

BAB 1 : PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Malaria merupakan penyakit yang dapat bersifat akut maupun kronis, ditimbulkan oleh protozoa dari genus *Plasmodium*, yang secara klinis ditandai dengan gejala demam, kondisi anemia, serta pembesaran organ limpa. Penyakit ini terjadi akibat infeksi *Plasmodium* yang menyerang sel darah merah (eritrosit), di mana keberadaan bentuk aseksual parasit dalam darah menjadi penanda utamanya. Mekanisme penularan malaria melibatkan dua unsur utama, yakni parasit *Plasmodium* itu sendiri dan nyamuk *Anopheles* betina sebagai vektor. Parasit ini memiliki daur hidup yang cukup rumit dan memerlukan dua inang berbeda untuk menyelesaikan siklus hidupnya, yaitu manusia dan nyamuk *Anopheles*.⁽¹⁾

Kejadian malaria pada dasarnya merupakan hasil interaksi segitiga epidemiologi yang melibatkan agen (*Plasmodium*), inang (manusia dan nyamuk *Anopheles*), serta lingkungan. Ketiga faktor ini saling memengaruhi satu sama lain, dan faktor lingkungan umumnya menjadi penentu paling dominan dalam proses penularannya.⁽³⁾ Nyamuk *Anopheles* betina adalah satu-satunya vektor yang mampu memindahkan parasit malaria ke manusia. Ketika nyamuk ini menghisap darah penderita malaria, parasit *Plasmodium* ikut masuk ke tubuh nyamuk. Setelah mengalami perkembangbiakan di dalam tubuh nyamuk, parasit tersebut kemudian berpindah ke tubuh manusia sehat melalui air liur nyamuk saat proses gigitan berlangsung.⁽⁴⁾ Penelitian juga menunjukkan bahwa perempuan cenderung memiliki respons imun yang lebih kuat dibandingkan laki-laki, meskipun kondisi kehamilan dapat meningkatkan kerentanan terhadap infeksi malaria. Dari segi habitat, nyamuk *Anopheles* dapat bertahan hidup di berbagai kondisi ekologis, mulai dari kawasan tropis dan subtropis, dataran rendah, perairan payau, area persawahan, hingga genangan air di pegunungan yang terpapar sinar matahari, meskipun jarang ditemukan pada ketinggian di atas 2.000 meter.⁽⁴⁾

Malaria dapat menyebabkan hilangnya kesempatan seseorang untuk menikmati hidup sehat. Hilangnya kesempatan itu ditandai dengan kondisi kesehatan yang menurun, sehingga menjadi tidak produktif dalam belajar atau bekerja, atau yang lebih ekstrim akan menyebabkan kematian.⁽⁵⁾ Malaria dapat menyebabkan kematian terutama pada kelompok risiko tinggi, yaitu bayi, anak balita, dan ibu hamil. Selain

itu, malaria secara langsung menyebabkan anemia dan dapat menurunkan produktivitas kerja.⁽⁶⁾

Pada skala global, beban malaria masih tergolong sangat besar. Sebanyak 263 juta kasus malaria tercatat di seluruh dunia, disertai lebih dari 597.000 kematian pada tahun 2023 berdasarkan World Malaria Report yang diterbitkan WHO. Kawasan Afrika tetap menjadi wilayah dengan beban tertinggi, menyumbang sekitar 94% dari total kasus dan 95% dari total kematian akibat malaria secara global. Sementara itu, kawasan Asia Tenggara berkontribusi sekitar 1,5% dari keseluruhan kasus dunia.⁽⁷⁰⁾ Di tingkat nasional, Indonesia mencatat 543.965 kasus positif malaria pada tahun 2024, yang berarti kontribusinya terhadap kasus global berada di kisaran 0,21%.⁽⁷⁰⁻⁷¹⁾ Wilayah Papua menjadi episentrum utama penularan di Indonesia, dengan perkiraan sekitar 91% dari total kasus nasional, atau setara dengan kurang lebih 495.008 kasus, bersumber dari kawasan tersebut.⁽⁷²⁾

