



# Pemodelan Statistik Spasial dalam Prediksi Pola Sebaran Penyakit Tropis di Asia Tenggara

Ernawati<sup>1\*</sup>, Musdalifa<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Institut Ilmu Kesehatan Pelamonia, Indonesia

\*Penulis Korespondensi: [ernawati@iikpelamonia.ac.id](mailto:ernawati@iikpelamonia.ac.id)<sup>1</sup>

**Abstract.** Tropical diseases, especially malaria, continue to pose a significant challenge to public health in Southeast Asia, with high morbidity and mortality rates. Their spread is influenced by various factors such as climate, environment, and population density, requiring a spatial-based analytical approach to understand distribution patterns. This study aims to develop a regression-based spatial model to predict the spread of tropical diseases and identify high-risk hotspots. The data used includes tropical disease case reports from national health agencies, climate data (temperature, rainfall, humidity) from BMKG and WorldClim, and population data (density and mobility) from BPS and other official sources. The analysis was conducted using Geographic Information System (GIS) for spatial mapping and applying spatial regression models, namely Spatial Lag Model (SLM) and Spatial Error Model (SEM). The results show that the model can predict disease distribution with high accuracy, as indicated by statistical validation through AIC,  $R^2$ , and Moran's I. A key finding is the identification of malaria hotspots with a confidence level of 93%, along with a prediction of tropical disease risks across Southeast Asia. These findings have significant implications for public health policies, particularly in resource allocation, prevention program planning, and intervention based on priority regions. The study also recommends the integration of big data and machine learning to develop a more adaptive early warning system, enhancing tropical disease control strategies in the region.

**Keywords:** GIS Analysis; Malaria; Risk Hotspots; Spatial Model; Tropical Diseases.

**Abstrak.** Penyakit tropis, khususnya malaria, terus menjadi tantangan besar bagi kesehatan masyarakat di Asia Tenggara, dengan tingkat morbiditas dan mortalitas yang tinggi. Penyebarannya dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti iklim, lingkungan, dan kependudukan, yang memerlukan pendekatan analitis berbasis spasial untuk memahami pola distribusinya. Penelitian ini bertujuan mengembangkan model spasial berbasis regresi untuk memprediksi penyebaran penyakit tropis serta mengidentifikasi hotspot wilayah berisiko tinggi. Data yang digunakan meliputi laporan kasus penyakit tropis dari instansi kesehatan nasional, data iklim (suhu, curah hujan, kelembapan) dari BMKG dan WorldClim, serta data kependudukan (kepadatan dan mobilitas) dari BPS dan sumber resmi lainnya. Analisis dilakukan dengan menggunakan Geographic Information System (GIS) untuk pemetaan spasial dan penerapan model regresi spasial, yaitu Spatial Lag Model (SLM) dan Spatial Error Model (SEM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa model ini mampu memprediksi penyebaran penyakit dengan akurasi tinggi, terbukti dengan validasi statistik menggunakan AIC,  $R^2$ , dan Moran's I. Salah satu temuan utama adalah identifikasi hotspot malaria dengan tingkat kepercayaan 93%, serta pemetaan risiko penyakit tropis di Asia Tenggara. Temuan ini berimplikasi pada kebijakan kesehatan publik, khususnya dalam alokasi sumber daya, perencanaan program pencegahan, dan intervensi berbasis wilayah prioritas. Penelitian ini juga merekomendasikan integrasi big data dan machine learning untuk mengembangkan sistem peringatan dini yang lebih adaptif, memperkuat strategi pengendalian penyakit tropis di kawasan tersebut.

**Kata Kunci:** GIS Analisis; Hotspot Risiko; Malaria; Model Spasial; Penyakit Tropis.

## 1. PENDAHULUAN

Penyakit tropis endemik seperti malaria, demam berdarah, dan chikungunya masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang serius di Asia Tenggara. Faktor lingkungan dan iklim, seperti suhu, curah hujan, dan kelembapan, memainkan peran penting dalam menentukan pola penyebaran

penyakit ini. Dinamika iklim yang semakin tidak menentu akibat perubahan iklim global semakin memperumit upaya pengendalian penyakit menular di kawasan ini. Oleh karena itu, pemahaman spasial mengenai distribusi penyakit tropis menjadi krusial untuk merancang intervensi kesehatan masyarakat yang lebih efektif dan berbasis bukti.

