

**PERMODELAN RUANG MASA PENYAKIT  
TUBERKULOSIS DI PULAU PINANG**

**NUR AFIQAH BINTI ARIFFIN**

**UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

**2022**

# **PERMODELAN RUANG MASA PENYAKIT TUBERKULOSIS DI PULAU PINANG**

**oleh**

**NUR AFIQAH BINTI ARIFFIN**

**Tesis ini diserahkan untuk  
memenuhi keperluan bagi  
Ijazah Doktor Falsafah**

**November 2022**

## PENGHARGAAN

‘Dengan Nama Allah yang Maha Pemurah lagi Maha Penyayang’

Alhamdulillah segala puji bagi Allah S.W.T dan selawat serta salam buat junjungan besar Nabi Muhammad S.A.W

Bismillah, terlebih dahulu saya ingin mengambil kesempatan ini untuk memanjatkan rasa kesyukuran ke hadrat Allah Yang Maha Kuasa kerana dengan limpah dan izin-Nya, dengan peluang dan jalanNya telah memberikan ilham dan kekuatan bagi saya menyiapkan kajian ini dan memberikan saya satu fasa baharu dalam kehidupan.

Penghargaan dan ucapan terima kasih yang teramat istimewa ditujukan kepada penyelia utama iaitu Dr Wan Mohd Muhiyuddin Wan Ibrahim dan penyelia Professor Dr Ruslan Rainis yang telah memberikan perhatian, bimbingan dan dorongan serta memberikan kritikan membina sepanjang tempoh saya menyiapkan tesis doktor falsafah ini. Tak lupa juga buat Dekan Prof Dato Dr Narimah Samat yang banyak membantu dan memudahkan urusan sepanjang tempoh menyiapkan kajian ini.

Penghargaan khas juga ditujukan kepada Kementerian Pengajian Tinggi yang telah menyediakan pembiayaan di bawah program MyBrain15. Saya juga ingin merakamkan penghargaan dan ucapan terima kasih kepada Universiti Sains Malaysia yang telah membiayai sebahagian daripada penyelidikan kajian ini melalui geran Skim Geran Jangka Panjang (LRGS): *Evaluation of National TB Prevention and Control Programme towards Achieving Millennium Development Goals (MDG)* (203.PSK.6722006).

Penghargaan dan ucapan terima kasih ditujukan buat Jabatan Kesihatan Negeri Pulau Pinang (JKNPP) cawangan Unit Tibi/Kusta terutamanya kepada Dr. Vasantha a/p Thiruvengadam, Encik Mohd Rosdi bin Abd Rahman dan Encik Abid Mustaqim bin Mukhtar yang sudi berkongsi maklumat, data serta tidak lokek memberi tunjuk ajar dalam semua perkara khususnya berkaitan penyakit Tibi. Selain itu, saya turut berterima kasih kepada Jabatan Perancang Bandar dan Desa Negeri Pulau Pinang khususnya kepada Encik Haji Rosli bin Haron dan Encik Abdul Rahman bin Bakar atas kesudian mereka dalam memberi bantuan berkenaan data serta informasi berguna berkaitan negeri Pulau Pinang. Malah tanpa bantuan mereka, saya mungkin tidak dapat menyiapkan tesis ini dengan sempurna.

Penghargaan teramat istimewa ditujukan kepada suami tercinta Muhd Juraidi bin Mat Yusoff yang sentiasa menyokong serta memberi dorongan tanpa jemu, dan untuk anak-anak Nur Thea Qaireen binti Muhd Juraidi dan Nur Ranea Nellysa binti Muhd Juraidi, Rifaei Wazien bin Muhd Juraidi, terima kasih kerana sentiasa memahami mama. Buat ibu tercinta Maznah binti Sulaiman dan arwah abah Ariffin bin Puteh sentiasa memberi dorongan, pengorbanan wang ringgit, dan doa yang tidak putus buat diri ini sentiasa membuatkan bersemangat tidak pudar. Buat abang dan adik tersayang Muhd Izzuan bin Ariffin dan Nur Aini binti Ariffin, terima kasih atas segala bantuan sepanjang tempoh menyiapkan tesis ini.

Buat sahabat seperjuangan terutamanya rakan makmal Rohayu Haron Narashid, Azizul Ahmad, Ailis Elizabeth Epa, serta rakan-rakan seperjuangan Mohd Azmeer Abu Bakar, Mohd Amirul Mahamud, Norizawati Ayob, Mohd Norarshad, Norhayati Mat Ghani, Nur Fazreen Hamzah, Mohammad Izzamil Mohd Nasir, Sofea Haminah, Mohd Wafi Ramli, Rooney Achui, Dr. Siti Masayu Rosliah, Dr. Nik Norliati

Fitri dan terima kasih atas segala bantuan dan sebagai tempat curahan idea, berkongsi ilmu dan sentiasa ada bagi sepanjang pengajian menyiapkan tesis ini. Tak lupa juga buat seluruh staff Pusat Pengajian Ilmu Kemanusiaan terutamanya Cik Sarina Idris, Encik Mohd Syaiful Azim, Puan Noor Fazlin dan kepada semua yang terlibat secara langsung atau tidak langsung yang telah memudahkan urusan sepanjang pengajian saya. Hanya Allah yang mampu membalas jasa baik kalian semua. InsyAllah.

Terima kasih.

Nur Afiqah Binti Ariffin  
Pusat Pengajian Ilmu Kemanusiaan,  
11800 Universiti Sains Malaysia,  
Pulau Pinang

## JADUAL KANDUNGAN

<b>PENGHARGAAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>JADUAL KANDUNGAN</b> .....	<b>v</b>
<b>SENARAI JADUAL</b> .....	<b>xii</b>
<b>SENARAI RAJAH</b> .....	<b>xiv</b>
<b>SENARAI SINGKATAN</b> .....	<b>xviii</b>
<b>SENARAI LAMPIRAN</b> .....	<b>xix</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>xxi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xxiii</b>
<b>BAB 1 PENGENALAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang Kajian.....	1
1.2 Isu dan Permasalahan Kajian .....	3
1.2.1 Isu Trend Peningkatan dan Penurunan Kes Tibi .....	3
1.2.2 Isu Kelemahan Pengesanan Kejadian Kes Tibi dalam Ruangan dan Ruang-Masa.....	5
1.2.3 Isu Penggunaan dan Penghasilan Model Faktor Risiko .....	10
1.3 Persoalan Kajian.....	11
1.4 Objektif Kajian.....	12
1.5 Skop dan Batasan Kajian.....	12
1.6 Organisasi Penulisan Kajian.....	13
<b>BAB 2 SOROTAN LITERATUR</b> .....	<b>16</b>
2.1 Pengenalan .....	16
2.2 Pengenalan Epidemiologi dan Penyakit Tuberkulosis .....	16
2.3 Perspektif Sejarah Penyakit Tuberkulosis.....	17
2.3.1 Kaedah-Kaedah Diagnosis Penyakit Tuberkulosis .....	19
2.4 Epidemiologi Tuberkulosis Terkini Secara Global dan Lokal.....	20
2.4.1 Beban Tuberkulosis dan Impak Penyakit Tuberkulosis Global .....	20

2.4.2	Enam Teras Pengawalan Penyakit Tuberkulosis .....	21
2.4.3	Beban Tuberkulosis Dan Impak Penyakit Tuberkulosis Malaysia .....	22
2.4.4	Pelan Strategik Kebangsaan Untuk Kawalan Tuberkulosis di Malaysia .....	24
2.5	Teori Kejadian dan Penyebab Penyakit dengan Tuberkulosis .....	25
2.5.1	Teori Kuman dan Model Segitiga (Triad) Epidemiologi dengan Tuberkulosis .....	26
2.5.2	Model Segitiga Epidemiologi, Kaedah Penularan, Patologi dan Patogenesis Tuberkulosis dan Tempoh Pengeraman .....	27
2.5.2(a)	Kedah Penularan/ Mod Transmisi Tuberkulosis .....	29
2.5.2(b)	Patologi dan Patogenesis Tuberkulosis .....	30
2.5.2(c)	Tempoh Pengeraman ( <i>Incubation Period</i> ) Mycobakteria Tuberkulosis .....	32
2.6	Difusi Ruangan Pada Transmisi Penyakit .....	32
2.7	Faktor-Faktor Risiko Tuberkulosis Mengikut Kajian Lepas .....	33
2.8	Pembahagian Faktor-faktor Risiko Mengikut Kajian Lepas .....	37
2.8.1	Faktor-Faktor Risiko Dalaman Perumah (Host) Peringkat Individu .....	38
2.9	Kajian Lepas Faktor Risiko Mengikut Penduduk, Kawasan dan Persekitaran .....	39
2.9.1	Faktor Demografi dengan Penyebaran Tuberkulosis .....	40
2.9.1(a)	Faktor Umur, Jantina .....	40
2.9.1(b)	Faktor Migrasi dan Golongan Imigran .....	42
2.9.2	Faktor Ekonomi dan kesan Sosial .....	44
2.9.3	Faktor Sosial Keadaan Perumahan/Kediaman dan Keluarga .....	48
2.9.4	Faktor Persekitaran dan Kejiranan .....	53
2.9.4(a)	Faktor Kepadatan Penduduk .....	53
2.10	Kajian Ruang Masa dalam Kesihatan Awam .....	54
2.10.1	Database Geospatial Penyakit Tuberkulosis .....	57

2.11	Perspektif Ruangan dalam Epidemiologi Tuberkulosis.....	59
2.11.1	Paparan Taburan Ruangan Penyakit Tuberkulosis.....	59
2.11.2	Penerokaan/ Explorasi (Memahami Taburan dan Penerokaan Corak Ruangan Tuberkulosis).....	60
2.11.2(a)	Autokorelasi Ruangan .....	61
2.11.2(b)	Corak Ruangan Tuberkulosis .....	63
2.11.3	Pemodelan Ruangan Tuberkulosis .....	76
2.11.4	Regresi Global Dan Lokal Dalam Hubungan Antara Kadar Penyakit Tuberkulosis Dengan Faktor-Faktor Risiko Yang Berkaitan .....	78
2.11.4(a)	Model Regresi.....	78
2.11.4(b)	Model Geographically Weighted Regression (GWR) .....	81
2.12	Kerangka Konseptual Kajian.....	102
2.13	Lompang Kajian.....	106
2.14	Kesimpulan.....	108
<b>BAB 3</b>	<b>METODOLOGI KAJIAN.....</b>	<b>109</b>
3.1	Pengenalan .....	109
3.2	Pemilihan Kawasan Kajian .....	110
3.2.1	Negeri Pulau Pinang.....	113
3.3	Reka Bentuk Kajian .....	114
3.4	Carta Aliran Penyelidikan Lengkap .....	115
	Data Banci Penduduk (2010) .....	118
	(Demografi, sosial dan persekitaran).....	118
3.5	Pengumpulan, Merekod Data dan Penggunaan Perisian.....	119
3.5.1	Data Kes Tibi .....	119
3.5.2	Data Bukan Ruangan.....	126
3.5.3	Data Ruangan .....	127
3.6	Analisis Data .....	130



