

Kualitas Lingkungan Fisik Rumah Kasus Malaria Berbasis Pendekatan Spasial

Fitni Hidayati

Program Studi Gizi, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia: fitni2024@unimed.ac.id (koresponden)

Kalasta Ayunda

Program Studi Gizi, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia: kalastayunda@unimed.ac.id

Diah Retno Wahyuningrum

Program Studi Gizi, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia: diahretno@unimed.ac.id

Fathia Rahmadini

Program Studi Gizi, Universitas Negeri Medan, Medan, Indonesia: fathia@unimed.ac.id

ABSTRACT

Kaligesing is a malaria-endemic area in Purworejo Regency that has experienced a significant increase in cases in the past two years. The quality of the home environment is suspected to be a significant factor influencing the spread of this disease. This study aimed to spatially map the physical environmental quality of homes in the Kaligesing area and identify villages with the highest environmental risk levels for the potential spread of malaria. This study used an observational approach with data collection through field surveys of 10 houses in each village. House coordinates were taken using a Garmin Map 78S GPS, then analyzed spatially using ArcMap 10.3 software. Environmental parameters observed included the physical condition of buildings that have the potential to become habitats for Anopheles vectors. The results showed variations in environmental quality risk levels between villages. Several villages showed a high accumulation of physical environmental risks, particularly in the parameters of ventilation without wire mesh, the presence of bushes around houses, and the condition of non-permanent house walls. Villages with the highest risk were identified through the integration of attribute and spatial data. Sudorogo Village was identified as a village with high-risk environmental quality, which is in line with the highest number of malaria cases in the region. It was concluded that spatial mapping provides accurate visualization for identifying priority villages in malaria control efforts.

Keywords: spatial mapping; environmental quality; malaria; geographic information systems

ABSTRAK

Kaligesing merupakan wilayah endemis malaria di Kabupaten Purworejo yang mengalami peningkatan kasus signifikan dalam dua tahun terakhir. Kualitas lingkungan rumah diduga menjadi salah satu faktor penting yang mempengaruhi penyebaran penyakit ini. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan kualitas lingkungan fisik rumah secara spasial di wilayah Kaligesing serta mengidentifikasi desa dengan tingkat risiko lingkungan tertinggi terhadap potensi penyebaran malaria. Penelitian ini menggunakan pendekatan observasional dengan pengambilan data melalui survei lapangan pada 10 rumah pada masing-masing desa. Titik koordinat rumah diambil menggunakan GPS Garmin Map 78S, kemudian dianalisis secara spasial menggunakan perangkat lunak ArcMap 10.3. Parameter lingkungan yang diamati meliputi kondisi fisik bangunan yang berpotensi menjadi habitat vektor *Anopheles*. Hasil penelitian menunjukkan adanya variasi tingkat risiko kualitas lingkungan antar desa. Beberapa desa menunjukkan akumulasi risiko lingkungan fisik yang tinggi, terutama pada parameter ventilasi tanpa kawat kasa, keberadaan semak-semak di sekitar rumah, dan kondisi dinding rumah yang tidak permanen. Desa dengan risiko tertinggi teridentifikasi melalui integrasi data atribut dan spasial. Desa Sudorogo teridentifikasi sebagai desa dengan kualitas lingkungan berisiko tinggi, yang sejalan dengan jumlah kasus malaria tertinggi di wilayah tersebut. Disimpulkan bahwa Pemetaan spasial memberikan visualisasi yang akurat untuk mengidentifikasi desa prioritas dalam upaya pengendalian malaria.