Di tingkat regional, Provinsi Riau konsisten tercatat sebagai salah satu provinsi dengan Angka Parasit Insiden (API) tertinggi di Pulau Sumatera dalam empat tahun terakhir, dengan kecenderungan peningkatan dari tahun ke tahun. Dalam rentang waktu 2019 hingga 2022, kasus malaria di provinsi ini mengalami lonjakan yang signifikan, dari 148 kasus pada 2019 menjadi 1.774 kasus pada 2020, dan terus meningkat menjadi 1.811 kasus pada 2022.⁽⁶⁾ Pada tahun 2023 terdapat 2756 kasus dan pada tahun 2024 sebanyak 2716 kasus.^(8,9) Berdasarkan dari profil kesehatan nasional, Provinsi Riau memiliki API sebesar 0,42 dan menjadi provinsi dengan salah satu API tertinggi di Pulau Sumatera pada tahun 2023 dan 2024. Berdasarkan laporan Dinas Kesehatan Provinsi Riau, jenis malaria yang paling sering ditemukan di wilayah ini adalah *Plasmodium vivax*, yang menyebabkan malaria tertiana dengan karakteristik demam berulang setiap dua hari. Tipe ini mencakup sekitar 70–85% kasus malaria positif di Riau. Selain itu, *Plasmodium falciparum* juga ditemukan dengan proporsi lebih rendah (10–20%), terutama di daerah dengan aktivitas perkebunan dan mobilitas tenaga kerja tinggi seperti Kampar dan Indragiri Hulu. Jenis *Plasmodium malariae* dan *P. ovale* jarang dilaporkan, sementara *P. knowlesi* belum ditemukan di Provinsi Riau. Provinsi Riau memiliki kabupaten yang memiliki angka kejadian malaria dan API tertinggi diantara kabupaten/kota lainnya di Provinsi Riau, yaitu Kabupaten Rokan Hilir. Beberapa kabupaten/kota di Provinsi Riau mendapatkan sertifikat eliminasi malaria namun, kasus tetap terdapat kasus di beberapa kabupaten kota Provinsi Riau.^(9-11,18)

Indonesia berupaya mencapai Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*) ke-3, salah satu indikator utama dari tujuan ini adalah, yaitu mengakhiri epidemi penyakit menular seperti HIV/AIDS, tuberkulosis, dan malaria pada tahun 2030.⁽⁷⁵⁾ Malaria memiliki keterkaitan dengan Tujuan 13 SDGs (Penanganan Perubahan Iklim), karena perubahan pola curah hujan, suhu, dan kelembaban akibat perubahan iklim dapat memperluas wilayah distribusi nyamuk *Anopheles* serta meningkatkan risiko transmisi di wilayah baru.⁽⁷⁰⁾ Provinsi Riau berpotensi besar mencapai target SDGs ke-3 pada tahun 2030, namun keberhasilan ini sangat bergantung pada kemampuan daerah dalam mengendalikan resurgensi kasus yang dipicu oleh faktor iklim di wilayah pesisir dan perkebunan. Tanpa integrasi mitigasi dampak lingkungan SDGs 13 ke dalam program kesehatan, target eliminasi malaria di Riau pada tahun 2030 berisiko tidak tercapai sepenuhnya.^(17,79)

