis (proses kejadian) penyakit berbasis lingkungan dapat diuraikan dengan menggunakan teori simpul, adapun 5 simpul tersebut di antaranya yaitu: (Achmadi, 2008)

##### **1. Simpul 1 (Sumber Penyakit)**

Sumber penyakit merupakan titik yang secara konstan ataupun sporadis dapat berpotensi menular pada manusia baik berupa bakteri, virus, parasit, dan lainnya. Sumber penyakit menular yaitu penderita penyakit menular itu sendiri. Sumber penyakit dapat juga disebut dengan *agent* penyakit. *Agent* penyakit merupakan komponen lingkungan yang dapat menyebabkan gangguan penyakit baik melalui kontak langsung ataupun melalui media perantara.

## **2. Simpul 2 (Media Transmisi Penyakit)**

Media transmisi penyakit adalah komponen lingkungan yang berperan dalam pemindahan *agent* penyakit. Terdapat 5 komponen media transmisi penyakit yaitu air, udara, binatang, tanah (pangan), dan manusia. Media transmisi memiliki potensi penyakit bila mengandung bibit penyakit/*agent* penyakit. Udara dapat dikatakan memiliki potensi menimbulkan penyakit bila di dalamnya terdapat *Mycobacterium tuberculosis*.

## **3. Simpul 3 (Perilaku Pemajanan)**

Agent penyakit baik dengan atau tanpa menumpang komponen lingkungan lain, masuk ke dalam tubuh manusia melalui satu proses yang dikenal sebagai “hubungan interaktif”. Hubungan interaktif antara komponen lingkungan dengan penduduk berikut perilakunya dapat diukur dalam konsep yang disebut sebagai *behavioural exposure* atau perilaku pemajanan. Perilaku pemajanan merupakan jumlah kontak dengan antara manusia dengan komponen lingkungan yang mengandung agent penyakit.

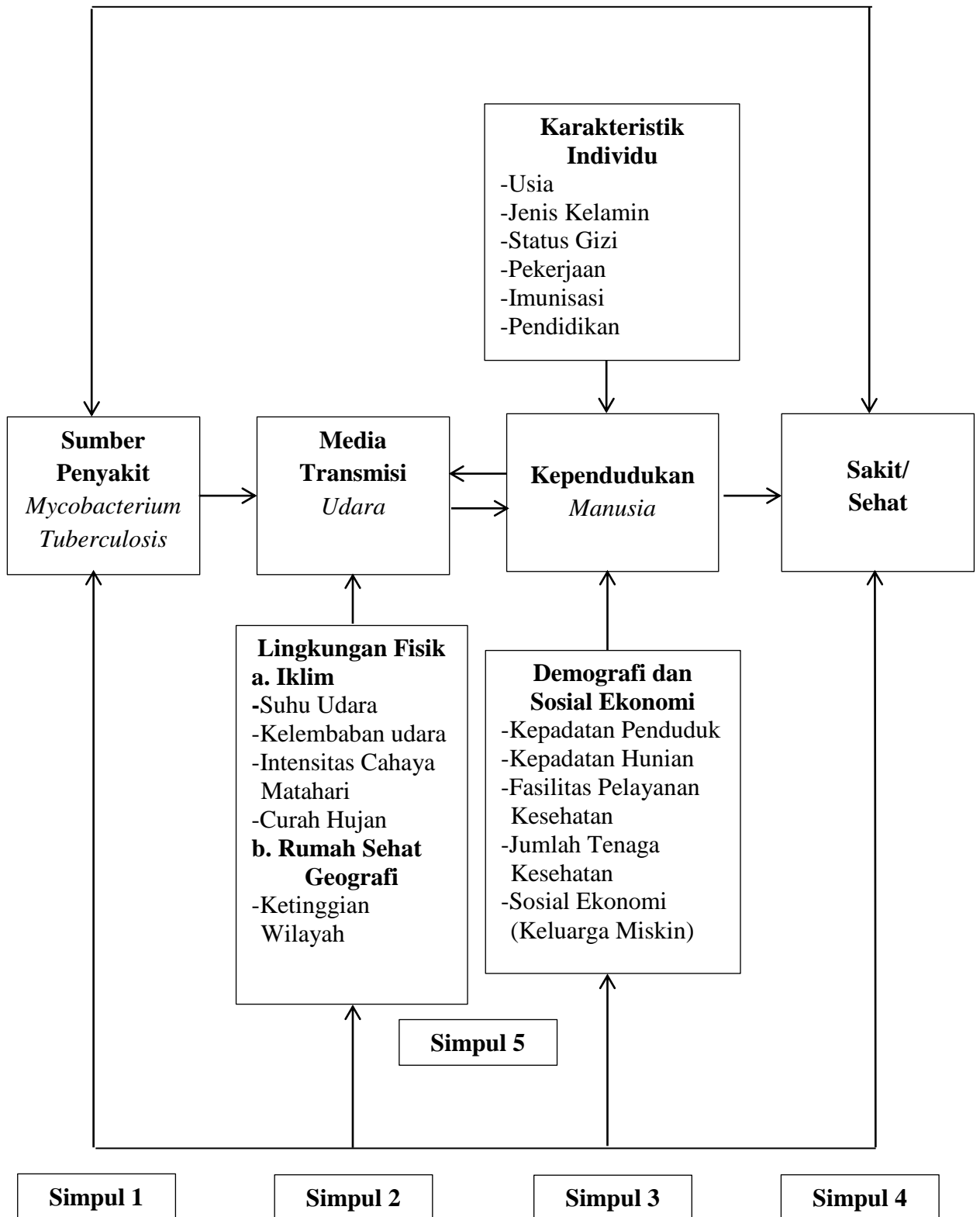
## **4. Simpul 4 (Kejadian Penyakit)**

Kejadian penyakit merupakan hasil hubungan interaktif antara penduduk dengan lingkungan yang berpotensi menimbulkan bahaya gangguan kesehatan. Individu dikatakan sakit apabila salah satu maupun bersama mengalami kelainan dibandingkan dengan rata-rata penduduk lainnya. Kelainan yang dialami biasanya yaitu

kelainan bentuk atau kelainan fungsi, sebagai hasil interaksi dengan lingkungan baik itu lingkungan sosial ataupun lingkungan fisik.

#### **5. Simpul 5 (Variabel Suprasistem)**

Kejadian suatu penyakit masih dipengaruhi oleh beberapa variabel yaitu variabel iklim, topografi, temporal ataupun suprasistem lainnya yakni keputusan politik berupa kebijakan makro yang dapat mempengaruhi seluruh simpul.



Gambar 2.1  
 Kerangka Teori  
 Modifikasi dari Model Simpul (Achmadi, 2008; Achmad, 2010; Irianto, 2014 ; Sun, 2015)