Kata kunci: pemetaan spasial; kualitas lingkungan; malaria; sistem informasi geografis

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan kasus malaria tertinggi di dunia setelah India pada tahun 2020. Malaria di Indonesia tahun 2020 ditemukan 254 kasus, mengalami peningkatan dari tahun 2019 yaitu 250.640 kasus.⁽¹⁾ Kasus positif malaria di Indonesia tahun 2020 berdasarkan API (*Annual Parasite Incidence*) termasuk kategori endemisitas tinggi yaitu 87,59 per 1000 penduduk yang tersebar di 23 kabupaten dan kota dengan 2,9 juta penduduk. Pada tahun 2021, malaria di Indonesia mencapai 304.607 kasus. Dari 34 provinsi di Indonesia, 31 provinsi masih terkonfirmasi kasus malaria.⁽²⁾

Jawa Tengah sebagai salah satu provinsi di Pulau Jawa memiliki 35 kabupaten/kota dan 576 kecamatan. Jumlah penduduk di Jawa Tengah tahun 2021 adalah 36.742.501 jiwa dengan luas wilayah 3,28 juta hektar (32.800,69 km²).⁽³⁾ Dari 35 kabupaten/kota di Jawa Tengah, ada 6 kabupaten yang masih dalam fase eliminasi malaria yaitu Purworejo, Banjarnegara, Kebumen, Banyumas, Cilacap, dan Purbalingga. Berdasarkan API, proporsi antara pasien positif malaria terhadap penduduk bersiko tahun 2019 terdapat 0,012 per 1000 penduduk. Pada tahun 2020 kasus positif malaria dengan angka kesakitan (API) sebesar 0,006 per 1000 penduduk.⁽⁴⁾

Malaria di Kaligesing mengalami peningkatan tahun 2021 dengan ditemukan 44 kasus yang merupakan 100% kasus *Indigenous* dan 100% jenis *Plasmodium falcifarum*. Kasus malaria melonjak lagi pada bulan Januari hingga Juli 2022 dengan ditemukan 97 kasus, 93 di antaranya termasuk kasus indigenous dan 4 kasus impor. Jenis *agent* yang ditemukan di wilayah kerja Puskesmas Kaligesing pada tahun 2022 termasuk *Plasmodium falcifarum*. Penyebaran kasus malaria di wilayah kerja Puskesmas Kaligesing berada di 10 desa, dan dalam dua tahun berturut-turut, desa Sudorogo termasuk *High Case Incidence* (HCI), dengan total 17 kasus pada tahun 2021 dan meningkat menjadi 33 kasus pada tahun 2022.⁽⁴⁾

Malaria menular melalui gigitan vektor nyamuk *Anopheles* betina yang terinfeksi parasit *Plasmodium* dan mampu membelah diri secara aseksual pada tubuh manusia dan secara seksual pada tubuh nyamuk.⁽⁵⁻¹⁰⁾ Di

Indonesia, *Plasmodium vivax* menyebabkan malaria tertiana, *Plasmodium falcifarum* menyebabkan malaria tropika, *Plasmodium malariae* menyebabkan malaria quartana, dan *Plasmodium ovale* menyebabkan malaria ovale.⁽⁶⁾ Gejala-gejala malaria yaitu demam, mual, menggigil, muntah, sakit kepala, diare dan nyeri sendi.⁽¹¹⁾

Meningkatnya kasus malaria di wilayah kerja Puskesmas Kaligesing dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya kualitas lingkungan yang berperan penting sebagai tempat perindukan dan peristirahatan nyamuk *Anopheles*. Semakin tidak kondusif kualitas lingkungan, maka akan semakin tinggi tingkat kepadatan vektor. Adapun jenis kualitas lingkungan yang akan sangat mempengaruhi kejadian malaria yaitu kualitas lingkungan fisik (suhu, kelembapan, kondisi dinding rumah, langit-langit rumah, kawat kasa pada ventilasi) dan kualitas lingkungan biologi (semak-semak dan kandang ternak). Selain itu, kualitas lingkungan juga mempengaruhi kepadatan nyamuk *Anopheles*.⁽¹²⁻¹⁵⁾