Dinas Kesehatan Provinsi Riau bersama dinas kesehatan kabupaten/kota serta puskesmas telah melaksanakan berbagai intervensi pengendalian malaria selama periode 2021–2024. Kegiatan tersebut mencakup penguatan surveilans malaria terintegrasi melalui deteksi kasus pasif dan aktif yang dilakukan oleh petugas puskesmas di wilayah dengan laporan kasus positif, selain itu dilakukan distribusi kelambu berinsektisida kepada kelompok rentan, pelaksanaan fogging focus, IRS dan larvasidasi di sekitar lokasi kasus indigenous untuk memutus rantai penularan, serta pelatihan tenaga laboratorium dan kader malaria dalam pemeriksaan sediaan darah dan pelaporan kasus melalui sistem elektronik e-SISMAL, dan upaya lainnya.^(8,9) Meskipun berbagai upaya telah dilakukan, kasus malaria masih ditemukan secara sporadis di beberapa wilayah.⁽⁸⁰⁾ Kondisi ini menunjukkan bahwa intervensi yang telah berjalan perlu diperkuat dengan kajian berbasis data spasial, agar faktor-faktor lingkungan dan sosial yang berkontribusi terhadap penularan malaria dapat diidentifikasi secara lebih akurat dan digunakan untuk meningkatkan efektivitas program pengendalian.⁽⁸¹⁾

Secara geografis dan ekologis, Riau memiliki karakteristik yang mendukung penularan malaria, mencakup dominasi dataran rendah, lahan gambut, kawasan hutan tropis, perkebunan kelapa sawit, jaringan sungai, serta wilayah kepulauan yang menjadi habitat ideal bagi nyamuk *Anopheles*.⁽¹⁴⁾ Meskipun demikian, Kementerian Kesehatan mengklasifikasikan Provinsi Riau sebagai daerah endemisitas rendah,

namun tetap berisiko mengalami eskalasi apabila upaya pengendalian tidak dilakukan secara konsisten dan berbasis data.⁽¹⁶⁾

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, Provinsi Riau memiliki luas wilayah 89.935,90 km², membentang dari lereng Bukit Barisan hingga Selat Malaka. Kabupaten Indragiri Hilir, Pelalawan, dan Kampar merupakan tiga kabupaten dengan wilayah terluas, masing-masing mencakup 15,03%, 14,75%, dan 11,51% dari total luas provinsi. Dari sisi ketinggian, Kabupaten Rokan Hulu berada pada elevasi tertinggi (sekitar 91 mdpl), sedangkan Bengkalis dan Kepulauan Meranti berada di zona terendah, hanya sekitar 2 mdpl. Kondisi iklim di Provinsi Riau dengan periode 2021-2024 memiliki suhu sebesar 27,1 °C, kelembaban udara sebesar 84,4%, curah hujan sebesar 295,1 mm, kecepatan angin sebesar 4,8 knot atau 2,5 m/s, dan tekanan udara sebesar 1009,6 hPa. Kemudian kepadatan penduduk sebesar 196,8 jiwa/km² dengan kota terpadat berada di Kota Pekanbaru dan Kota Dumai.⁽¹²⁾

Kementerian Kesehatan menyatakan bahwa suhu optimal untuk perkembangan nyamuk berkisar antara 25–27°C dengan kelembaban udara minimum 60%. Semakin tinggi tingkat kelembaban, semakin aktif nyamuk dalam menggigit, sehingga risiko penularan malaria pun meningkat. Kepadatan penduduk juga menjadi faktor yang berpengaruh, terutama karena wilayah padat penduduk kerap menghadapi persoalan sanitasi buruk dan genangan air yang menjadi tempat berkembang biaknya nyamuk *Anopheles*. Penelitian yang dilakukan Midekisa et al di Ethiopia menyebutkan bahwa Curah hujan antara 150–300 mm per bulan menciptakan banyak genangan air bersih yang menjadi tempat ideal untuk berkembangbiakan larva *Anopheles* dan penelitian dari Midega et al di Kenya menunjukkan bahwa aktivitas terbang dan mencari inang nyamuk *Anopheles* akan menurun signifikan pada kecepatan angin di atas 5 knot. WHO juga menyebutkan bahwa Tekanan udara pada kisaran 1000–1010 mb diketahui berkaitan dengan kelembaban dan suhu yang stabil, yang memperpanjang siklus hidup nyamuk dewasa dan meningkatkan aktivitas menggigit. Berdasarkan teori dan penemuan tersebut dengan kondisi iklim dan kepadatan penduduk di wilayah Provinsi Riau pada pembahasan sebelumnya, memungkinkan memiliki kondisi lingkungan iklim dan kepadatan penduduk yang berpotensi menjadi tempat berkembangbiakan nyamuk *anopheles* serta penularan malaria.^(32,76-78)