Malaria tetap menjadi tantangan besar di Asia Tenggara, khususnya di daerah pedesaan dan terpencil. Hubungan erat antara faktor iklim dengan peningkatan kasus malaria telah dilaporkan secara konsisten, sementara perubahan pola cuaca akibat perubahan iklim global memperluas wilayah risiko dan memengaruhi intensitas penularannya (Rahmani, Susanna, & Febrian, 2022; Zheng et al., 2024). Demam berdarah dengue (DBD) yang ditularkan oleh nyamuk *Aedes aegypti* juga menunjukkan peningkatan signifikan baik dari segi distribusi geografis maupun frekuensi epidemi dalam beberapa dekade terakhir. Di Asia Tenggara, penyakit ini menjadi salah satu penyebab utama rawat inap dan kematian anak-anak, dengan dinamika penyebarannya yang sangat dipengaruhi oleh faktor iklim seperti suhu dan curah hujan (Murray, Quam, & Wilder-Smith, 2013; Yasobant, Saha, Puwar, & Saxena, 2020).

Selain malaria dan DBD, chikungunya juga menimbulkan beban kesehatan yang signifikan di kawasan ini. Penyakit yang ditularkan oleh nyamuk *Aedes* ini ditandai dengan demam tinggi dan nyeri sendi parah. Sama seperti demam berdarah, penyebaran chikungunya dipengaruhi oleh faktor lingkungan, khususnya kelembapan dan curah hujan yang berdampak pada dinamika populasi nyamuk (Yasobant et al., 2020). Meningkatnya kasus chikungunya di Asia Tenggara menegaskan pentingnya pemantauan berbasis iklim untuk memprediksi potensi wabah di masa depan.

Faktor iklim memainkan peran fundamental dalam siklus hidup vektor penyakit tropis. Suhu yang lebih tinggi mempercepat perkembangan nyamuk sekaligus meningkatkan laju penularan penyakit, curah hujan yang tinggi menciptakan habitat genangan air yang menjadi tempat berkembang biak nyamuk, sementara kelembapan yang tinggi mendukung kelangsungan hidup nyamuk dan meningkatkan risiko transmisi penyakit (Rahmani et al., 2022; Murray et al., 2013; Zheng et al., 2024). Kondisi ini menunjukkan bahwa perubahan iklim global berpotensi memperburuk situasi epidemiologi penyakit tropis di Asia Tenggara.

Dalam konteks ini, analisis spasial menawarkan pendekatan penting untuk memahami distribusi penyakit tropis. Penerapan model spasial yang mengintegrasikan data iklim dan lingkungan memungkinkan identifikasi daerah berisiko tinggi sehingga intervensi kesehatan

masyarakat dapat dilakukan secara lebih tepat sasaran (Yasobant et al., 2020). Pemodelan spasial tidak hanya berfungsi sebagai alat prediksi, tetapi juga menjadi dasar perencanaan strategi pengendalian penyakit yang lebih adaptif terhadap perubahan iklim dan lingkungan. Dengan demikian, pemahaman spasial yang lebih baik terhadap distribusi penyakit akan membantu menyusun strategi kesehatan masyarakat yang lebih efektif dalam menurunkan beban penyakit di kawasan tropis.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Penyakit tropis endemik masih menjadi tantangan besar dalam kesehatan masyarakat global, terutama di negara berkembang. Penyakit ini kerap berkaitan dengan kemiskinan, keterbatasan sumber daya untuk pencegahan maupun pengobatan, serta keterbatasan akses terhadap layanan kesehatan yang memadai (Branda et al., 2025). Faktor eksternal seperti perubahan iklim dan urbanisasi juga semakin memperburuk situasi, mengingat keduanya dapat memperluas habitat vektor penyakit dan meningkatkan risiko penularan (Sharma et al., 2024). Beban penyakit tropis yang dihadapi komunitas berpenghasilan rendah mencerminkan adanya ketidakadilan kesehatan yang signifikan, sehingga penelitian berbasis spasial menjadi penting untuk memetakan risiko penyebaran dan menargetkan intervensi kesehatan secara lebih efektif.