Analisis spasial merupakan inferensi visual yang dituangkan dalam bentuk peta berdasarkan data wilayah dan atribut pendukung. Ini sangat bermanfaat, terutama untuk mengetahui kondisi suatu wilayah yang dengan angka kejadian penyakit, khususnya di daerah endemis.⁽¹⁶⁾ Kaligesing merupakan wilayah endemis malaria yang perlu dipetakan untuk melihat kejadian penyakit malaria, sehingga dapat mempermudah dalam mengidentifikasi pola penyebaran penyakit malaria. Dinamika penularan di wilayah endemis malaria sangat bervariasi, maka diperlukan analisis spasial untuk mengetahui sebaran kasus malaria, kualitas lingkungan, dan kepadatan vector dengan kategori tinggi, sedang dan rendah yang divisualisasikan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang dapat membangun, menyimpan, mengelola, dan menampilkan informasi suatu wilayah.⁽¹⁷⁾

METODE

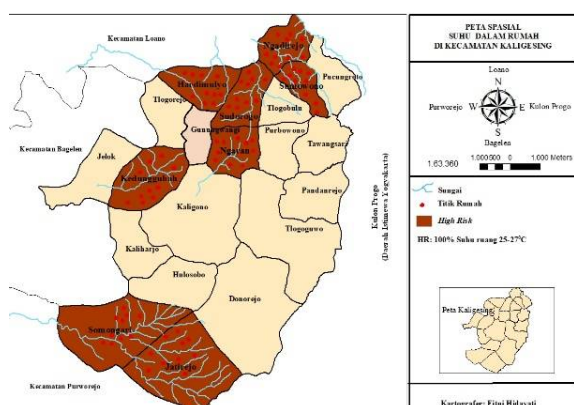
Penelitian ini dilakukan di wilayah kerja Puskesmas Kaligesing, Purworejo, Jawa Tengah. Dalam penelitian pemetaan spasial ini, pengambilan titik koordinat dilakukan dengan penggunaan Garmin GPS Map 78S, alat tulis, dan *handphone* sebagai alat dokumentasi. Cara kerja dimulai dengan menentukan titik sampel penelitian yang ditelusuri dengan aplikasi *Global Positioning System* (GPS) yaitu rumah responden penelitian, kemudian catat titik koordinat yang telah ditemukan. Setelah semua titik yang dibutuhkan telah dikumpulkan dalam catatan, lanjutkan ke pengolahan data spasial dengan menggunakan komputer yaitu *software* keruangan ArcMap 10.3 untuk analisis spasial.

Analisis spasial dalam penelitian ini bertujuan untuk mendistribusikan sebaran kasus malararia bulan Januari-Juli 2022 dan kualitas lingkungan di wilayah kerja Puskesmas Kaligesing. Analisis spasial diperoleh dengan menggunakan *software* pengolahan data secara spasial *Arcmap* 10.3 dalam bentuk pemetaan. Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengolahan data spasial, yaitu: 1) *entry data*: setelah didapatkan titik koordinat, data yang dikumpulkan diinput ke dalam *Arcmap* 10.3 sebagai data atribut peta; 2) proses: merupakan pengolahan data peta sebaran kajian yang berhubungan dengan kejadian malaria; 3) hasil: produk pengolahan disajikan dalam bentuk peta distribusi sebaran kejadian malaria dan kualitas lingkungan di wilayah Kerja Puskesmas Kaligesing