Sejumlah penelitian mendukung relevansi faktor iklim terhadap kejadian malaria. Mahardikawati tahun 2023 menemukan adanya keterkaitan antara suhu, kelembaban, curah hujan, dan kecepatan angin dengan kejadian malaria di Kabupaten

Penajam Paser Utara selama periode 2013–2022 menggunakan analisis korelasi dengan pendekatan time lag.⁽¹³⁾ Zhang dkk. tahun 2009 yang menerapkan model SARIMA di Tiongkok mendapati bahwa tekanan udara tidak menunjukkan hubungan bermakna secara statistik dengan kejadian malaria. Temuan serupa dikemukakan oleh Hu dkk. tahun 2013 di Guangzhou, di mana variabel suhu, kelembaban, dan intensitas sinar matahari terbukti lebih berpengaruh dibandingkan tekanan udara. Dengan demikian, tekanan udara lebih tepat diposisikan sebagai variabel pendukung atau proksi iklim, bukan sebagai faktor penentu utama.⁽⁵⁸⁻⁵⁹⁾ Adapun Purwanti dkk. tahun 2022 mengungkapkan bahwa kejadian malaria dapat terjadi pada berbagai tingkat kepadatan penduduk, baik rendah maupun tinggi, yang menunjukkan kompleksitas hubungan antara kepadatan penduduk dan distribusi kasus malaria di suatu wilayah.⁽¹⁵⁾

Berdasarkan hal tersebut menunjukkan bahwa faktor iklim dan kepadatan penduduk memiliki pengaruh kompleks terhadap kejadian malaria. Namun, hubungan ini sering kali berbeda antar wilayah karena adanya variasi spasial. Menurut Hay SI et al dengan pendekatan analisis spasial menjadi relevan untuk memetakan perbedaan antar wilayah dan mengidentifikasi daerah risiko tinggi.⁽⁸²⁾ Menurut Anselin pendekatan ini memungkinkan analisis hubungan antarvariabel pada tingkat wilayah (kabupaten/kota) tanpa mengaitkan hasil secara langsung pada individu, sehingga sesuai dengan tujuan untuk memahami pola geografis dan determinan malaria di Provinsi Riau, serta melihat variasi hasil studi yang berkaitan antara faktor iklim dan kepadatan penduduk dengan kejadian penyakit Malaria.⁽⁸³⁾ Peneliti ingin melakukan penelitian lebih lanjut dengan judul penelitian “Pemodelan Spasial Kejadian Malaria Berdasarkan Faktor Iklim dan Kepadatan Penduduk di Provinsi Riau Tahun 2021-2024”.

1.2 Rumusan Masalah

Provinsi Riau masih termasuk dalam kategori daerah endemis malaria di Pulau Sumatera sepanjang tahun 2021–2024. Kondisi iklim dan distribusi penduduk di wilayah ini berpotensi mendukung perkembangan vektor malaria. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengkaji karakteristik wilayah berdasarkan faktor iklim (suhu udara, kelembaban, curah hujan, kecepatan angin, dan tekanan udara) serta kepadatan penduduk dalam kaitannya dengan kejadian malaria di Provinsi Riau melalui pendekatan spasial. Secara operasional, penelitian ini dirancang untuk memetakan distribusi frekuensi kejadian malaria per kabupaten/kota sekaligus membangun model

pemetaan spasial berbasis faktor-faktor tersebut selama periode 2021–2024. Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka perumusan masalah penelitian ini adalah “Bagaimana Pemodelan Spasial Kejadian Malaria Berdasarkan Faktor Iklim dan Kepadatan Penduduk di Provinsi Riau Tahun 2021-2024”.