3.6.1	Analisis Data Kuantitatif.....	132
3.6.1(a)	Analisis Data Berbentuk Deskriptif (Analisis Trend Penyakit Tuberkulosis) .....	132
3.6.2	Analisis Penerokaan Taburan Ruangan, Corak Ruangan dan Analisis Ruang-Masa .....	132
3.6.2(a)	Analisis Taburan Ruangan Kes Tuberkulosis .....	133
3.6.2(a)(i)	Lokasi Ciri Pusat .....	133
3.6.2(a)(ii)	Bujuran Sisihan Piawai ( <i>Standard Deviationl Ellipse</i> ).....	134
3.6.2(b)	Analisis Autokorelasi Ruangan Kes Tuberkulosis .....	134
3.6.2(b)(i)	Indeks Moran (Global) .....	134
3.6.2(c)	Analisis Pengelompokan Tuberkulosis dalam Ruangan dan Ruang-Masa.....	136
3.6.2(c)(i)	Analisis Kawasan Panas ( <i>Hotspot</i> ).....	136
3.6.2(c)(ii)	Analisis Retrospektif Pengelompokan Tuberkulosis dalam Ruang-Masa.....	137
3.6.3	Analisis Hubungan Global dan Lokal antara Insiden Tibi dengan Faktor-faktor Risiko.....	143
3.6.3(a)	Explanatori Pembolehubah Bersandar.....	145
3.6.3(b)	Explanatori Pembolehubah Tidak Bersandar: Faktor Demografi .....	145
3.6.3(c)	Explanatori Pembolehubah Tidak Bersandar: Faktor Sosial (Perumahan/ Kediaman dan Keluarga) .....	145
3.6.3(d)	Explanatori Pembolehubah Tidak Bersandar: Faktor Persekitaran dan Kejiranan .....	146
3.6.4	Analisis Kuasa Dua Terkecil (OLS).....	146
3.6.5	Analisis Hubungan Lokal dengan Analisis Geographically Weighted Regression (GWR).....	147
3.6.5(a)	Pemilihan Bandwidth dan Pemberat Kernel.....	148

3.6.5(b)	Pengujian Kesesuaian Model / (Pengujian Goodness of Fit) .....	149
3.6.5(c)	Pengujian Parameter Model.....	150
3.6.5(d)	Pemilihan Model Terbaik .....	150
3.7	Etika Penyelidikan.....	153
3.7.1	Menjaga Hak Peribadi Pesakit .....	153
3.8	Kesimpulan.....	154
<b>BAB 4</b>	<b>TREND KES TUBERKULOSIS DI PULAU PINANG .....</b>	<b>155</b>
4.1	Pengenalan .....	155
4.2	Trend Tahunan Insiden Tuberkulosis daripada Tahun 2013 hingga 2017 di Pulau Pinang.....	155
4.3	Taburan Insiden Tuberkulosis daripada Tahun 2013 hingga 2017 Mengikut Mukim di Pulau Pinang.....	161
4.4	Statistik Profil Demografi Kes Tibi .....	167
4.4.1	Jantina.....	168
4.4.2	Kumpulan Umur.....	169
4.4.3	Kumpulan Etnik .....	170
4.4.4	Bukan Warganegara dan Suntikan Vaksin BCG.....	171
4.5	Kesimpulan.....	174
<b>BAB 5</b>	<b>PENEROKAAN TABURAN RUANGAN, CORAK RUANGAN, PENGELOMPOKAN RUANGAN DAN RUANG-MASA TUBERKULOSIS .....</b>	<b>175</b>
5.1	Pengenalan .....	175
5.2	Penerokaan Taburan Ruangan, Corak Ruangan Dan Pengelompokan Kes Tuberkulosis Ruangan dan Ruang-Masa di Pulau Pinang .....	176
5.2.1	Taburan Ruangan Kes Tuberkulosis .....	176
5.2.1(a)	Lokasi Ciri Pusat .....	176
5.2.1(b)	Pengagihan Arah Taburan .....	178
5.2.2	Autokorelasi Ruangan Menggunakan Kaedah Indeks Moran (Moran's I) Mengikut Mukim .....	181

5.2.3	Pengelompokan Ruang Kes Tuberkulosis Mengikut Titik Kes Tibi Menggunakan Kaedah Getis – Ord Gi* .....	182
5.2.4	Pengelompokan Kes Tuberkulosis Mengikut Mukim Menggunakan Kaedah Pengesanan Ruang-Masa dengan Model Poisson .....	190
5.2.4(a)	Hasil Retrospektif Pengelompokan Ruang-Masa Tibi (7 Hari) bagi Tahun 2013 hingga Tahun 2017 Mengikut Mukim di Pulau Pinang .....	191
5.2.4(b)	Hasil Retrospektif Pengelompokan Ruang-Masa (14 Hari) Tibi bagi Tahun 2013 hingga Tahun 2017 Mengikut Mukim di Pulau Pinang .....	198
5.2.4(c)	Hasil Retrospektif Pengelompokan Ruang-Masa (21 Hari) Tibi bagi Tahun 2013 hingga Tahun 2017 Mengikut Mukim di Pulau Pinang .....	203
5.2.4(d)	Hasil Retrospektif Pengelompokan Ruang-Masa (30 Hari) Tibi bagi Tahun 2013 hingga Tahun 2017 Mengikut Mukim di Pulau Pinang .....	208
5.3	Perbincangan dan Kesimpulan .....	213
<b>BAB 6 HASIL ANALISIS DAN PEMODELAN.....</b>		<b>219</b>
6.1	Pengenalan .....	219
6.2	Hasil Analisis OLS dan Hasil Analisis Regresi Lokal (GWR) Bagi Tahun 2013 hingga Tahun 2017 .....	219
6.2.1	Hasil Ordinary Least Square (OLS) Tahun 2013 hingga Tahun 2017 .....	219
6.2.2	Hasil Regresi Lokal (GWR) Tahun 2013 hingga Tahun 2017.....	223
6.2.2(a)	<i>Bandwidth</i> dan CV.....	223
6.2.2(b)	Pengujian Kesesuaian Model ( <i>Goodness of Fit</i> ) bagi tahun 2013 hingga 2017.....	223
6.2.2(c)	Pengujian Estimasi Parameter <i>Model Geographically Weighted Regression (GWR)</i> bagi Tahun 2013 hingga 2017 .....	231

6.2.2(d)	Pembolehubah-pembolehubah Signifikan di Setiap Mukim bagi Tahun 2013 hingga Tahun 2017 .....	240
6.2.2(e)	Pemilihan Model Terbaik bagi Tahun 2013 hingga Tahun 2017 .....	241
6.3	Perbincangan .....	244
6.4	Sumbangan Kajian dan Cadangan Penyelidikan Lanjutan .....	250
6.5	Kesimpulan.....	251
<b>SENARAI RUJUKAN .....</b>		<b>252</b>
<b>LAMPIRAN</b>		

## SENARAI JADUAL

	<b>Halaman</b>
Jadual 2.1	Faktor Penentu Kebarangkalian Berlaku Transmisi Kuman M. Tuberculosis.....30
Jadual 2.2	Ringkasan Terperinci Kajian Pengelompokan Ruangan dan Ruang-Masa Tuberculosis Global dan Malaysia..... 70
Jadual 2.3	Perbezaan Statistik Global dan Lokal .....82
Jadual 2.4	Ringkasan Terperinci Pemodelan Ruangan Faktor Risiko Tuberculosis Global dan Malaysia .....95
Jadual 3.1	Kadar Insiden Kes Tibi Per 100,000 Penduduk Mengikut Negeri ..... 112
Jadual 3.2	Jumlah Data Kes Tibi Mengikut Tahun 2013 – 2017 di Pulau Pinang ..... 121
Jadual 3.3	Jenis Pembolehubah Utama, Domain dan Indikator Pembolehubah..... 127
Jadual 3.4	Set Data Utama ..... 129
Jadual 3.5	Ringkasan Proses Analisis Ruang – Masa Model Poisson ..... 140
Jadual 3.6	Pembolehubah Yang Digunakan Dalam Pembentukan Model..... 144
Jadual 4.1	Trend Tahunan Kes Tibi di Negeri Pulau Pinang..... 157
Jadual 4.2	Kategori Kes Tibi di Negeri Pulau Pinang ..... 159
Jadual 4.3	Jumlah Kes Tibi di Pulau Pinang Mengikut Bulan bagi Tahun 2013 hingga 2017 ..... 160
Jadual 4.4	Profil Demografi Kes Tibi Mengikut Rekod Daftar Pesakit ..... 167
Jadual 5.1	Nilai Jarak X dan Y ..... 178
Jadual 5.2	Autokorelasi Ruangan Global bagi Kadar Insiden Tibi Tahun 2013 hingga 2017 di Pulau Pinang ..... 181
Jadual 5.3	Analisis Retrospektif Pengelompokan Ruang-Masa (7 Hari) Tibi bagi Tahun 2013 hingga Tahun 2017 di Peringkat Mukim di Pulau Pinang ..... 196

Jadual 5.4	Analisis Retrospektif Pengelompokan Ruang-Masa (14 Hari) Tibi bagi Tahun 2013 hingga Tahun 2017 di Peringkat Mukim di Pulau Pinang .....	201
Jadual 5.5	Analisis Retrospektif Pengelompokan Ruang-Masa (21 Hari) Tibi bagi Tahun 2013 hingga Tahun 2017 di Peringkat Mukim di Pulau Pinang .....	206
Jadual 5.6	Analisis Retrospektif Pengelompokan Ruang-Masa (30 Hari) Tibi bagi Tahun 2013 hingga Tahun 2017 di Peringkat Mukim di Pulau Pinang .....	211
Jadual 6.1	Ringkasan Hasil Analisis Regresi OLS Tahun 2013 hingga Tahun 2017 .....	222
Jadual 6.2	Ringkasan Hasil Pengujian Kesesuaian Model (Goodness of Fit) Tahun 2013 hingga Tahun 2017 .....	225
Jadual 6.3	Ringkasan Hasil Pengujian Estimasi Parameter Model Geographically Weighted Regression (GWR) Tahun 2013 .....	235
Jadual 6.4	Ringkasan Hasil Pengujian Parameter Model Geographically Weighted Regression (GWR) Tahun 2014 .....	236
Jadual 6.5	Ringkasan Hasil Pengujian Parameter Model Geographically Weighted Regression (GWR) Tahun 2015 .....	237
Jadual 6.6	Ringkasan Hasil Pengujian Parameter Model Geographically Weighted Regression (GWR) Tahun 2016 .....	238
Jadual 6.7	Ringkasan Hasil Pengujian Parameter Model Geographically Weighted Regression (GWR) Tahun 2017 .....	239
Jadual 6.8	Ringkasan Hasil Pemilihan Model Terbaik Tahun 2013 hingga Tahun 2017. ....	243