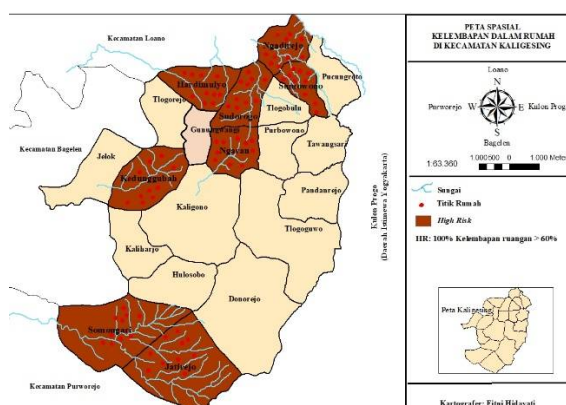
HASIL

Pemetaan secara spasial mengenai kualitas lingkungan di Kaligesing dilakukan untuk mengetahui seberapa besar risiko yang diperoleh dari pemeriksaan terhadap 10 rumah responden di masing-masing dari delapan desa. Pemetaan secara spasial dilakukan untuk melihat lebih jelas risiko kualitas lingkungan pada setiap desa di Kaligesing. Pemetaan spasial yang dilakukan di wilayah Kaligesing menjadi pendekatan penting untuk mengevaluasi kualitas lingkungan fisik rumah yang berpotensi menjadi tempat berkembang biaknya nyamuk *Anopheles*, vektor utama malaria. Data dikumpulkan secara sistematis untuk menilai berbagai parameter lingkungan, seperti suhu udara, kelembapan udara, kondisi dinding rumah, plafon, dan ventilasi rumah.

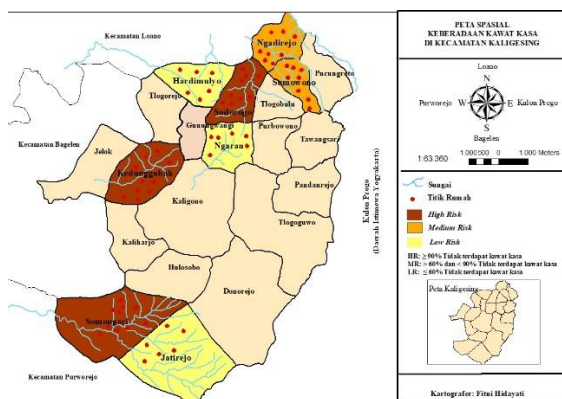
Langkah analisis awal melibatkan klasifikasi risiko tiap parameter lingkungan di tingkat rumah tangga. Kemudian, dilakukan agregasi nilai untuk melihat gambaran risiko secara menyeluruh pada tingkat desa. Proses ini menghasilkan peta spasial yang menggambarkan distribusi kualitas lingkungan dari rendah hingga tinggi risikonya. Berikut ini merupakan hasil pemetaan terhadap kualitas lingkungan rumah yang dilakukan di wilayah Kaligesing, yang meliputi suhu udara (Gambar 1), kelembapan udara (Gambar 2), keberadaan kawat kasa (Gambar 3), kondisi dinding rumah (Gambar 4) dan kondisi plafon rumah (Gambar 5).



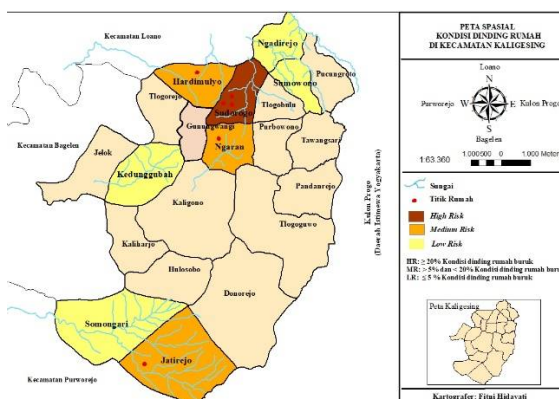
Gambar 1. Peta spasial suhu udara di wilayah kerja Puskesmas Kaligesing



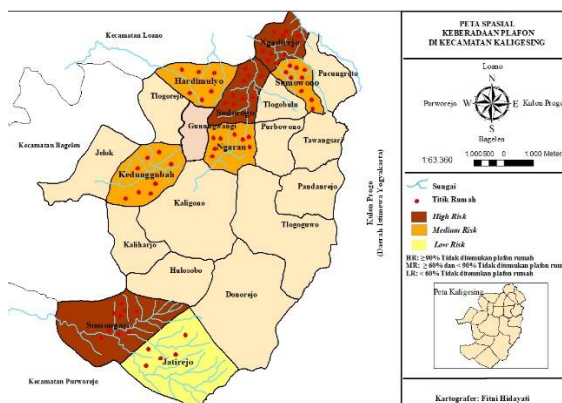
Gambar 2. Peta spasial kelembapan udara di wilayah kerja Puskesmas Kaligesing