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mengetahui Karakteristik wilayah Berdasarkan Faktor Iklim (Suhu Udara, Kelembaban Udara, Curah Hujan, Kecepatan Angin, Tekanan Udara) dan Kepadatan Penduduk dengan Kejadian Malaria di Provinsi Riau menggunakan pendekatan spasial.

1.3.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus penelitian ini yaitu, sebagai berikut:

1. Mengetahui distribusi frekuensi Kabupaten/Kota berdasarkan faktor iklim (suhu udara, kelembaban, kecepatan angin, curah hujan, dan tekanan udara), kepadatan penduduk dan kejadian malaria di Provinsi Riau tahun 2021-2024.
2. Mengetahui hubungan Kabupaten/Kota berdasarkan faktor iklim (suhu udara, kelembaban, kecepatan angin, curah hujan dan tekanan udara), dan kepadatan penduduk terhadap kejadian malaria di Provinsi Riau tahun 2021-2024 dengan menggunakan metode *Indeks Moran* dan *Local Indicators of Spatial Association (LISA)*.
3. Mengetahui faktor yang paling dominan mempengaruhi kejadian malaria di Provinsi Riau tahun 2021-2024.
4. Mengetahui pemodelan pemetaan kasus malaria setiap kab/kota di Provinsi Riau berdasarkan faktor iklim dan kepadatan penduduk dengan analisis *Geographically Weighted Regression*.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Aspek Teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan dan memperdalam pemahaman serta pengalaman tentang kesehatan masyarakat terkait pemodelan pemetaan kejadian malaria berdasarkan hubungannya dengan faktor iklim dan kepadatan penduduk. Penelitian ini diharapkan juga dapat

menjadi referensi dan informasi tambahan bagi penelitian selanjutnya yang mengeksplorasi hubungan serupa.

1.4.2 Aspek Praktis

1. Bagi Pemerintah

Pada lembaga terkait yaitu Dinas Kesehatan, hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi Dinas Kesehatan Provinsi Riau sebagai bahan pertimbangan dalam penyusunan kebijakan pengendalian malaria yang lebih efektif, tepat sasaran, dan berbasis bukti.

2. Bagi Masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan memperluas wawasan mengenai kejadian Malaria yang berkaitan dengan faktor iklim dan kepadatan penduduk sehingga masyarakat dapat meningkatkan tingkat kewaspadaan terhadap kemungkinan penyebaran kejadian Malaria.

3. Bagi Fakultas Kesehatan Masyarakat

Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi informasi dan sebagai tambahan referensi perpustakaan.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pemodelan pemetaan spasial kejadian malaria berdasarkan faktor iklim (suhu udara, kelembaban, kecepatan angin, curah hujan, tekanan udara) dan kepadatan penduduk di Provinsi Riau tahun 2021-2024. Penelitian ini bersifat kuantitatif dengan desain studi ekologi, dilaksanakan di Provinsi Riau pada periode September–Desember 2025. Data yang digunakan meliputi data kasus malaria dari Dinas Kesehatan Provinsi Riau, data iklim dari beberapa stasiun BMKG (Stasiun Meteorologi Japura Rengat, Bandara RAPP, Stasiun Iklim Kampar, Stasiun Meteorologi SSK II Pekanbaru, dan Stasiun Meteorologi Bandara Pinang Kampai Dumai), serta data kepadatan penduduk dari BPS Provinsi Riau. Analisis dilakukan secara bertahap melalui pendekatan univariat, bivariat dengan metode *Local Indicator of Spatial Autocorrelation* (LISA), multivariat, serta *Geographically Weighted Regression* (GWR) menggunakan perangkat lunak pengolah data yang sesuai.