## SENARAI RAJAH

	<b>Halaman</b>
Rajah 1.1	Anggaran Kes Tibi (Semua Jenis Tibi per 100,000 populasi Tahun 2012) .....2
Rajah 2.1	Segitiga (Triad Epidemiologi Tuberkulosis dengan Pelbagai Faktor yang Terlibat dalam Epidemik Tibi) .....29
Rajah 2.2	<i>Timetable</i> Penyakit Tuberkulosis .....31
Rajah 2.3	Faktor Risiko Penyakit dan Jangkitan Tuberkulosis .....36
Rajah 2.4	Kerangka Konseptual Analisis Data Epidemiologi Ruangan oleh Pfeiffer <i>et al.</i> , (2008).....56
Rajah 2.5	Diagram Statistik Pengesanan Ruang-Masa .....67
Rajah 2.6	Fungsi Kernel Ruangan .....83
Rajah 2.7	Kernel Ruangan Tetap .....84
Rajah 2.8	Kernel Ruangan Bolehubah .....86
Rajah 2.9	Kerangka Konseptual Kajian ..... 105
Rajah 2.10	Perincian Penyelidikan Tibi ..... 106
Rajah 3.1	Negeri Pulau Pinang ..... 114
Rajah 3.2	Carta Aliran Penyelidikan ..... 118
Rajah 3.3	Taburan Kes Tibi Tahun 2013 ..... 121
Rajah 3.4	Taburan Kes Tibi Tahun 2014 ..... 122
Rajah 3.5	Taburan Kes Tibi Tahun 2015 ..... 123
Rajah 3.6	Taburan Kes Tibi Tahun 2016 ..... 124
Rajah 3.7	Taburan Kes Tibi Tahun 2017 ..... 125
Rajah 3.8	Peta Sempadan Daerah, Sempadan Mukim di Pulau Pinang ..... 128
Rajah 3.9	Kaedah Mengintegrasikan Data Bukan Ruangan dan Data Ruangan Ke dalam Sistem Maklumat Geografi ..... 130
Rajah 3.10	Autokorelasi Ruangan (Sumber: ESRI, 2016)..... 135

Rajah 3.11	Komponen Pangkalan Data SatScan Ruang – Masa Model Poisson .....	140
Rajah 3.12	Carta Aliran Proses Kemasukan Data dan Analisis dengan Model Poisson .....	141
Rajah 3.13	Keseluruhan Analisis Corak Ruangan dan Analisis Pengelompokan Ruangan Dan Ruang-Masa Kajian Tuberkulosis di Pulau Pinang .....	142
Rajah 3.14	Proses Pemodelan Analisis Hubungan Global dan Lokal GWR Insiden Tibi dengan Faktor-faktor Risiko Bagi Lima Tahun Kajian (2013-2017) .....	152
Rajah 4.1	Kes Tibi dan Kadar Insiden di Pulau Pinang (2013-2017) Sumber: Unit TB/Kusta, Jabatan Kesihatan Negeri Pulau Pinang (2019).....	156
Rajah 4.2	Bilangan Kes Tibi di Pulau Pinang Mengikut Bulan bagi Tahun 2013 hingga 2017 .....	161
Rajah 4.3	Taburan Kes Insiden Tuberkulosis Tahun 2013 per 100,000 penduduk Penduduk Mengikut Mukim .....	162
Rajah 4.4	Taburan Kes Insiden Tuberkulosis Tahun 2014 per 100,000 penduduk Penduduk Mengikut Mukim .....	163
Rajah 4.5	Taburan Kes Insiden Tuberkulosis Tahun 2015 per 100,000 penduduk Penduduk Mengikut Mukim .....	164
Rajah 4.6	Taburan Kes Insiden Tuberkulosis Tahun 2016 per 100,000 penduduk Penduduk Mengikut Mukim .....	165
Rajah 4.7	Taburan Kes Insiden Tuberkulosis Tahun 2017 per 100,000 Penduduk Mengikut Mukim .....	166
Rajah 4.8	Jumlah Kes Tibi Warganegara Asing yang Menerima Suntikan Vaksinasi bagi Tahun 2013 hingga 2017 .....	174
Rajah 5.1	Lokasi Ciri Pusat Kes Tibi Tahun 2013 hingga Tahun 201 .....	177
Rajah 5.2	Arah Taburan Kes Tibi Tahun 2013 hingga Tahun 2017.....	179
Rajah 5.3	Konsentrasi Kes Tibi Tahun 2013 hingga Tahun 2017.....	180
Rajah 5.4	Analisis Pengelompokan Ruangan (Kawasan Panas dan Kawasan Sejuk) Tahun 2013 Mengikut Titik Kes Tibi di Pulau Pinang .....	185
Rajah 5.5	Analisis Pengelompokan Ruangan (Kawasan Panas dan Kawasan Sejuk) Tahun 2014 Mengikut Titik Kes Tibi di Pulau Pinang .....	186



Rajah 5.6	Analisis Pengelompokan Ruang (Kawasan Panas dan Kawasan Sejuk) Tahun 2015 Mengikut Titik Kes Tibi di Pulau Pinang .....	187
Rajah 5.7	Analisis Pengelompokan Ruang (Kawasan Panas dan Kawasan Sejuk) Tahun 2016 Mengikut Titik Kes Tibi di Pulau Pinang .....	188
Rajah 5.8	Analisis Pengelompokan Ruang (Kawasan Panas dan Kawasan Sejuk) Tahun 2017 Mengikut Titik Kes Tibi di Pulau Pinang .....	189
Rajah 5.9	Retrospektif Pengelompokan Ruang-Masa (7 Hari) Tibi bagi Tahun 2013 hingga Tahun 2017 di Peringkat Mukim di Pulau Pinang .....	197
Rajah 5.10	Retrospektif Pengelompokan Ruang-Masa (14 Hari) Tibi bagi Tahun 2013 hingga Tahun 2017 di Peringkat Mukim di Pulau Pinang .....	202
Rajah 5.11	Retrospektif Pengelompokan Ruang-Masa (21 Hari) Tibi bagi Tahun 2013 hingga Tahun 2017 di Peringkat Mukim di Pulau Pinang .....	207
Rajah 5.12	Retrospektif Pengelompokan Ruang-Masa (30 Hari) Tibi bagi Tahun 2013 hingga Tahun 2017 di Peringkat Mukim di Pulau Pinang .....	212
Rajah 6.1	Lokal <i>Geographically Weighted Regression</i> GWR ( $R^2$ ) Tahun 2013 .....	226
Rajah 6.2	Lokal <i>Geographically Weighted Regression</i> GWR ( $R^2$ ) Tahun 2014 .....	227
Rajah 6.3	Lokal <i>Geographically Weighted Regression</i> GWR ( $R^2$ ) Tahun 2015 .....	228
Rajah 6.4	Lokal <i>Geographically Weighted Regression</i> GWR ( $R^2$ ) Tahun 2016 .....	229
Rajah 6.5	Lokal <i>Geographically Weighted Regression</i> GWR ( $R^2$ ) Tahun 2017 .....	230
Rajah 6.6	Hasil Analisis Nilai Residual Indeks Moran bagi model GWR tahun 2013 .....	232
Rajah 6.7	Hasil Analisis Nilai Residual Indeks Moran bagi Model GWR tahun 2014 .....	233
Rajah 6.8	Hasil Analisis Nilai Residual Indeks Moran bagi Model GWR tahun 2015 .....	233

Rajah 6.9	Hasil Analisis Nilai Residual Indeks Moran bagi Model GWR tahun 2016 .....	234
Rajah 6.10	Hasil Analisis Nilai Residual Indeks Moran bagi Model GWR tahun 2017 .....	234

## SENARAI SINGKATAN

AIC	<i>Akaike Information Criterion</i>
BCG	<i>Bacillus-Calmette Guerin vaccine</i>
DOTS	<i>Directly Observed Treatment Shortcourse</i>
GWR	<i>Geographically Weighted Regression</i>
JKN	Jabatan Kesihatan Negeri
JPBD	Jabatan Perancang Bandar dan Desa
KKM	Kementerian Kesihatan Malaysia
LISA	<i>Local Indicators of Spatial Association</i>
OLS	<i>Ordinary Least Squares</i>
PKTK	Program Kawalan Tibi Kebangsaan
SaTScan	<i>Spatial, Temporal, Or Space-Time Scan Statistics</i>
SDG	<i>Sustainable Development Goals</i>
SMG	Sistem Maklumat Geografi
SPSS	<i>Statistical Package for Social Sciences</i>
TIBI	Tuberkulosis
WHO	Pertubuhan Kesihatan Sedunia

## SENARAI LAMPIRAN

- Lampiran 1a Senarai Nama Setiap Mukim mengikut Nombor Pengenalan Lokasi (ID)
- Lampiran 1b Lokasi Setiap Mukim Mengikut Nombor Pengenalan Lokasi
- Lampiran 1c Struktur Data Bagi Analisis Kuasa Dua Terkecil (OLS) dan GWR
- Lampiran 2a Laporan Autokorelasi Ruangan Global Tahun 2013
- Lampiran 2b Laporan Autokorelasi Ruangan Global Tahun 2014
- Lampiran 2c Laporan Autokorelasi Ruangan Global Tahun 2015
- Lampiran 2d Laporan Autokorelasi Ruangan Global Tahun 2016
- Lampiran 2e Laporan Autokorelasi Ruangan Global Tahun 2017
- Lampiran 3a Pengelompokan Most Likely Cluster (7 Hari) Tibi Tahun 2013 Mengikut Mukim di Pulau Pinang
- Lampiran 3b Pengelompokan Most Likely Cluster (7 Hari) Tibi Tahun 2014 Mengikut Mukim di Pulau Pinang
- Lampiran 3c Pengelompokan Most Likely Cluster (7 Hari) Tibi Tahun 2017 Mengikut Mukim di Pulau Pinang
- Lampiran 3d Pengelompokan Most Likely Cluster (14 Hari) Tibi Tahun 2013 Mengikut Mukim di Pulau Pinang
- Lampiran 3e Pengelompokan Most Likely Cluster (14 Hari) Tibi Tahun 2014 Mengikut Mukim di Pulau Pinang
- Lampiran 3f Pengelompokan Most Likely Cluster (14 Hari) Tibi Tahun 2015 Mengikut Mukim di Pulau Pinang
- Lampiran 3g Pengelompokan Most Likely Cluster (14 Hari) Tibi) Tahun 2016 Mengikut Mukim di Pulau Pinang
- Lampiran 3h Pengelompokan Most Likely Cluster (14 Hari) Tibi Tahun 2017 Mengikut Mukim di Pulau Pinang
- Lampiran 3i Pengelompokan Most Likely Cluster (21 Hari) Tibi Tahun 2013 Mengikut Mukim di Pulau Pinang
- Lampiran 3j Pengelompokan Most Likely Cluster (21 Hari) Tibi Tahun 2014 Mengikut Mukim di Pulau Pinang