Gambar 3. Peta spasial keberadaan kawat kasa di wilayah kerja Puskesmas Kaligesing



Gambar 4. Peta spasial kondisi dinding rumah di wilayah kerja Puskesmas Kaligesing



Gambar 5. Peta spasial kondisi plafon rumah di wilayah kerja Puskesmas Kaligesing

Berdasarkan Gambar 1 peta spasial mengenai suhu udara dalam ruangan ditemukan 100% suhu berada pada rentang 25-27°C, berarti suhu rumah di Kaligesing sesuai dengan suhu nyamuk dalam melakukan aktifitas menggigit dan istirahat, sehingga memperpanjang umur nyamuk. Gambar 2 peta spasial mengenai kelembapan udara di dalam rumah menunjukkan 100% kelembapan >60% berarti kelembapan rumah di Kaligesing sesuai dengan kelembapan optimum nyamuk untuk bertahan hidup dan melakukan aktivitas di dalam rumah. Gambar 3 peta spasial keberadaan kawat kasa ditemukan desa Somongari, Kedunggubuh, dan Sudorogo tergolong risiko tinggi dengan tidak terdapatnya kawat kasa $\geq 90\%$ pada ventilasi rumah responden. Gambar 4 peta spasial kondisi dinding ditemukan $\geq 20\%$ desa Sudorogo tergolong risiko tinggi dengan kondisi dinding rumah yang buruk seperti bahan dinding terbuat dari anyaman dan papan, sehingga terdapat lubang diantara papan dan anyaman yang sudah berlubang. Gambar 5 peta spasial keberadaan plafon ditemukan $\geq 90\%$ desa Somongari, Sudorogo, dan Ngadirejo tergolong risiko tinggi dengan tidak ditemukan plafon rumah, sehingga vektor *Anopheles* leluasa masuk ke dalam rumah dalam proses penyebaran malaria.

PEMBAHASAN

Pemetaan spasial kualitas lingkungan merupakan pendekatan yang efektif dalam menganalisis dan memvisualisasikan risiko lingkungan di suatu wilayah secara lebih terperinci. Penerapan pemetaan spasial dalam studi ini menunjukkan pentingnya integrasi antara pengumpulan data primer di lapangan dengan teknologi geospasial untuk menghasilkan informasi yang komprehensif dan mudah dipahami oleh para pengambil kebijakan dan masyarakat umum. Pendekatan geospasial memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih tepat karena mampu menggambarkan distribusi spasial suatu fenomena lingkungan secara akurat. Selain itu, penggabungan hasil observasi dari masing-masing parameter lingkungan seperti suhu, kelembapan, kondisi dinding, plafon dan ventilasi rumah memberikan informasi agregat yang memperkuat temuan tentang desa mana yang memiliki kualitas lingkungan terendah.⁽¹⁸⁾

Secara umum, pendekatan spasial yang diterapkan dalam penelitian ini telah membuktikan efektivitasnya dalam mengidentifikasi daerah rawan lingkungan dan menyediakan dasar ilmiah bagi intervensi berbasis wilayah. Penggunaan data spasial diharapkan menjadi metode standar dalam penilaian risiko lingkungan ke depan, seiring berkembangnya teknologi sistem informasi geografis (SIG) yang semakin akurat dan terjangkau.⁽¹⁹⁾

Hasil pemetaan menunjukkan bahwa terdapat desa dengan tingkat risiko kualitas lingkungan yang paling tinggi, yang secara signifikan berkorelasi dengan peningkatan kasus malaria. Temuan ini sejalan dengan sebuah laporan yang menyatakan bahwa kualitas lingkungan fisik rumah sangat memengaruhi densitas nyamuk *Anopheles* dan berkontribusi terhadap peningkatan kasus malaria di daerah endemis.⁽²⁰⁾