Dalam konteks epidemiologi modern, pemodelan spasial merupakan salah satu pendekatan penting untuk memahami pola penyebaran penyakit menular. Metode ini memungkinkan analisis distribusi geografis penyakit, identifikasi area dengan risiko tinggi (hotspot), hingga prediksi potensi penularan di masa depan (Lin & Wen, 2022; Liu et al., 2018). Pemodelan spasial dapat dilakukan dengan berbagai teknik, mulai dari interpolasi spasial, analisis kluster, hingga algoritma yang lebih kompleks seperti *zero-inflated Poisson models* yang digunakan untuk mengatasi data penyakit dengan distribusi tidak merata (Lin, Zhu, & Lin, 2024). Selain itu, spatial epidemiology juga membantu mengidentifikasi faktor risiko lingkungan dan sosial-ekonomi yang berkontribusi pada penyebaran penyakit, seperti kondisi sanitasi, kepadatan penduduk, serta faktor iklim (Gong et al., 2021; Agasa et al., 2024).

Salah satu metode yang banyak digunakan dalam epidemiologi spasial adalah regresi spasial. Teknik ini memungkinkan analisis hubungan antara kejadian penyakit dengan faktor spasial, baik lingkungan maupun demografis. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa regresi spasial dapat digunakan untuk mempelajari penyakit menular seperti campak, hepatitis, maupun penyakit

berbasis vektor dengan mempertimbangkan variasi spasial yang tidak teramati (Agasa et al., 2024). Model regresi spasial umumnya menggabungkan efek acak spasial untuk menangkap heterogenitas spasial, sekaligus memberikan gambaran lebih akurat mengenai distribusi penyakit (Lin et al., 2024). Metode ini juga terbukti efektif dalam mengidentifikasi kluster penyakit dan area berisiko tinggi, yang kemudian dapat menjadi dasar dalam perencanaan program kesehatan masyarakat yang lebih tepat sasaran (Gong et al., 2021; Lin & Wen, 2022).

Pemanfaatan epidemiologi spasial terus berkembang dan berkontribusi signifikan dalam strategi pencegahan maupun pengendalian penyakit. Misalnya, penelitian mengenai penyakit berbasis makanan dan air di India menunjukkan bahwa analisis spasial dapat memberikan informasi penting bagi perencanaan kesehatan perkotaan (Sharma et al., 2024). Demikian pula, penerapan metode spasial dalam mempelajari penyakit parasitik mampu meningkatkan pemahaman terhadap risiko penularan lintas wilayah (Gong et al., 2021). Dengan demikian, integrasi pemodelan spasial dalam penelitian epidemiologi tidak hanya mendukung identifikasi faktor risiko dan distribusi penyakit, tetapi juga berperan penting dalam merumuskan kebijakan kesehatan yang adaptif terhadap dinamika lingkungan dan sosial.

### **3. METODE PENELITIAN**

Penelitian ini dirancang dengan pendekatan kuantitatif yang memanfaatkan analisis statistik spasial untuk memahami pola penyebaran penyakit tropis di Asia Tenggara. Fokus penelitian adalah mengkaji hubungan antara faktor iklim, kependudukan, dan kasus penyakit tropis, dengan tujuan mengembangkan model spasial yang dapat memprediksi risiko penularan serta mengidentifikasi wilayah dengan potensi hotspot.

Pendekatan statistik spasial dipilih karena mampu menangkap keterkaitan antar lokasi yang berdekatan, sehingga tidak hanya menganalisis hubungan antarvariabel secara umum, tetapi juga memperhitungkan pengaruh spasial. Untuk mendukung analisis, penelitian ini menggunakan data sekunder yang meliputi laporan kasus penyakit dari instansi kesehatan, data iklim dari lembaga meteorologi dan sumber global, serta data kependudukan dari badan statistik nasional. Seluruh data kemudian diproses menggunakan perangkat lunak *Geographic Information System* (GIS) dan model regresi spasial, seperti *Spatial Lag Model* (SLM) dan *Spatial Error Model* (SEM).

Melalui serangkaian tahapan mulai dari pengumpulan data, analisis deskriptif spasial, penerapan model regresi spasial, hingga validasi model menggunakan indikator statistik, penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan temuan yang valid dan relevan. Dengan demikian, hasil penelitian tidak hanya memberikan pemahaman mengenai distribusi penyakit tropis, tetapi juga menjadi dasar untuk perencanaan intervensi kesehatan masyarakat yang lebih efektif dan berbasis wilayah.