- Lampiran 3k Pengelompokan Most Likely Cluster (21 Hari) Tibi Tahun 2015 Mengikuti Mukim di Pulau Pinang
- Lampiran 3l Pengelompokan Most Likely Cluster (21 Hari) Tibi Tahun 2016 Mengikuti Mukim di Pulau Pinang
- Lampiran 3m Pengelompokan Most Likely Cluster (21 Hari) Tibi Tahun 2017 Mengikuti Mukim di Pulau Pinang
- Lampiran 3n Pengelompokan Most Likely Cluster (30 Hari) Tibi Tahun 2013 Mengikuti Mukim di Pulau Pinang
- Lampiran 3o Pengelompokan Most Likely Cluster (30 Hari) Tibi Tahun 2014 Mengikuti Mukim di Pulau Pinang
- Lampiran 3p Pengelompokan Most Likely Cluster (30 Hari) Tibi Tahun 2015 Mengikuti Mukim di Pulau Pinang
- Lampiran 3q Pengelompokan Most Likely Cluster (30 Hari) Tibi Tahun 2016 Mengikuti Mukim di Pulau Pinang
- Lampiran 3r Pengelompokan Most Likely Cluster (30 Hari) Tibi Tahun 2017 Mengikuti Mukim di Pulau Pinang
- Lampiran 4a Regresi Global OLS Tahun 2013
- Lampiran 4b Regresi Global OLS Tahun 2014
- Lampiran 4c Regresi Global OLS Tahun 2015
- Lampiran 4d Regresi Global OLS Tahun 2016
- Lampiran 4e Regresi Global OLS Tahun 2017
- Lampiran 5a Peta Model Signifikan GWR Bagi Setiap Parameter Tahun 2013
- Lampiran 5b Peta Model Signifikan GWR Bagi Setiap Parameter Tahun 2014
- Lampiran 5c Peta Model Signifikan GWR Bagi Setiap Parameter Tahun 2015
- Lampiran 5d Peta Model Signifikan GWR Bagi Setiap Parameter Tahun 2016
- Lampiran 5e Peta Model Signifikan GWR Bagi Setiap Parameter Tahun 2017

# PERMODELAN RUANG MASA PENYAKIT TUBERKULOSIS

## DI PULAU PINANG

### ABSTRAK

Di Malaysia, trend kes tibi menunjukkan peningkatan saban tahun. Trend kes tibi di Pulau Pinang turut menunjukkan trend meningkat sejak tahun 2011. Kajian ini bertujuan untuk membangunkan pemodelan ruang masa penyakit tibi dengan mengkaji taburan ruangan kes tibi dan perkaitannya dengan demografi dan faktor persekitaran di mukim Pulau Pinang. Data kes tibi lima tahun kajian (tahun 2013 hingga tahun 2017) berjumlah sebanyak 6,539 kes tibi yang merangkumi data umur, jantina, kumpulan etnik dan populasi imigran (bukan warganegara) diperolehi daripada Unit TB/Kusta Jabatan Negeri Pulau Pinang. Manakala data isi rumah, jumlah tempat kediaman dan kepadatan penduduk diperolehi daripada data banci 2010 yang dikeluarkan oleh Jabatan Perangkaan Malaysia. Kaedah lokasi ciri pusat, bujukan sisihan piawai (standard deviation ellipse), Indeks Moran, statistik Getis-ord  $G_i^*$ , dan pengesanan *space-time poisson model* digunakan untuk mengenal pasti taburan ruangan dan ruang-masa kes tibi. *Ordinary least squares* (OLS) dan *Geographically Weighted Regression* (GWR) digunakan untuk menentukan hubungan faktor antara pembolehubah dalam ruangan demografi dan persekitaran dengan kes tibi. Analisis autokorelasi ruangan menunjukkan bahawa kes tibi adalah bersifat berkelompok dan signifikan ( $p > 0.05$ ) bagi lima tahun kajian, sementara hasil Getis-Ord  $G_i^*$  menunjukkan lokasi titik panas yang konsisten berlaku di mukim Bandaraya George Town di daerah Timur Laut. Hal ini adalah kerana, Bandar raya George Town merupakan kawasan bandar dan pusat tumpuan penduduk yang juga merupakan pusat tumpuan dengan penempatan serta aktiviti manusia. Faktor demografi dan

persekitaran seperti umur, jantina, dan populasi imgran (bukan warganegara) menunjukkan hubungkait dengan kes tibi ( $p < 0.05$ ). Model GWR 2014 menunjukkan model terbaik dengan nilai  $R^2$  yang tertinggi 0.99. Kajian ini mengetengahkan kepentingan analisis ruangan dalam mengenal pasti kawasan yang mempunyai kes tibi yang tinggi berdasarkan hubungkait dengan faktor risiko yang akhirnya dapat membantu dalam meningkatkan pengawasan awam penyakit tibi di Pulau Pinang.

# **SPATIO-TEMPORAL MODELLING OF TUBERCULOSIS**

## **IN PULAU PINANG**

### **ABSTRACT**

In Malaysia, the trend of tuberculosis cases shows an increase every year. The trend of tuberculosis cases in Penang also shows an increasing trend since 2011. This study aims to develop a space-time modelling of tuberculosis disease by examining the spatial distribution of tuberculosis cases and its relationship with demographic and environmental factors in Penang. TB case data for five years of study (2013 to 2017) totalling 6,539 TB cases which includes data on age, gender, ethnic group and immigrant population (non-citizens) was obtained from the TB/Leprosy Unit of the Penang State Department. While the household data, number of residences and population density are obtained from the 2010 census data released by the Department of Statistics Malaysia. The method of central feature location, standard deviation ellipse, Moran's Index, Getis-ord  $G_i^*$  statistic and spatio-temporal poisson model detection were used to identify the spatial and temporal distribution of TB cases. Ordinary least squares (OLS) and Geographically Weighted Regression (GWR) were used to determine the factorial relationship between demographic and environmental variables with TB cases. Spatial autocorrelation analysis showed that tuberculosis cases were clustered and significant value ( $p > 0.05$ ) for the five years of the study, while Getis-Ord  $G_i^*$  results showed a consistent hot spot location in George Town City's Northeast region. This is because, George Town City is an urban area and population centre which is also the centre of human settlements and activities. Demographic and environmental factors such as age, gender, and immigrant population (non-citizens) show a correlation with TB cases ( $p < 0.05$ ). The GWR 2014



model shows the best model with the highest R<sup>2</sup> value of 0.99. This study emphasizes the importance of spatial analysis in identifying areas with high TB cases based on the relationship with risk factors that can ultimately help in improving TB disease surveillance.

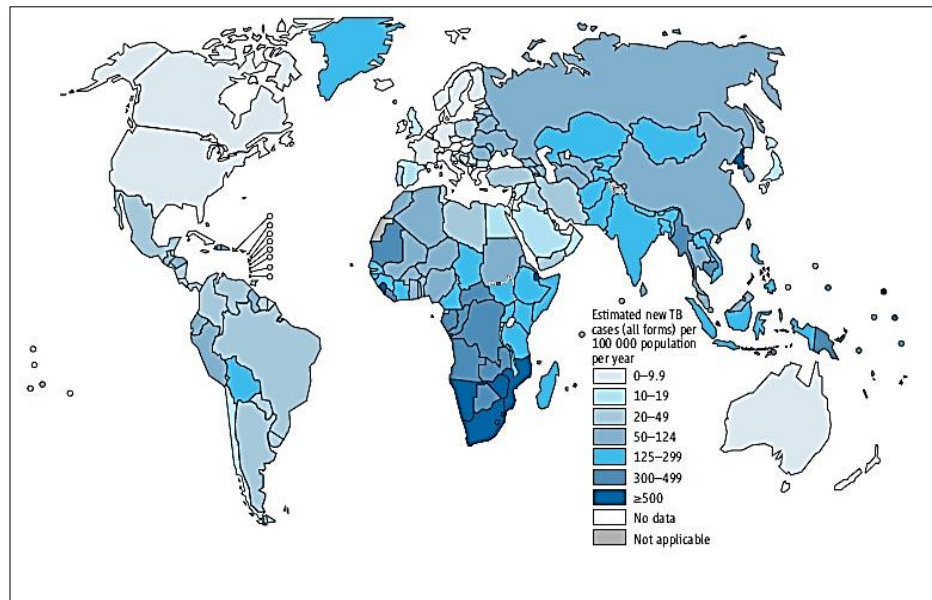
# **BAB 1**

## **Pengenalan**

### **1.1 Latar Belakang Kajian**

Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO) telah mengisytiharkan Tuberkulosis (tibi) sebagai kecemasan kesihatan global (*global health emergency*) pada tahun 1993. Meskipun trend menurun dalam bilangan kes jangkitan tibi sejak 2006 dan penurunan kadar insiden sejak 2001, beban penyakit tibi terus menjadi cabaran kesihatan global (WHO, 2007). Tibi adalah antara tiga penyakit utama di seluruh dunia bersama-sama dengan HIV dan Malaria. Situasi penyakit tibi di peringkat global memperlihatkan tibi terus kekal menjadi ancaman masalah kesihatan awam pada abad ke-21. Penyakit tibi ini turut dikenali sebagai penyakit yang menyerang dan membawa kepada kematian (Lima *et al.*, 2019).

Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO) (2012) menganggarkan kes tibi berlaku di Asia dan Afrika masing-masing dengan peratusan 58 peratus dan 27 peratus, dengan insiden tertinggi berlaku di India dengan jumlah antara 2 juta hingga 2.4 juta dan China 0.9 juta hingga 1.1 juta, bersama-sama menguasai 38 peratus daripada keseluruhan daripada kes-kes TB (WHO, 2013; Sulis *et al.*, 2014) seperti ditunjukkan dalam Rajah 1.1. Pada tahun 2013, dianggarkan 9 juta kes tibi baharu dan 1.5 juta kematian berlaku di seluruh dunia akibat tibi, manakala 360,000 daripada kematian ini adalah berkait dengan penyakit HIV (WHO, 2014a). Terkini, tahun 2019 kes tibi mencatatkan 10 juta kes tibi baharu di seluruh dunia (WHO, 2020).



Rajah 1.1: Anggaran Kes Tibi (Semua Jenis Tibi per 100,000 populasi Tahun 2012 (Diubahsuai daripada WHO, 2012)

Tibi juga dikenal pasti sebagai penyebab utama kematian daripada salah satu ejen penyakit berjangkit (WHO, 2014a). Tibi adalah penyakit berjangkit disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis*. Robbins & Kumar (1995) menyifatkan penyakit ini biasanya melibatkan paru-paru dan juga turut melibatkan mana-mana organ atau tisu dalam badan. Secara tipikal kawasan tengah granuloma mengalami nekrosis kaseus untuk membentuk 'tuberkel lembut'. Weir & Thornton (1985) menyatakan sekiranya kuman tibi ini menyerang organ lain selain daripada paru-paru seperti kalenjar limfa, otak, kulit, tulang, usus, ginjal ianya diklasifikasikan sebagai tibi ekstrapulmonari (*extrapulmonary tuberculosis*).

Sejak tahun 1947 sehingga sekarang, Pertubuhan Kesihatan Sedunia (WHO) telah menjalankan pelbagai usaha bagi mengawal penyakit tibi. Usaha bermula daripada vaksin *Bacillus-Calmette Guerin vaccine* (BCG), penggunaan ubat tibi dan pembangunan program perkhidmatan dan pengurusan bagi kawalan tibi sehingga

membangunkan strategi *Directly Observed Treatment Shortcourse* (DOTS). Selama dua dekad, didapati terdapat penurunan kes tibi serta kadar kematian akibat tibi, namun begitu, penyakit ini masih lagi mempengaruhi ekonomi dan sistem kesihatan (Queiroz, 2018).

Tambahan pula sejak tahun 2000, WHO telah membentuk Perkongsian Penghentian Tibi (*Stop TB Partnership*) bagi meningkatkan kawalan tibi. Seterusnya pada tahun 2015 seiring dengan usaha global dan matlamat *Sustainable Development Goals* (SDG), WHO telah menubuhkan program '*End TB strategy*' yang mensasarkan kadar insiden dapat diturunkan kepada 90 peratus dan kadar kematian akibat tibi diturunkan kepada 95 peratus pada tahun 2035 dan penyebaran penyakit ini dapat dibendung daripada terus merebak menjelang tahun 2035 (WHO, 2015; Uplekar *et al.*, 2015).