Penggunaan SIG dalam penelitian ini memperkuat validitas hasil dengan memberikan visualisasi spasial yang jelas. Peta hasil analisis menjadi alat bantu yang sangat bermanfaat untuk mengidentifikasi wilayah prioritas dalam intervensi pengendalian malaria. SIG memungkinkan integrasi data atribut dengan data spasial untuk

analisis keruangan yang lebih kaya dan dapat ditindaklanjuti. Selain itu, pendekatan ini dapat membantu dalam penentuan lokasi intervensi kesehatan berbasis risiko, seperti distribusi kelambu, fogging, edukasi kesehatan masyarakat, dan peningkatan kualitas lingkungan fisik rumah. Pemetaan spasial risiko lingkungan sangat berguna dalam merumuskan strategi pengendalian penyakit berbasis wilayah, terutama di daerah padat penduduk dan endemis.⁽²¹⁾ Secara keseluruhan, metode analisis spasial dalam studi ini menunjukkan bahwa integrasi data observasi lapangan dengan teknologi SIG sangat efektif untuk mengevaluasi dan merumuskan kebijakan berbasis bukti (*evidence-based policy*). Kualitas lingkungan rumah terbukti berkontribusi terhadap peningkatan risiko malaria dan harus menjadi fokus utama dalam program eliminasi malaria di Kaligesing.

Pemanfaatan SIG dalam studi ini memberikan dampak positif yang signifikan terhadap efektivitas intervensi pengendalian malaria di Kaligesing. Melalui visualisasi spasial yang jelas, lokasi prioritas dapat diidentifikasi secara tepat, memungkinkan alokasi sumber daya kesehatan yang lebih efisien dan berdampak. Peta risiko yang dihasilkan juga memperkuat koordinasi lintas sektor, mendorong kolaborasi antara instansi kesehatan, lingkungan, pendidikan, dan pemerintahan desa dalam menyusun strategi yang terintegrasi dan berbasis bukti. Bukti spasial yang kuat dari analisis ini menjadi landasan penting dalam penyusunan kebijakan lokal yang adaptif terhadap risiko lingkungan rumah, serta memberikan arah yang lebih terfokus bagi kegiatan promosi kesehatan masyarakat. SIG juga berperan sebagai alat evaluasi berkelanjutan, karena mampu memantau perubahan lingkungan dan distribusi kasus secara periodik, memberikan gambaran longitudinal bagi keberhasilan program eliminasi malaria. Di sisi lain, hasil analisis spasial ini memperkuat dokumentasi kinerja wilayah yang relevan untuk proses akreditasi fasilitas kesehatan dan evaluasi tingkat kabupaten. Secara keseluruhan, pendekatan berbasis SIG bukan hanya memperkaya analisis keruangan, tetapi juga memperkuat fondasi kebijakan kesehatan berbasis bukti dan berkelanjutan.⁽²¹⁾

