

Artikel

Penerapan Data Spasial Kebijakan Satu Peta untuk Pemodelan Kerawanan Malaria Terintegrasi, Kasus Malaria Perbukitan Menoreh

Barandi Sapta Widartono^{1*}, Suharyadi¹, Tri Baskoro Tunggal Satoto², Triwibowo Ambar Garjito³, Dwi Sarwani Sri Rejeki⁴

¹Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

²Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat, dan Keperawatan, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

³Kelompok Riset Penyakit Tular Vektor dan Zoonosis, Pusat Riset Kesehatan Masyarakat dan Gizi, Organisasi Kesehatan, Badan Riset dan Inovasi Nasional, Indonesia

⁴Jurusan Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu-ilmu Kesehatan, Universitas Jenderal Soedirman, Indonesia

*Email koresponden: barandi@ugm.ac.id

Direvisi: 2022-06-03 Diterima: 2022-08-06

Abstrak Kebijakan Satu Peta (KSP) atau *One Map Policy* (OMP) merupakan salah satu program prioritas pemerintah dalam pelaksanaan Nawa Cita. Implementasi KSP diharapkan dapat membantu percepatan pelaksanaan pembangunan nasional di berbagai bidang, yang diantaranya adalah di bidang kesehatan. Salah satu program di bidang kesehatan yang dipandang relevan dengan implementasi KSP adalah program pengendalian malaria. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi dan mengidentifikasi data KSP yang dapat digunakan untuk memetakan kerawanan malaria. Eksplorasi dan identifikasi data KSP dilakukan dengan menggunakan pendekatan spasial ekologis yaitu habitat nyamuk vektor malaria. Menggunakan metode *Spatial Multi Criteria Analysis* (SMCA) yang diintegrasikan dengan SIG. Data KSP terpilih yang digunakan adalah pada kelompok tematik batas wilayah serta sumberdaya alam dan lingkungan yaitu diantaranya batas wilayah administrasi, sistem lahan, geologi, dan penutup lahan, ditambah dengan data kerapatan vegetasi yang di ekstraksi dari citra Landsat. Pemetaan dilakukan di daerah reseptif malaria di Perbukitan Menoreh. Peta kerawanan malaria yang dihasilkan dari implementasi KSP secara umum selaras dengan kondisi kejadian malaria yang terjadi sehingga nantinya dapat digunakan sebagai bahan kajian untuk informasi spasial terpadu.

Kata kunci: Kebijakan Satu Peta (KSP), SIG, Kerawanan Malaria, Informasi Spasial Terpadu, SMCA.

Abstract *One Map Policy* (OMP) is a priority government program in the implementation of Nawa Cita. *One Map Policy* implementation can help national acceleration development in every sector, such as health. One of the programs in the health sector that is relevant to OMP implementation is the malaria control program. The purposes of this research are to explore and identify OMP data that can be used to map the malaria hazard. Exploration and identification of OMP data was carried out using a spatial ecology approach that is the habitat of the malaria vector mosquito. This research uses the spatial multicriteria analysis (SMCA) method which is integrated with a geographic information system (GIS). The selected OMP data are boundary and natural resources and environment thematic groups, such as administrative boundaries, land system, geology, land cover, and vegetation density extracted from Landsat imagery. This mapping is located in an endemic malaria area, Menoreh Hills. The resulting malaria hazard map from OMP implementation is generally in line with the conditions of malaria incidence that occur so that it can be used as a study for spatial integrated information.

Keywords: *One Map Policy* (OMP), GIS, Malaria Hazard, Integrated Spatial Information, SMCA.

PENDAHULUAN

Kebijakan Satu Peta (KSP) atau dikenal juga dengan istilah *One Map Policy* (OMP) merupakan salah satu program prioritas pemerintah dalam pelaksanaan Nawa Cita. Hakekat dari kebijakan ini adalah penggunaan satu peta yang mengacu pada satu referensi geospasial, satu standar, satu basis data dan satu geoportal untuk mendukung berbagai kegiatan pembangunan nasional (Pemerintah Indonesia, 2021). Suatu peta dapat digunakan untuk mendukung beragam kegiatan yang dilaksanakan oleh instansi atau lembaga yang berbeda. Peta tersebut harus dibuat oleh satu lembaga yang ditetapkan. Sejauh ini Kementerian Kesehatan sebagai wali data telah menyediakan informasi sebaran fasilitas kesehatan (Nurwadjadi, 2019). Pembangunan di bidang kesehatan pada hakekatnya bertujuan