## **1.2 Isu dan Permasalahan Kajian**

Menurut WHO, statistik kematian akibat tibi pada tahun 2017 iaitu kira-kira 1.3 juta kematian setiap tahun dan kebanyakan penyakit tibi dilaporkan berlaku di negara-negara yang sedang membangun (WHO, 2017).

### **1.2.1 Isu Trend Peningkatan dan Penurunan Kes Tibi**

Di Malaysia, trend kes tibi menunjukkan peningkatan saban tahun. Meskipun Malaysia dikategorikan sebagai negara beban sederhana mengikut skala keseriusan jangkitan tibi seperti yang dilaporkan oleh WHO, namun masalah ini harus dipandang berat malah memerlukan fokus dan inisiatif yang berkesan serta kerjasama pelbagai pihak bagi memastikan penyakit ini dapat dihapuskan selari dengan objektif pihak Kementerian

Kesihatan dan WHO iaitu dengan slogan menghapuskan tibi secara keseluruhan menjelang tahun 2050 di seluruh dunia (WHO, 2014; Rahman & Mokhtar, 2015). Hal ini selaras dengan usaha memerangi tibi dengan menyatakan komitmen Malaysia untuk mengakhiri wabak tibi menjelang tahun 2035.

Kementerian Kesihatan Malaysia telah membangunkan beberapa garis panduan untuk mengawal penyakit secara sistematik. Program Kawalan Tibi Kebangsaan (PKTK) telah ditubuhkan pada tahun 1961 dan pada tahun yang sama juga, pihak kerajaan telah mengambil inisiatif memperkenalkan vaksin BCG sebagai salah satu strategi bagi membendung penularan jangkitan tibi (Rahman & Mokhtar, 2015). Bagi memantapkan lagi program PKTK, Kementerian Kesihatan berusaha mencari alternatif bagi mengawal penularan penyakit daripada terus merebak dalam masyarakat. Selain dengan pengukuhan program rawatan *Directly Observed Therapy Shortcourse* (DOTS) selari dengan saranan WHO (Venugopalan, 2004), Kementerian Kesihatan juga telah melancarkan pelaksanaan Pendaftaran Kes Tibi Berpusat (*Central Tuberculosis Registry*) di Pusat Tibi Negara dan Klinik Tibi Hospital pada tahun 1973. Data direkodkan secara manual sebelum terlaksananya Sistem Maklumat Tibi Kebangsaan (TBIS) yang diimplementasikan sepenuhnya pada tahun 2012 (Kementerian Kesihatan Malaysia, 2002; Liew *et al.*, 2015)

Di Malaysia pada tahun 1980 terdapat 11,218 kes tibi bagi semua jenis tibi, terdapat 6,819 atau 61% merupakan kes tibi (jenis berjangkit). Pada tahun 1998, terdapat 14,115 kes tuberkulosis (semua jenis) dan tuberkulosis (jenis berjangkit) sebanyak 7,802 atau 55%. Tidak terdapat banyak perubahan pada kadar insiden penyakit tibi pada tahun 1985 hingga tahun 1998. Pada tahun 1985 kadar insiden tibi (semua jenis) adalah 68.6/100,000 penduduk berbanding dengan tahun 1998 iaitu

63.6/100,000. Kadar insiden (jenis berjangkit) menunjukkan petanda baik dimana trend menurun dengan kadar sebanyak 43.1/100,000 pada tahun 1985 kepada 35.2/100,000 penduduk pada tahun 1998 (Kementerian Kesihatan Malaysia, 1999; Azhar Shah *et al.*, 2002).

Namun begitu, peningkatan jumlah kes tibi ini berlaku secara konsisten sehingga kini misalnya jumlah kes pada tahun 2000 dilaporkan sebanyak 15,057 kes dan terus meningkat pada tahun 2011 kepada 19,337 kes dengan 1,557 kematian yang disebabkan oleh tibi telah direkodkan (Kementerian Kesihatan Malaysia, 2012). Sehingga kini, penyakit tibi terus menjadi penyumbang utama kematian bagi penyakit berjangkit dengan sejumlah 1,603 kematian direkodkan pada tahun 2014 dengan kadar kematian 5.3 setiap 100,000 penduduk. Jumlah penyakit tibi telah meningkat sebanyak 64.1% dalam jangka masa 14 tahun iaitu daripada 15,057 kes tahun 2000 kepada 24,711 kes pada tahun 2014 (Kementerian Kesihatan Malaysia, 2015). Kes tibi yang dilaporkan pada tahun 2016 adalah sejumlah 25,747 kes telah direkodkan dengan 1,945 kematian dilaporkan berbanding 24,220 kes dengan 1,696 kematian yang dilaporkan pada tahun 2015 (Kementerian Kesihatan Malaysia, 2016). Hal ini menunjukkan satu jumlah peningkatan yang sangat ketara bagi kes penyakit tibi di Malaysia. Rahman & Mokhtar, (2015) menyatakan lebih membimbangkan peningkatan dan penularan penyakit ini secara tidak langsung telah memberi kesan kepada kualiti kesihatan masyarakat.

### **1.2.2 Isu Kelemahan Pengesanan Kejadian Kes Tibi dalam Ruangan dan Ruang-Masa**

Matlamat utama dan garis panduan penyakit tibi adalah untuk memberi penekanan kepada pengukuhan kawalan, pencegahan dan penghapusan penyakit seperti

yang dicadangkan oleh WHO (Kementerian Kesihatan Malaysia, 2015). Garis panduan dan pelan telah dilaksanakan dalam aktiviti pencegahan dan pengawalan penyakit berjangkit di Malaysia dan ianya telah terbukti berkesan, namun begitu garis panduan tersebut hanya memberi tumpuan kepada pendekatan terhadap manusia atau lebih khusus memberi penekanan terhadap kaedah bio-perubatan seperti pemeriksaan tibi yang dijalankan melalui kaedah x-ray, ujian tuberkulin (*mantoux*) bagi mengenalpasti dan mengawal penyakit, akan tetapi kejadian kes penyakit tibi terus dilaporkan meningkat saban tahun.

Penemuan daripada Laporan Teknikal Tinjauan Kebangsaan Kesihatan dan Morbiditi (LTTKKM) mengenai penyakit tibi di Malaysia dilihat bahawa kaedah yang sedia ada untuk pemeriksaan tibi dalam kalangan kumpulan berisiko tinggi perlu diperhebatkan untuk meningkatkan kadar pengesanan kes tibi. Nishikiori & Weezenbeek (2011) juga menyatakan bahawa kaedah semasa masih gagal untuk mengatasi penyebaran penyakit yang tidak sekata misalnya tidak mendiagnosis ramai pesakit tibi terutama dalam kalangan komuniti yang mudah terdedah seperti golongan miskin dan golongan terpinggir. Selaras dengan itu, Kementerian Kesihatan Malaysia dalam Pelan Strategik KKM 2011-2015 dalam strategi meningkatkan aktiviti pengesanan, saringan, pencegahan dan kawalan penyakit menyatakan bahawa penyakit tibi perlu dikesan dan dikawal lebih awal bagi mengurangkan penularannya kepada individu yang lain (Kementerian Kesihatan Malaysia, 2014). Namun begitu, laporan penilaian pencapaian bagi Pelan Strategik KKM 2011-2015 secara keseluruhannya menunjukkan Malaysia masih belum dapat mencapai sasaran untuk menghentikan dan mengurangkan kejadian kes tibi di Malaysia kerana dari tahun 2010 hingga tahun 2015, kes tibi telah menunjukkan peningkatan dengan kadar notifikasi sebanyak 68.4 kes bagi setiap 100,000 penduduk kepada 79.6 kes bagi setiap penduduk pada tahun 2015.

Malah, kadar sembuh tibi juga termasuk dalam kategori *Key Performance Indicator* (KPI) yang menghadapi masalah untuk mencapai sasaran yang ditetapkan iaitu 85% dengan hasil tahun 2014 adalah dengan 78% dan tahun 2015 dengan 79.6% (Kementerian Kesihatan Malaysia, 2016).

Menurut Rahman & Mokhtar (2015) aktiviti pengesanan tibi merujuk kepada penyiasatan kes-kes yang dilaporkan kepada pihak Kementerian Kesihatan khususnya bagi tempat-tempat yang dikenal pasti bermasalah atau dilabel sebagai *red zone* atau lebih spesifik kawasan yang mempunyai bilangan kes yang tinggi. Pengesanan kes tibi turut memberi penekanan kepada kes kumpulan yang berisiko tinggi iaitu kumpulan fokus seperti kes pesakit tibi yang menghidap diabetes, pembawa HIV, individu mengalami malnutrisi, perokok, warga emas, banduan penjara dan pelatih pusat serenti. Umum telah mengetahui bahawa tibi merupakan penyakit berjangkit yang wajib dilaporkan sekiranya berlaku kes tibi. Klinik dan makmal diwajibkan melaporkan kes tibi yang baru didiagnosa kepada pegawai kesihatan awam bertujuan mengelakkan penularan tibi. Seterusnya pegawai kesihatan awam akan ditugaskan untuk mengenal pasti individu yang lain iaitu individu terdekat dengan kes pesakit bagi menyiasat sama ada mereka telah dijangkiti atau mungkin dijangkiti penyakit tibi. Verma *et al.*, (2014) teknik ni dikenali sebagai pengesanan kontak (*contact tracing*). Saringan dan pengesanan kontak (orang terdekat) merupakan salah satu aktiviti utama yang turut diimplementasikan bertujuan untuk mengawal penularan tibi (*TB transmission*) (Kementerian Kesihatan, 2015).

Pengesanan kontak secara efektif dapat mengenal pasti kontak terdekat (orang terdekat) seperti ahli keluarga, rakan dan rakan sekerja, namun begitu, *casual contact* iaitu mereka yang telah berinteraksi dengan pesakit tibi namun tidak dapat dikenal pasti



dalam pengesanan kes tibi kerana (bukan terdiri daripada orang terdekat) ini mungkin tercicir daripada dikesan. Menurut Verma *et al.*, (2014), *casual contact* ini seringkali berlaku di tempat-tempat awam seperti di tempat minum seperti kelab malam, dalam pengangkutan awam, dalam acara sukan, dan sebagainya yang menyebabkan berlakunya penularan atau penghantaran tibi dan kaedah pengesanan kontak yang dijalankan tidak mampu mengesan individu tersebut.