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa pemetaan spasial memberikan visualisasi yang akurat untuk mengidentifikasi desa prioritas dalam upaya pengendalian malaria, terkait dengan suhu dan kelembaban udara, serta kondisi dinding, kawat kasa dan plafon rumah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Mahdi MI. Indonesia Alami 304.607 Kasus Malaria pada 2021 [Internet]. Data Indonesia. 2021 [cited 2024 Aug 2]. Available from: <https://dataindonesia.id/kesehatan/detail/indonesia-alami-304607-kasus-malaria-pada-2021>
2. Kemenkes RI. Tatalaksana kasus malaria. Jakarta: Ditjen P2P Kemenkes RI; 2020.
3. BPS Jateng. Jawa Tengah dalam angka 2020. Semarang: Badan Pusat Statistik Jawa Tengah; 2021.
4. Dinkes Jateng. Profil kesehatan Provinsi Jawa Tengah 2020. Semarang: Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah; 2021.
5. Arora G, Chuang YM, Sinnis P, Dimopoulos G, Fikrig E. Malaria: influence of Anopheles mosquito saliva on Plasmodium infection. Trends Immunol. 2023 Apr;44(4):256-265. doi: 10.1016/j.it.2023.02.005.
6. Fikadu M, Ashenafi E. Malaria: An Overview. Infect Drug Resist. 2023 May 29;16:3339-3347.
7. Churcher TS, Sinden RE, Edwards NJ, Poulton ID, Rampling TW, Brock PM, Griffin JT, Upton LM, Zakutansky SE, Sala KA, Angrisano F, Hill AV, Blagborough AM. Probability of transmission of malaria from mosquito to human is regulated by mosquito parasite density in naïve and vaccinated hosts. PLoS Pathog. 2017;13(1):e1006108.
8. Shaw WR, Marcenac P, Catteruccia F. Plasmodium development in Anopheles: a tale of shared resources. Trends Parasitol. 2022 Feb;38(2):124-135. doi: 10.1016/j.pt.2021.08.009.
9. Guttery DS, Zeeshan M, Ferguson DJP, Holder AA, Tewari R. Division and transmission: malaria parasite development in the mosquito. Annu Rev Microbiol. 2022 Sep 8;76:113-134.
10. Sato S. Plasmodium-a brief introduction to the parasites causing human malaria and their basic biology. J Physiol Anthropol. 2021 Jan 7;40(1):1. doi: 10.1186/s40101-020-00251-9. Erratum in: J Physiol Anthropol. 2021;40(1):3.
11. Bria YP, Yeh CH, Bedingfield S. Significant symptoms and nonsymptom-related factors for malaria diagnosis in endemic regions of Indonesia. Int J Infect Dis. 2021 Feb;103:194-200.
12. Rojas-Rueda D, Morales-Zamora E, Alsufyani WA, Herbst CH, AlBalawi SM, Alsukait R, Alomran M. Environmental Risk Factors and Health: An Umbrella Review of Meta-Analyses. Int J Environ Res Public Health. 2021;18(2):704.
13. Zhang L, Yang Y, Lin Y, Chen H. Human Health, Environmental Quality and Governance Quality: Novel Findings and Implications From Human Health Perspective. Front Public Health. 2022 Jun 24;10:890741.
14. Chang KKP, Wong FKY, Chan KL, Wong F, Ho HC, Wong MS, Ho YS, Yuen JWM, Siu JY, Yang L. The Impact of the Environment on the Quality of Life and the Mediating Effects of Sleep and Stress. Int J Environ Res Public Health. 2020 Nov 17;17(22):8529. doi: 10.3390/ijerph17228529.
15. Sundas A, Contreras I, Mujahid O, Beneyto A, Vehi J. The Effects of Environmental Factors on General Human Health: A Scoping Review. Healthcare (Basel). 2024 Oct 24;12(21):2123.
16. Franklin RS, Delmelle EC, Andris C, Cheng T, Dodge S, Franklin J, Heppenstall A, Kwan MP, Li W, McLafferty S, Miller JA, Munroe DK, Nelson T, Öner Ö, Pumain D, Stewart K, Tong D, Wentz EA. Making Space in Geographical Analysis. Geogr Anal. 2023 Apr;55(2):325-341. doi: 10.1111/gean.12325.
17. Bellocchi A, Nyawanda BO, Bigogo G, Khagayi S, Obor D, Danquah I, Kariuki S, Munga S, Vounatsou P. Malaria, climate variability, and interventions: modelling transmission dynamics. Sci Rep. 2023;13(1):7367.
18. Chandran A, Roy P. Applications of geographical information system and spatial analysis in Indian health research: a systematic review. BMC Health Serv Res. 2024 Nov 21;24(1):1448.
19. Chandran A, Roy P. Applications of geographical information system and spatial analysis in Indian health research: a systematic review. BMC Health Serv Res. 2024 Nov 21;24(1):1448.
20. Dhaniarsi D, Rejeki DS, Raharjo S. Analisis spasial kasus malaria di Kabupaten Banyumas tahun 2009-2018. Balaba. 2020 Dec 22;16(2):169-79.
21. Chandran A, Roy P. Applications of geographical information system and spatial analysis in Indian health research: A systematic review. BMC Health Serv Res. 2024 Nov 21;24(1):1448.