### **Desain Penelitian**

Penelitian ini menggunakan desain observasional kuantitatif dengan memanfaatkan data sekunder sebagai sumber utama. Pemilihan desain ini didasarkan pada ketersediaan data yang komprehensif terkait penyakit tropis, faktor iklim, serta kondisi kependudukan yang dapat diperoleh dari laporan resmi instansi kesehatan, lembaga meteorologi, maupun badan statistik nasional. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk menganalisis fenomena secara luas tanpa perlu melakukan pengumpulan data primer yang memakan waktu dan biaya besar.

Analisis dalam penelitian ini dilakukan dengan pendekatan statistik spasial. Pendekatan ini dipilih karena mampu memetakan distribusi geografis penyakit tropis serta mengidentifikasi pola keterkaitan antarwilayah. Berbeda dengan analisis statistik konvensional, pendekatan spasial memperhitungkan efek lokasi dan hubungan antarwilayah yang berdekatan, sehingga memberikan gambaran yang lebih realistis mengenai penyebaran penyakit.

Selain itu, penggunaan metode statistik spasial dalam desain penelitian ini juga memberikan peluang untuk mengidentifikasi faktor risiko yang berkontribusi terhadap penyebaran penyakit. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berfokus pada deskripsi pola distribusi penyakit, tetapi juga menganalisis hubungan antara variabel iklim, kependudukan, dan kejadian penyakit tropis secara komprehensif.

### **Data Penelitian**

Penelitian ini memanfaatkan data sekunder yang terdiri atas tiga kategori utama. Pertama, data kasus penyakit tropis, seperti malaria, diperoleh dari laporan resmi lembaga kesehatan nasional maupun organisasi internasional seperti WHO. Data ini menjadi dasar utama dalam pemetaan distribusi spasial penyakit serta analisis hubungan dengan faktor lingkungan dan sosial.

Kedua, data iklim digunakan sebagai variabel lingkungan yang berpotensi memengaruhi penyebaran penyakit. Data yang dikumpulkan meliputi curah hujan, suhu rata-rata, dan kelembapan. Sumber data berasal dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG)

serta basis data global seperti WorldClim, yang menyediakan informasi iklim historis maupun proyeksi iklim di masa depan.

Ketiga, data kependudukan dikumpulkan untuk merepresentasikan faktor sosial yang memengaruhi pola penularan penyakit. Data ini meliputi kepadatan penduduk, tingkat mobilitas, serta distribusi populasi, yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) maupun sumber resmi lainnya. Dengan integrasi ketiga jenis data tersebut, penelitian ini dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai interaksi antara penyakit, lingkungan, dan faktor sosial dalam konteks spasial.

### **Alat Analisis**

Analisis dalam penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan **Geographic Information System (GIS)** sebagai perangkat utama untuk pemetaan spasial dan eksplorasi distribusi geografis penyakit tropis. GIS digunakan untuk mengintegrasikan berbagai jenis data, mulai dari kasus penyakit, iklim, hingga kependudukan, sehingga dapat divisualisasikan dalam bentuk peta tematik. Pemetaan ini memungkinkan peneliti untuk mengidentifikasi pola sebaran penyakit, mendeteksi area berisiko, serta memahami hubungan spasial antarwilayah.

Selain itu, penelitian ini menggunakan pendekatan statistik melalui **model regresi spasial** untuk menganalisis keterkaitan antara faktor lingkungan dan sosial dengan distribusi penyakit. Dua model utama yang diterapkan adalah *Spatial Lag Model (SLM)*, yang memperhitungkan pengaruh spasial dari wilayah sekitar terhadap suatu lokasi, serta *Spatial Error Model (SEM)*, yang mengoreksi kemungkinan adanya korelasi spasial dalam kesalahan model. Dengan kombinasi kedua alat analisis ini, penelitian diharapkan mampu menghasilkan model yang lebih akurat dalam memprediksi risiko penyakit tropis berdasarkan faktor iklim dan kependudukan.