Apabila berlakunya penularan/penghantaran tibi antara *casual contacts* dalam kejiranan, rantaian transmisi atau pemindahan (*chain of transmission*) tibi boleh menyebabkan berlakunya kes yang luar biasa dalam tempoh masa yang singkat terutamanya dalam satu daerah yang kecil atau lebih dikenali sebagai berkelompok dalam ruangan dan masa (*space and time*). Hal ini adalah kerana, umum mengetahui bahawa transmisi jangkitan penyakit tibi boleh bermula seawal 14 hari bagi kes baharu dan setiap satu kes akan mengambil purata masa rawatan yang lama seperti 180 hari (6 bulan) Rendremanana *et al.*, (2010) kerana ianya bergantung kepada setiap individu dan kepatuhan individu terhadap pengambilan ubat bagi rawatan untuk sembuh. Malah menurut rumusan daripada Laporan Kesihatan Awam Negeri Pulau Pinang (2018) menyatakan bagi keseluruhan pencapaian Program Kawalan TB Negeri Pulau Pinang masih ditahap kurang memuaskan. Hal ini adalah kerana masih terdapat kes yang belum dapat dikesan dalam kalangan masyarakat berdasarkan anggaran yang telah dibuat mengikut trending kadar notifikasi bagi kes 5 tahun sebelum ini (2010-2015). Oleh itu, peningkatan pengesanan harus dilakukan supaya penyebaran tibi dapat dikekang dan kadar sembuh serta kadar sukses tibi dapat dipertingkatkan disamping dapat mengurangkan bilangan pesakit yang terhenti rawatan. Natijahnya, sekiranya Kementerian Kesihatan memantau kes tibi dan melihat daripada perspektif ruangan dan masa, pihak berkuasa mungkin akan dapat mengenal pasti kawasan yang mungkin akan

membentuk pengelompokan baharu dan sekaligus dapat melakukan pengesanan kontak yang telah tercicir (Nunes, 2007; Onuzuka & Hagihara, 2007; Tiwari *et al.*, 2006).

Selain itu, taburan kes tibi yang tidak sekata di negara ni menunjukkan pentingnya aspek kajian geografi terutamanya kajian ruangan dalam strategi kawalan dan pencegahan penyakit ini. Bagi memahami biologi transmisi penyakit dengan lebih mendalam, pelbagai pendekatan multidisiplin boleh digunakan termasuklah kajian geografi berasaskan lokasi, ruangan dan masa melalui teknik geo-spatial. Hal ini adalah kerana, integrasi antara kes tibi dengan aspek ruangan dalam kajian sebelumnya seperti kajian Munch *et al.*, (2003) dan Tiwari *et al.*, (2006) telah menunjukkan bahawa penyakit tibi lebih cenderung berkelompok di lokasi-lokasi tertentu. Rakotosamimanana *et al.*, (2014) percaya bahawa kaedah ini akan menjadi salah satu kaedah yang memberikan maklumat yang penting dalam mengetahui sumbangan faktor ruangan sekaligus memahami transmisi tibi yang menyebabkan pengelompokan tersebut. Wardani *et al.*, (2013) menerangkan pengetahuan berkaitan dengan lokasi berlakunya pengelompokan tibi adalah penting kerana memberikan informasi tentang lokasi penduduk yang berisiko tinggi selain dapat menurunkan kes insiden tibi dengan tindakan pencegahan. Bertepatan dengan Aziz (2008), pencegahan penyakit sebelum kejadian penyakit berlaku akan lebih berkesan disamping akan menjimatkan daripada segi kos berbanding dengan aktiviti pengawalan dan pembasmian penyakit apabila berlaku kejadian kes atau wabak penyakit.

Kaedah geografi seperti analisis ruangan dan ruang-masa merupakan kaedah untuk menggambarkan taburan dan tumpuan kes tibi di beberapa lokasi. Kajian oleh Aries *et al.*, (2015), Dangisso *et al.*, (2015), Rendremanana *et al.*, (2009), Yakam *et al.*, (2014) dan Zaragoza *et al.*, (2012) telah membuktikan bahawa taburan kes tibi

merupakan taburan heterogen dalam ruang dan masa. Selain itu, kaedah pengelompokan ruangan (*spatial clustering*) memberi tumpuan bagi mengenal pasti fenomena kelompok yang lebih besar daripada kejadian yang berlaku di lokasi tertentu (Yazdani Charati *et al.*, 2014). Allen (2016) analisis pengelompokan ini dapat mengenalpasti sama ada kes-kes penyakit tibi berkelompok dalam kawasan geografi tertentu boleh dijelaskan secara kebetulan atau signifikan secara statistik. Norazman Mohd Rosli *et al.*, (2018) analisis *pengelompokan* ruangan memainkan peranan penting dalam menentukan variasi corak geografi. Kaedah ini juga bukan sahaja digunakan untuk menghasilkan pemetaan taburan kes tibi, mengesan pengelompokan tibi malah mampu mengenal pasti faktor etiologi iaitu faktor risiko yang berpotensi yang berkait dengan penularan tibi (Wardani *et al.*, 2014). Hal ini adalah kerana, sekiranya insiden kes tibi berlaku dan wujudnya korelasi dalam ruang dan masa, maka tempoh terperinci seperti mengikut mingguan, bulanan atau tahunan seharusnya dikaji bagi mengenalpasti tempoh awal penularan terutamanya yang melibatkan jangkitan tempatan. Oleh itu, kajian ini cuba untuk membuktikan bahawa sekiranya kes tuberkulosis berkelompok secara signifikan dalam ruangan dan masa, terutamanya ditekankan pada tempoh masa tertentu iaitu mengikut agregat masa yang dipilih, maka kajian ini dapat membuktikan bahawa wujudnya korelasi ruang dan masa ke atas kejadian kes tibi.

### **1.2.3 Isu Penggunaan dan Penghasilan Model Faktor Risiko**

Selain itu, melalui penelitian daripada kajian-kajian lepas, hampir keseluruhan hasil kajian yang menjalankan analisis ruangan dan ruang masa penyakit tibi menunjukkan terdapatnya kelompok tibi di lokasi kajian dan turut melibatkan faktor - faktor risiko tibi. Mahara *et al.*, (2018) menyatakan kes tibi tidak hanya dipengaruhi oleh faktor-faktor risiko yang melibatkan manusia seperti kumpulan berisiko tinggi,

tetapi juga didorong oleh faktor-faktor risiko yang lain seperti faktor demografi, status sosioekonomi yang merangkumi aspek pendidikan, pekerjaan, pendapatan yang menyebabkan keadaan kemiskinan, dan faktor persekitaran seperti kepadatan penduduk, migrasi dan ketidakstabilan sosial, penggunaan tanah, pergerakan manusia dan akhirnya memberi kesan kepada pendapatan keluaran negara kasar. Namun begitu, hampir keseluruhan pengkaji juga hanya menggunakan satu model sahaja bagi menerangkan keseluruhan faktor. Sebagai contoh, kajian yang dilakukan oleh Maciel *et al.*, (2010) menjalankan analisis kajian empat tahun dan hasil yang didapati menunjukkan wujudnya *clustering* tibi dan terdapatnya korelasi ruang masa di kawasan kajian namun hanya menghasilkan satu model sahaja bagi keseluruhan tahun kajian. Kelemahan pada satu model dilihat tidak dapat menerangkan faktor dan kejadian bagi setiap tahun, malahan hasil yang didapati mungkin berat sebelah atau 'bias'. Selain itu, pengkajian melibatkan kes tibi dengan faktor-faktor risiko seperti umur, jantina, etnik, imigran, isi rumah, jumlah tempat kediaman dan kepadatan penduduk masih belum diterokai sepenuhnya, malahan sehingga kini, kajian berkaitan dengan kejadian tibi dengan hubungan faktor risiko khususnya di peringkat lokal masih tidak diteroka sepenuhnya.

### **1.3 Persoalan Kajian**

Persoalan kajian bagi penyelidikan ini adalah seperti yang dinyatakan di bawah:

1. Apakah trend kes penyakit tibi?
2. Apakah situasi taburan, corak ruangan dan kawasan pengelompokan kes tibi?
3. Adakah terdapat hubungan model ruangan global dan lokal dengan faktor-faktor risiko tibi?

## **1.4 Objektif Kajian**

Berdasarkan isu kajian yang dikemukakan oleh pengkaji terdapat tiga objektif ingin dicapai daripada kajian yang dijalankan iaitu:

1. Memeta dan mengkaji trend kes penyakit tibi
2. Menganalisis taburan, corak dan pengelompokan kes tibi dalam ruangan dan ruang-masa
3. Memodelkan hubungan ruangan global dan lokal tibi dalam mengenalpasti pembolehubah yang mempengaruhi penyebaran tibi dan kawasan yang berpotensi berisiko tinggi di Pulau Pinang

## **1.5 Skop dan Batasan Kajian**

Kajian ini dijalankan untuk mengkaji trend, taburan, corak penyakit tibi dan kawasan pengelompokan kes tibi dalam ruangan dan ruang-masa, dan cuba memodelkan hubungan global dan lokal dengan faktor-faktor risiko tibi. Skop kawasan di Pulau Pinang melibatkan keseluruhan 83 mukim. Pemilihan kawasan kajian iaitu negeri Pulau Pinang adalah merujuk kepada statistik yang dikeluarkan oleh KKM menunjukkan Pulau Pinang menduduki tempat ke 6 bagi kadar insiden penyakit tibi per 100,000 penduduk pada tahun 2013 dengan 78.10 peratus. Seterusnya kadar insiden dilihat meningkat yang sangat tinggi pada tahun 2016 dengan 80.56 peratus. Peningkatan kadar insiden tibi ini juga amat membimbangkan kerana kadar insiden secara tidak langsung mengaitkan kadar risiko jangkitan penyakit tibi juga tinggi keatas penduduk. Namun, pada tahun 2017, kadar insiden menurun sedikit kepada 77.12 peratus berbanding tahun 2016. Lebih teruk lagi, penyakit tibi merupakan penyakit berjangkit yang masih menjadi

masalah utama di Negeri Pulau Pinang bagi tiga tahun iaitu tahun 2010 hingga 2012 kebelakangan ini.

Kajian ini merangkumi semua jenis tibi iaitu tibi pulmonari dan tibi extrapulmonari yang dilaporkan ke dalam sistem MyTB daripada Januari 2013 hingga Disember 2017 sebagai populasi kajian. Jumlah kes tibi yang diperhatikan adalah 6,539 kes bagi lima tahun kajian. Data tibi yang digunakan adalah melibatkan semua jenis data tibi iaitu data tibi pulmonari dan data tibi extra pulmonari. Dalam kajian ini, faktor risiko pembolehubah dianggap sama bagi kedua-dua jenis kes tibi. Data banci 2010 bagi mukim turut digunakan dalam kajian ini. Namun begitu, batasan kajian ini adalah kajian ini tidak menggunakan data anggaran banci 2015 kerana telah dimaklumkan oleh Jabatan Statistik Malaysia (2022) bahawa data anggaran banci 2015 tidak tersedia di peringkat Pihak Berkuasa Tempatan (PBT) dan mukim.

## **1.6 Organisasi Penulisan Kajian**

Penulisan tesis ini dibahagikan kepada tujuh bab iaitu bab satu sebagai pengenalan. Bab satu membincangkan tentang latar belakang kajian, situasi penyakit tibi di Malaysia, huraian tentang isu dan permasalahan kajian, persoalan kajian, objektif kajian, signifikan kajian, skop dan limitasi kajian dan organisasi penulisan kajian serta kesimpulan yang memberikan pemahaman awal berkaitan dengan penyelidikan ini. Seterusnya bab dua pula merupakan sorotan literatur tentang kajian empirikal tentang epidemiologi penyakit, epidemiologi penyakit tibi, faktor risiko dan kajian elemen ruangan dalam kesihatan berdasarkan kajian-kajian lepas. Turut dibincangkan dengan lebih mendalam berkaitan dengan epidemiologi penyakit tibi dan faktor-faktor risiko daripada kajian-kajian lepas yang merangkumi daripada perspektif individu dan

kawasan. Selain itu, penjelasan mengenai kajian elemen ruangan dalam kesihatan (*spatial health*) juga dihuraikan dengan lebih jelas didalam bab ini.