untuk meningkatkan kesadaran, kemauan, dan kemampuan hidup sehat. Sejalan dengan yang dilakukan oleh Kementerian Kesehatan mengenai satu data kesehatan yang menjadi sumber data dan informasi kesehatan Indonesia untuk mendukung pengawasan, perumusan kebijakan dan pengambilan keputusan yang terukur serta tepat sasaran (Kemenkes, 2022). Tujuan tersebut dapat dicapai melalui bermacam program yang telah dirancang dan dilaksanakan oleh pemerintah. Salah satu program di bidang kesehatan yang dipandang relevan dengan implementasi KSP adalah program pengendalian malaria dan sesuai dengan Pedoman Koordinasi Lintas Sektor (Kementerian Koordinator Bidang Pembangunan Manusia dan Kebudayaan, 2018) yaitu terwujudnya keterpaduan pelaksanaan antisipasi dan pengendalian sektor antar pemerintah pusat,

antara pemerintah pusat dengan pemerintah daerah dalam menghadapi Bencana Nonalam Kejadian Luar Biasa (KLB)/ Wabah ancaman Zoonosis dan Penyakit Infeksi *Emerging* (PIE) yang terjadi di daerah. Kementerian Kesehatan dapat mengembangkan informasi satu data dengan memanfaatkan sumber data dari KSP yang bersumber dari wali data yang lain untuk menghasilkan berbagai informasi terkait dengan kesehatan salah satunya adalah tentang penyakit menular.

Indonesia yang memiliki iklim tropis sangat rentan dengan perubahan iklim regional dan global, sehingga dapat mempengaruhi penyebaran penyakit menular, termasuk penyakit tular vektor nyamuk (Suwito dkk, 2010). Perubahan kondisi lingkungan secara spasial maupun temporal penting untuk mengetahui transmisi penyakit yang ditularkan melalui vektor (Jeganathan *et al*, 2001; Mazher *et al*, 2018). Indonesia termasuk negara dengan transmisi malaria tinggi sehingga menjadi salah satu permasalahan di bidang kesehatan di Indonesia (Thaharuddin dkk, 2004; Sugiharto dkk, 2018). Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, sampai dengan tahun 2018 sebanyak 26% penduduk Indonesia hidup di daerah endemi malaria (Kemenkes, 2018). Proporsi tersebut telah menurun kurang lebih 5% dibandingkan proporsi pada tahun 2016 (Kemenkes, 2018). Pemerintah telah mencanangkan target eliminasi malaria di tahun 2030 (Kemenkes, 2018). Salah satu strategi yang dilakukan pemerintah pusat adalah mendorong komitmen pemerintah daerah, terutama pada daerah endemis tinggi, dalam hal pengendalian malaria. Penelitian yang dapat mendukung strategi pemerintah untuk mencapai target eliminasi malaria perlu untuk terus dilakukan dan dikembangkan.

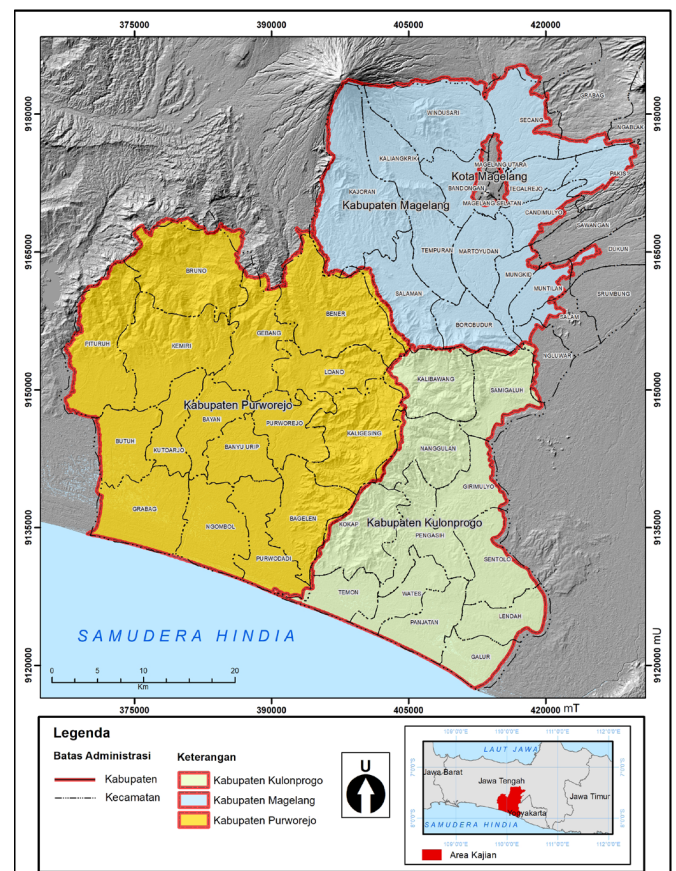
Pemetaan atau zonasi tingkat kerawanan malaria adalah salah satu kajian yang sangat relevan dengan program pemerintah terkait eliminasi malaria (Murhandarwati, dkk; 2015). Melalui kajian tersebut akan dapat diidentifikasi secara lebih rinci zona yang tidak rawan hingga yang sangat rawan. Hasil penelitian tersebut dapat digunakan oleh pemerintah untuk menentukan prioritas penanganan penyakit malaria. Penanganan dapat diprioritaskan pada lokasi-lokasi yang termasuk kerawanan tinggi. Urutan tingkat kerawanan dapat digunakan sebagai dasar penentuan urutan prioritas. Kerawanan malaria dapat dikaji dan dipetakan dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) yang dikombinasikan dengan metode tertentu (Widayani, 2017; Hanafi-Bojd, 2012; Raharjo, 2011; Store, 2003;). Metode tersebut antara lain *Spatial Multi Criteria Analysis* (SMCA) atau *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Setiap metode membutuhkan input berupa data geospasial. Data geospasial yang dibutuhkan akan berbeda-beda tergantung dari teori, konsep, pendekatan dan juga asumsi yang melandasi setiap metode. Suatu daerah endemi malaria sangat mungkin mencakup wilayah administrasi yang berbeda. Setiap wilayah administrasi sangat mungkin menerapkan metode yang berbeda. Konsekuensinya, data yang diperlukan dan digunakan juga bisa berbeda.