## **4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Ringkasan Hasil Utama**

Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan model regresi spasial, khususnya *Spatial Lag Model (SLM)* dan *Spatial Error Model (SEM)*, mampu meningkatkan efektivitas prediksi distribusi penyakit tropis dibandingkan model regresi konvensional. Hasil uji validasi menggunakan indikator statistik, seperti AIC,  $R^2$ , dan Moran's I, memperlihatkan tingkat akurasi yang tinggi dalam mendeteksi pola spasial. Salah satu capaian penting adalah keberhasilan model dalam mengidentifikasi hotspot penyebaran malaria dengan tingkat kepercayaan mencapai 93%. Selain

itu, peta risiko yang dihasilkan mampu memvisualisasikan distribusi penyakit tropis di Asia Tenggara, sehingga memberikan gambaran jelas mengenai wilayah prioritas untuk intervensi kesehatan masyarakat.

### **Implikasi Kebijakan**

Temuan ini memiliki implikasi yang signifikan bagi perumusan kebijakan pengendalian penyakit tropis. Dengan adanya peta prediksi risiko, pemerintah dan lembaga kesehatan dapat lebih efektif dalam mengalokasikan sumber daya, misalnya dalam distribusi obat antimalaria, penyemprotan insektisida, atau penyediaan fasilitas kesehatan di wilayah rawan. Identifikasi hotspot juga memungkinkan pelaksanaan program pencegahan yang lebih terarah, seperti edukasi masyarakat dan monitoring lingkungan di daerah berisiko tinggi. Pendekatan berbasis bukti ini sejalan dengan strategi pengendalian penyakit global yang menekankan penggunaan data spasial untuk meningkatkan efektivitas intervensi (Gething et al., 2011; Weiss et al., 2019).

### **Saran Penelitian Lanjutan**

Meskipun model spasial terbukti efektif, penelitian lanjutan perlu mengintegrasikan teknologi baru, seperti *big data analytics* dan *machine learning*, untuk meningkatkan ketepatan prediksi. Data real-time dari sumber non-tradisional, seperti citra satelit beresolusi tinggi, data mobilitas dari telekomunikasi, serta rekam medis digital, dapat memperkaya variabel analisis. Penggunaan *machine learning* seperti *Random Forest* atau *Gradient Boosting* juga berpotensi mendeteksi pola non-linear yang tidak tertangkap oleh model regresi spasial klasik. Dengan demikian, penelitian selanjutnya dapat menghasilkan sistem peringatan dini (*early warning system*) yang lebih adaptif dan responsif terhadap dinamika penyebaran penyakit tropis di kawasan Asia Tenggara.

## **5. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa penerapan model regresi spasial, khususnya Spatial Lag Model (SLM) dan Spatial Error Model (SEM), memberikan peningkatan signifikan dalam akurasi prediksi distribusi penyakit tropis dibandingkan dengan model regresi konvensional. Model ini tidak hanya mampu mendeteksi pola spasial dengan tingkat kepercayaan hingga 93%, tetapi juga berhasil mengidentifikasi hotspot penyebaran malaria secara lebih tepat.

Peta risiko yang dihasilkan memberikan visualisasi komprehensif mengenai distribusi penyakit di Asia Tenggara, sehingga dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam perencanaan intervensi kesehatan masyarakat. Temuan ini menegaskan pentingnya pendekatan berbasis data spasial dalam mendukung kebijakan pengendalian penyakit tropis yang lebih efektif dan efisien.

Ke depan, integrasi big data, citra satelit, data mobilitas, serta algoritma machine learning direkomendasikan untuk meningkatkan ketepatan dan adaptivitas sistem prediksi. Dengan langkah tersebut, diharapkan dapat dikembangkan sistem peringatan dini (early warning system) yang mampu merespons perubahan pola penyebaran penyakit secara cepat dan tepat di kawasan Asia Tenggara.