Bab tiga akan membincangkan huraian tentang pemilihan kawasan kajian dan metodologi kajian yang digunakan dalam penyelidikan ini iaitu menggunakan kaedah kuantitatif. Kaedah kuantitatif dan deskriptif digunakan untuk menganalisis trend tahunan tibi, seterusnya kaedah taburan dijalankan dengan menggunakan kaedah lokasi ciri pusat, bujukan sisihan piawai dan jarak piawai. Sementara bagi penerokaan corak ruangan dijalankan dengan menggunakan kaedah indeks moran, Getis-Ord  $G_i^*$ , statistik scan ruang-masa (*space-time poisson model*). Seterusnya, kaedah bagi penghasilan model ruangan dijalankan dengan menggunakan analisis regresi linear berganda, *Ordinary Least Squares (OLS)* dan *Geographically Weighted Regression (GWR)*.

Bab empat, bab lima dan bab enam adalah perbincangan untuk menjawab objektif pertama hingga ke tiga. Bab empat ini akan membincangkan tentang penemuan kajian iaitu berkaitan hasil trend tahunan, trend bulanan, dan analisis statistik demografi kes tibi dalam bentuk huraian dan turut disertakan jadual dan gambarajah. Seterusnya, bab lima membincangkan hasil mengenai taburan ruangan, corak ruangan dan pengelompokan kes tibi dalam ruangan dan ruang masa. Hasil keseluruhan kajian turut disertakan peta bagi tujuan visualisasi. Seterusnya hasil autokorelasi global dan corak ruangan secara lokal disertakan. Pengelompokan ruangan dan ruang masa dijalankan berdasarkan pemilihan hari yang telah ditentukan dijalankan dalam kajian ini. Hasilnya turut disertakan dalam bentuk huraian dan dalam bentuk jadual serta peta bagi tujuan visualisasi. Seterusnya bab enam faktor-faktor risiko yang mempengaruhi kejadian tibi serta penghasilan model ruangan dihuraikan.

Bab tujuh ialah rumusan dan kesimpulan kajian yang merangkumi perbincangan secara ringkas berdasarkan penemuan utama kajian dan mengutarakan sumbangan kajian kepada bidang akademik serta sumbangan ilmu geografi dalam kajian geografi kesihatan. Dalam bab ini juga pengkaji akan mengutarakan cadangan-cadangan ke arah penambahbaikan dengan menjelaskan kawasan pengelompokan dan faktor risiko yang mempengaruhi kejadian tibi dan seterusnya kajian baharu dapat dilaksanakan khususnya bagi tujuan pencegahan dan tindakan kawalan tibi khususnya dalam bidang geografi kesihatan.



## **BAB 2**

### **SOROTAN LITERATUR**

#### **2.1 Pengenalan**

Bab ini bertujuan menyorot literatur sedia ada penyakit tuberkulosis, faktor risiko dan epidemiologi ruangan penyakit tuberkulosis yang melibatkan individu dan kawasan. Sebelum itu, bab ini akan memberikan penjelasan tentang beberapa terma dan istilah yang berkaitan dengan definisi, konsep, sejarah penyakit tibi serta perkaitan penyakit tibi dalam melibatkan ruang dan masa dalam kajian geografi.

#### **2.2 Pengenalan Epidemiologi dan Penyakit Tuberkulosis**

Perkataan Epidemiologi bermaksud iaitu *epi* bermaksud pada atau tentang, *demos* bermaksud penduduk, dan *logos* bermaksud ilmu. Definisi lain bagi epidemiologi dijelaskan sebagai kajian tentang penyakit epidemik (Kamus Dewan Bahasa dan Pustaka, 2018). Berdasarkan ilmu epidemiologi, Yahaya (2005) menerangkan penyakit didefinisikan sebagai titik tolak yang merbahaya daripada keadaan yang normal pada individu atau populasi. Penyakit berjangkit pula ialah jangkitan penyakit daripada manusia kepada manusia atau daripada haiwan kepada manusia. Ia adalah hasil daripada organisma parasitic dan patogenik iaitu organisma yang berupaya menyebabkan penyakit. Kebanyakan patogen yang ada pada manusia adalah mikroorganisma. Dalam konteks ini, penyakit berjangkit adalah reaksi dan interaksi perumah (*host*) terhadap patogen. Interaksi tersebut bukan sahaja boleh memusnahkan patogen, tetapi juga menghasilkan ketidaknormalan kepada perumah sehingga menyebabkan seseorang yang dijangkiti meninggal dunia.

Patogen ini adalah punca wabak penyakit, dalam erti kata bahawa tanpa patogen, tiada wabak berjangkit berlaku. Menurut Ostfeld *et al.*, (2005) penyebaran patogen boleh berlaku dalam pelbagai cara daripada perumah (*host*) yang dijangkiti kepada perumah (*host*) yang tidak dijangkiti. Seterusnya sesetengahnya dijangkiti disebabkan berdekatan dengan pesakit yang dijangkiti dan patogen disebarkan oleh salah satu perumah dan dihidu atau digunakan oleh orang lain, dan seterusnya penyakit yang bergantung kepada penyebaran penyakit melalui organisma vektor (*arthropod vector*). Sementara itu, jangkitan yang tidak menunjukkan sebarang simptom dalam tempoh inkubasi atau pengeraman, tetapi kemudian menunjukkan simptom-simptom biasanya dianggap penyakit. Terdapat pelbagai jenis penyakit berjangkit yang merbahaya hingga menyebabkan kematian dan salah satu penyakit berjangkit tersebut adalah penyakit batuk kering atau lebih dikenali sebagai penyakit tibi.

### **2.3 Perspektif Sejarah Penyakit Tuberkulosis**

Bukti terawal tibi ditemui dalam badan manusia dan haiwan ditunjukkan melalui serpihan tulang individu (vertebra) yang merupakan jenis tipikal gibbus bagi penyakit pott atau penyakit tulang belakang (*Spinal TB*) iaitu penyakit tibi yang kumannya menyerang selain daripada paru-paru yang ditemui dalam bentuk tulang fosil yang bermula sekitar tahun 8000 SM (Herzog, 1998). Sejarah tibi ini terkenal sejak zaman Yunani lama yang diberi gelaran sebagai Phthisis. Hippocrates dalam aforismenya juga jelas menyatakan “Phthisis menyerang manusia yang berusia lapan belas dan tiga puluh lima tahun” iaitu digambarkan dengan jelas bahawa golongan dewasa dan berumur muda untuk aktif tibi (Daniel, 2006).

Pada tahun 1722, Benjamin Marten yang juga merupakan seorang pegawai perubatan ketika itu menyatakan bahawa penyakit tersebut mungkin timbul daripada mikroorganisma dan berlaku penyebaran melalui udara namun ideanya mengenai teori kuman diabaikan pada zaman itu (McKinney *et al.*, 1998). Ejen spesifik yang dinyatakan itu akhirnya dijumpai oleh Robert Koch pada 24 Mac 1882 dan sempena peristiwa itu, tarikh tersebut telah dijadikan sebagai Hari Tuberkulosis Sedunia (Aziah Ismail 2001). Pada awal tahun 1886, Antonin Marfan mencadangkan kewujudan imuniti terhadap penyakit tibi. Seterusnya pada tahun 1908, Calmette dan Guerin mencipta vaksin dengan berpandukan teknik Pastuer bagi melawan virus tibi (Murray, 2004; Shuaibu, 2014). Seterusnya, tahun 1919, Calmette dan Guerin telah berjaya mencipta vaksin yang stabil yang dikenali sebagai *Bacille Calmette Gue'rin* (BCG) bagi melawan penyakit tibi (Dodor, 2009). Pada tahun 1940an, WHO mula mempromosikan vaksin besar-besaran dengan menggunakan BCG bagi mengawal penyakit tibi (Dodor, 2009; Raviglione dan Pio, 2002)

Pada tahun 1943, Albert Schatz telah mengekstrak *streptomycin* daripada fungus tanah dan seterusnya melihat tindak balasnya terhadap mycobakteria di dalam *vitro*, yang membawa kepada petunjuk kepada pesakit pada 20 Nov 1944, iaitu antibiotik dan agen pertama yang melawan *M. Tuberculosis* (Mc Kinney *et al.*, 1998, Dodor, 2009. Dalam tempoh beberapa bulan diaplikasikan seterusnya berjaya merawat pesakit tibi. *Thiosemicarbazone* oleh Gerhard Domagk semasa perang Jerman pada tahun 1945 menghasilkan ejen terapeutik pertama dengan rawatan tibi (Daniel, 2006; Shuaibu, 2014). Tahun 1952, menyaksikan *isoniazid* muncul sebagai *mycobactericidal* oral pertama (Daniel, 2006; Dodor, 2009). Tahun 1965, *rifampicin* juga telah ditemui yang juga merupakan penawar efektif seperti *isoniazid* menjadikan penyakit tibi semakin mudah diubati dalam kalangan pesakit (Mandell *et al.*, 2000), seterusnya

membangunkan dan perkembangan kaedah kemoterapi anti-tibi jangka masa pendek (Murray, 2004).

### **2.3.1 Kaedah-Kaedah Diagnosis Penyakit Tuberkulosis**

Tuberkulosis merupakan penyakit yang cepat merebak tetapi ianya boleh dirawat. Pengesanan segera terhadap individu yang menunjukkan simptom telah dijangkiti penyakit tibi perlu dilakukan dengan kadar segera bagi memastikan jangkitan tidak merebak kepada individu sihat yang lain. Diagnosis yang cepat, mudah dan tepat menjadi faktor utama bagi memastikan jangkitan dapat dikesan secepat mungkin. Bagi tujuan diagnosis makmal, spesimen dari individu yang disyaki mengidap penyakit ini perlu diperolehi. Spesimen yang diperolehi akan menjalani proses praujian menurut jenis spesimen yang diperolehi. Bagi sputum, ianya perlu dicernakan (*digest*) terlebih dahulu. Terdapat beberapa peringkat ujian yang digunapakai bagi mengesan dan mengenalpasti jangkitan tibi dalam makmal iaitu melalui kaedah *direct smear microscopy* yang mengesan kehadiran *acid fast bacilli* menerusi ujian *smear microscopic*. Pengesanan seterusnya *culturebased methods* iaitu pengesanan pertumbuhan/pembiakan bakteria menerusi ujian kultur media. Seterusnya ujian identifikasi bagi mengenalpastian bakteria menerusi ujian identifikasi, dan *drug susceptibility testing* bagi mengenalpastian kerentanan bakteria menerusi ujian kerentanan antibiotik (Kementerian Kesihatan Malaysia; 2011).

Sementara itu, menurut pandangan pakar menyatakan bahawa kawalan tibi yang ideal melibatkan langkah-langkah seperti berikut: iaitu pertama vaksinasi *Bacillus Calmette-Guerin* kepada semua bayi yang baru lahir, kedua iaitu diagnosis awal, ketiga iaitu rawatan segera, keempat adalah pematuhan kepada rawatan yang terdiri daripada

radiografi dada dan program rawatan secara langsung yang diperhatikan selama enam hingga sembilan bulan secara khusus 3-4 antimikrobia ubat-ubatan dan kelima meningkatkan imuniti individu melalui strategi gaya hidup sihat, termasuk berhenti merokok dan pengambilan makanan yang mencukupi (Li *et al.*, 2014; WHO 2014).