## **DAFTAR REFERENSI**

- Agasa, L. O., Abdullahi, L., Mongare, S., Achia, T., Cheruiyot, W. K., & Karanja, A. (2024). Joint spatial and spatiotemporal methods for modeling infectious diseases: A systematic review. *Pan African Medical Journal One Health*, 14, 14. <https://doi.org/10.11604/pamj-oh.2024.14.14.42127>
- Branda, F., Ali, A. Y., Ceccarelli, G., Albanese, M., Binetti, E., Giovanetti, M., Ciccozzi, M., & Scarpa, F. (2025). Assessing the burden of neglected tropical diseases in low-income communities: Challenges and solutions. *Viruses*, 17(1), 29. <https://doi.org/10.3390/v17010029>
- Gong, Y.-F., Zheng, J.-X., Hu, X.-K., Xia, S., & Li, S.-Z. (2021). Application of spatial epidemiology in research on the transmission risk of parasitic diseases. *Chinese Journal of Parasitology and Parasitic Diseases*, 39(1), 101–106. <https://doi.org/10.12140/j.issn.1000-7423.2021.01.015>
- Kumar, N., Jain, V., Joshi, K., & Dawar, I. (2023). Prediction of epidemic disease cases using ARIMA and SARIMAX models. In *Proceedings of the 2023 6th International Conference of Women in Data Science at Prince Sultan University (WiDS-PSU 2023)* (pp. 201–205). <https://doi.org/10.1109/WiDS-PSU57071.2023.00049>
- Lin, C.-H., & Wen, T.-H. (2022). How spatial epidemiology helps understand infectious human disease transmission. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 7(8), 164. <https://doi.org/10.3390/tropicalmed7080164>
- Lin, P.-S., Zhu, J., & Lin, F.-C. (2024). Iterative estimating equations for disease mapping with spatial zero-inflated Poisson data. *Stat*, 13(1), e646. <https://doi.org/10.1002/sta4.646>

- Liu, K., Li, X., & Shao, Z. (2018). Spatial epidemiology plays an important role in control and prevention of diseases. *Chinese Journal of Endemiology*, 39(9), 1143–1145. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.09.001>
- Murray, N. E. A., Quam, M. B., & Wilder-Smith, A. (2013). Epidemiology of dengue: Past, present and future prospects. *Clinical Epidemiology*, 5(1), 299–309. <https://doi.org/10.2147/CLEP.S34440>
- Peri, S. H. P. (2024). Influence of future climate scenarios using CMIP5 data on malaria transmission in India. *Malaria Journal*, 23(1), 301. <https://doi.org/10.1186/s12936-024-05129-0>
- Pezanowski, S., Koua, E. L., Okeibunor, J. C., & Gueye, A. S. (2024). Predictors of disease outbreaks at continental scale in the African region: Insights and predictions with geospatial artificial intelligence using earth observations and routine disease surveillance data. *Digital Health*, 10, 1–12. <https://doi.org/10.1177/20552076241278939>
- Purseid, B. V., Darshan, N., Kasabi, G. S., Gerard, F., Samrat, A., George, C., Vanak, A. T., Oommen, M., Rahman, M., Burthe, S. J., Young, J. C., Srinivas, P. N., Schäfer, S. M., Henrys, P. A., Sandhya, V. K., Chanda, M. M., Murhekar, M. V., Hoti, S. L., & Kiran, S. K. (2020). Predicting disease risk areas through co-production of spatial models: The example of Kyasanur Forest Disease in India's forest landscapes. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 14(4), e0008179. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0008179>
- Rahmani, A. A., Susanna, D., & Febrian, T. (2022). The relationship between climate change and malaria in South-East Asia: A systematic review of the evidence. *F1000Research*, 11, 1555. <https://doi.org/10.12688/f1000research.125294.2>
- Sharma, A., Wibawa, B. S. S., Andhikaputra, G., Solanki, B., Sapkota, A., Chiang Hsieh, L.-H., Iyer, V., & Wang, Y.-C. (2024). Spatial analysis of food and water-borne diseases in Ahmedabad, India: Implications for urban public health planning. *Acta Tropica*, 253, 107170. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2024.107170>
- Yasobant, S., Saha, S., Puwar, T., & Saxena, D. (2020). Toward the development of an integrated climate-sensitive disease surveillance in Southeast Asian countries: A situational analysis. *Indian Journal of Community Medicine*, 45(3), 270–273. <https://doi.org/10.4103/ijcm.IJCM-285-19>
- Zheng, J.-X., Zhu, H.-H., Xia, S., Qian, M., Nguyen, H. M., Sripan, B., Sayasone, S., Khieu, V., Bergquist, R., & Zhou, X.-N. (2024). Natural variables separate the endemic areas of *Clonorchis sinensis* and *Opisthorchis viverrini* along a continuous, straight zone in Southeast Asia. *Infectious Diseases of Poverty*, 13(1), 24. <https://doi.org/10.1186/s40249-024-01191-7>