## **2.4 Epidemiologi Tuberkulosis Terkini Secara Global dan Lokal**

### **2.4.1 Beban Tuberkulosis dan Impak Penyakit Tuberkulosis Global**

Penyakit tibi merupakan antara 10 penyakit utama yang menyebabkan kematian di dunia dengan 1.4 juta kematian setiap tahun. Pada tahun 2012, dianggarkan sebanyak 8.6 juta kes insiden tibi (8.3 juta – 9.0 juta) di dunia, bersamaan dengan 122 kes bagi setiap 100,000 penduduk. Bilangan kes kejadian yang telah berkurangan secara perlahan-lahan sejak awal tahun 2000an (WHO, 2013). Kebanyakan daripada anggaran kes pada tahun 2012 berlaku di kawasan di Asia Tenggara, barat Pasifik (58%), dan rantau Afrika (27%), pembahagian kes yang lebih kecil berlaku di kawasan Mediterranean Timur (8%), rantau Eropah (4%), dan rantau Amerika (3%). Bilangan terbesar kes kejadian pada tahun 2012 adalah di India (dianggarkan 2.0 juta-2.4 juta) bersamaan dengan 26% kes global, di ikuti dengan China (0.9 juta-1.1 juta), dan Afrika Selatan (0.4 juta – 0.6 juta). Daripada kes kejadian 8,600,000, dianggarkan 500,000 adalah kanak-kanak dan 2.9 juta (2.7 – 3.1 juta) berlaku dalam kalangan wanita.

Seterusnya pada tahun 2015, terdapat 10.4 juta kes baharu penyakit tibi di dunia dengan di anggarakan 5.9 juta (59%) lelaki, 3.5 juta (34%) perempuan dan 1 juta (10%) kanak-kanak yang merupakan pesakit tibi (WHO, 2016). Turut dinyatakan bahawa kira-kira 60% daripada kes ini adalah daripada negara beban tinggi insiden tibi iaitu India, Indonesia, China, Nigeria, Pakistan dan Afrika (WHO, 2016). Prosser *et al.* (2016)

menyatakan bahawa satu pertiga daripada penduduk dunia telah dijangkiti penyakit tibi dan benua Asia merupakan kawasan berlakunya penyebaran penyakit tibi tertinggi di dunia.

#### **2.4.2 Enam Teras Pengawalan Penyakit Tuberkulosis**

Enam (6) fungsi teras yang digaris dan diteruskan oleh WHO untuk mencapai sasaran *UN high-level meeting political declaration SDGs*, Strategi Tamatkan Tibi (*End TB Strategy*) dan keutamaan strategik WHO iaitu:

- i. Menyediakan kepimpinan global untuk menamatkan tibi melalui pembangunan strategi, penglibatan politik dan pelbagai sektor, pengukuhan kajian semula dan bertanggungjawab, sokongan dan perkongsian, termasuk dengan masyarakat sivil;
- ii. Membentuk penyelidikan tibi dan agenda inovasi dan merangsang penjanaaan, penterjemahan dan penyebaran ilmu
- iii. Menetapkan norma dan piawaian mengenai pencegahan tibi dan penjagaan penyakit dan menggalakkan serta memudahkan pelaksanaan
- iv. Membangun dan mempromosikan pilihan dasar berdasarkan etika dan bukti untuk pencegahan dan penjagaan tibi
- v. Memastikan penyediaan sokongan teknikal khusus kepada Negara-negara Anggota dan rakan kongsi dengan pejabat serantau dan wilayah (*regional*) WHO, memangkinkan perubahan, dan membina kapasiti mampan;
- vi. Memantau dan melaporkan status wabak tibi dan kemajuan dalam pembiayaan dan pelaksanaan respon di peringkat global, serantau dan negara.

### **2.4.3 Beban Tuberkulosis Dan Impak Penyakit Tuberkulosis Malaysia**

Malaysia terdiri daripada tiga belas negeri dan tiga Wilayah Persekutuan, dengan keluasan 330,628 kilometer persegi dan jumlah penduduk melebihi 30.09 juta pada tahun 2014 (15.46 juta lelaki dan 14.6 juta wanita). Penduduk Malaysia terdiri daripada pelbagai kumpulan etnik dengan kaum Melayu yang majoritinya terdiri daripada 54%, diikuti oleh 25% Cina, India 7.5%, kumpulan Peribumi di Sabah dan Sarawak 11.8% dan lain-lain 1.7%. Perkhidmatan penjagaan kesihatan di Malaysia disediakan oleh pelbagai agensi dengan Kementerian Kesihatan Malaysia (KKM) sebagai penyedia kesihatan utama, Kementerian Pendidikan, Kementerian Pertahanan, Kementerian Dalam Negeri dan Kementerian Sumber Manusia. Selain itu, sebanyak 326 hospital (142 buah kerajaan dan 184 swasta), 1,061 klinik kesihatan kerajaan dengan doktor dan 6,978 klinik swasta, dan 1,810 klinik komuniti dan 307 klinik 1Malaysia dapat diakses di seluruh negara yang dikendalikan oleh paramedik. Selain itu, penjagaan kesihatan di Malaysia semakin bertambah baik daripada tahun-tahun sebelumnya dengan bilangan doktor dengan nisbah pesakit 1:661 (Unit Kawalan Penyakit Berjangkit, (Sektor TB dan Kusta., 2016).

Malaysia diklasifikasikan sebagai negara dengan beban sederhana tibi dengan kadar notifikasi tibi adalah kurang daripada 100 kes per 100,000 populasi. Program Kawalan Tuberkulosis telah dilaksanakan sejak 1961 sebagai program vertikal dengan Pusat Tibi Negara merupakan pusat rujukan utama bagi penyakit tibi. Pada tahun 1995, ia telah diintegrasikan ke dalam Sistem Kesihatan Awam Malaysia iaitu dengan aktiviti kawalan utama diperluaskan ke klinik kesihatan serta hospital. (Unit Kawalan Penyakit Berjangkit, (Sektor TB dan Kusta., 2016). Pada tahun 1990, kadar notifikasi tibi di Malaysia adalah 61 kes bagi setiap 100,000 penduduk dan sementara 79 kes bagi setiap

100,000 penduduk bagi tahun 2015. Seterusnya kadar kematian pada tahun 1990 adalah 4.2 kes bagi setiap 100,000 penduduk dan sementara 5.5 kes bagi setiap 100,000 populasi pada tahun 2015. Satu era baharu bagi pemantauan tibi seperti yang didokumenkan dalam Strategi Tamatkan Tibi dengan melibatkan tiga penunjuk peringkat tertinggi adalah melibatkan kadar insiden tibi, bilangan kematian tibi dan peratusan pesakit tibi dan ahli keluarga atau isi rumah menghadapi bencana kos (*catastrophic total costs*) akibat penyakit tibi. Sasaran ini adalah bertepatan dengan sasaran *Sustainable Development Goal 3.3* (Unit Kawalan Penyakit Berjangkit, Sektor TB dan Kusta., 2016).

Selain itu, sejak pelaksanaan Pelan Strategik Kebangsaan (2011-2015), kes jangkitan tibi telah meningkat dari 20,666 kes pada tahun 2011 dengan kadar kebangsaan 72.4 per 100,000 populasi kepada 24,220 kes pada tahun 2015 dengan kadar kebangsaan 79.4 per 100,000 penduduk dengan peningkatan berlaku sebanyak 17.2%. Di samping itu juga, daripada 24,220 kes tibi yang dinotifikasi pada tahun 2015, kira-kira 22,427 (92.6%) diklasifikasikan sebagai kes baharu dan 1,793 (7.4%) adalah kes rawatan semula. Daripada kes rawatan semula, kes tibi berulang sebanyak 1,141 (4.71%), 88 (0.36%) adalah kes setelah gagal rawatan, 564 (2.33%) adalah kes ingkar rawatan. Dalam tempoh empat tahun iaitu bagi tahun 2012 hingga 2015, trend peningkatan dalam kes rawatan semula telah direkodkan meningkat daripada tahun 2012 (6.4%) kepada 6.7% bagi tahun 2013, serta tahun 2014 (7.3%) dan 7.4% bagi tahun 2015. Mengikut rekod pada tahun 2015 bagi peringkat negeri, Sabah menyumbang sebanyak 4,464 kes (18.4%), diikuti oleh Selangor 4,429 kes (18.3%), Sarawak 2,575 kes (10.6%), Johor 2,409 kes (9.9%), Wilayah Persekutuan Kuala Lumpur 1,819 kes (7.5%), Perak 1,657 kes (6.8%), Pulau Pinang 1,283 kes (5.3%), Kedah 1,279 kes (5.3%), Kelantan 1,233 kes (5.1%) (2.9%), Negeri Sembilan 667 kes



(2.8%), Melaka 513 kes (2.1%), Perlis 130 kes (0.5%) dan Wilayah Persekutuan Labuan 116 kes (0.5%) (Unit Kawalan Penyakit Berjangkit, Sektor TB dan Kusta., 2016).

#### **2.4.4 Pelan Strategik Kebangsaan Untuk Kawalan Tuberkulosis di Malaysia**

Tuberkulosis kekal sebagai salah satu cabaran dan pengawalan penting dalam kesihatan awam di Malaysia. Walaupun terdapat usaha yang signifikan dalam pelaksanaan campur tangan kawalan tibi, negara masih menghadapi beberapa cabaran penting yang memerlukan usaha yang lebih intensif dan tertumpu bagi mengawal wabak tibi secara efektif. Program Kawalan Tuberkulosis Nasional Malaysia (NTBCP) dilancarkan pada tahun 1961 dengan matlamat utama adalah untuk mengawal dan mengurangkan beban tibi di Malaysia. Pada tahun 1995, program ini diintegrasikan ke dalam sistem perubatan dan kesihatan awam berikutan cadangan WHO dan pelaksanaan konsep penjagaan primer di Malaysia. Sejak pelaksanaan NTBCP pada tahun 1961, jumlah kes tibi yang dilaporkan telah berjaya dikurangkan daripada 350 kes bagi setiap (per) 100,000 penduduk kepada kurang daripada 100 setiap 100,000 penduduk pada tahun 1980-an. Walau bagaimanapun, sejak tahun 1990 hingga 2009, dilaporkan bahawa kes-kes tibi kekal tidak berubah di antara 60 hingga 68 bagi setiap 100,000 populasi.

Seterusnya, berikutan daripada tiadanya berlaku peningkatan keberkesanan dalam mengawal kes tibi, Rancangan Strategik Nasional (NSP) bagi Kawalan tibi (2011-2015) diperkenalkan untuk memperkuat usaha dalam kawalan tibi di Malaysia serta ke arah mencapai *Millennium Development Goals* (MDG) menjelang 2015. Strategi utama NSP bagi tahun 2011-2015 adalah untuk meningkatkan aktiviti pengesanan kes dengan peningkatan penemuan kes tibi aktif. Daripada tahun 2010 hingga 2015, kes tibi telah menunjukkan peningkatan kadar notifikasi sebanyak 68.4