Perbedaan data dan metode ini merupakan hal yang penting namun tidak banyak mendapat perhatian. Idealnya data yang diperlukan dan metode yang digunakan untuk memetakan kerawanan dalam suatu daerah endemis adalah sama. KSP di sisi lain telah mengamanatkan penyediaan berbagai macam data dan berbagi penggunaannya. Eksplorasi terhadap data KSP dalam kajian malaria sangat penting namun belum banyak dilakukan. Di sisi lain dengan banyaknya data yang tersedia dan telah memiliki akurasi yang memadai serta diakui secara nasional sangat cocok dalam aktivitas kegiatan

yang terintegrasi dan terkoordinasi (Kementerian Koordinator Bidang Pembangunan Manusia dan Kebudayaan, 2018). Penelitian ini bertujuan untuk melakukan eksplorasi terhadap data KSP yang dapat digunakan untuk memetakan kerawanan malaria. Eksplorasi dilakukan dengan menggunakan habitat nyamuk vektor malaria sebagai pertimbangan.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan untuk memetakan kerawanan adalah SMCA (*Spatial Multicriteria Analysis*). Metode ini mempertimbangkan penentuan variabel paling dominan serta perhitungan bobot agar dihasilkan hasil yang sesuai, dengan melihat keberadaan vektor malaria dibutuhkan untuk mengetahui transmisi malaria (Dale, 2005). Daerah endemi malaria di Perbukitan Menoreh dipilih sebagai daerah penelitian. Alasan pemilihan ini didasari pertimbangan (1) merupakan wilayah endemis malaria yang hingga saat ini belum tereleminasi, (2) wilayah ini telah berkali-kali mengalami kejadian luar biasa, (3) pernah memiliki riwayat kejadian yang luas pada tahun 2000 sehingga memiliki data sebaran kejadian yang cukup baik sebagai validasi data, (4) wilayah ini tidak banyak mengalami perubahan. Secara administrasi daerah penelitian meliputi tiga wilayah kabupaten dan dua wilayah provinsi. Wilayah kabupaten yang dimaksud adalah Kulon Progo, Magelang dan Purworejo. Kabupaten Kulon Progo merupakan bagian dari Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, sedangkan Kabupaten Magelang dan Purworejo berada di wilayah Provinsi Jawa Tengah. Daerah penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta daerah kajian Perbukitan Menoreh dan sekitarnya yang berada pada 3 wilayah administrasi

Identifikasi Variabel Kerawanan Malaria

Kerawanan suatu daerah terhadap malaria ditentukan oleh beragam faktor. Faktor tersebut antara lain jenis nyamuk

dan karakteristik lingkungan yang cocok untuk perkembangan nyamuk. Penyebaran *Anopheles* di Indonesia bersifat lokal spesifik artinya spesies *Anopheles* yang ditemukan di suatu wilayah dipengaruhi oleh karakteristik habitat perkembangbiakannya (Ariati, 2014). Faktor lingkungan yang membentuk habitat *Anopheles* tersebut dapat dipilah berdasarkan dinamikanya yaitu perubahan yang lambat, sedang dan cepat. Faktor yang termasuk lambat adalah kondisi geologi dan topografi (variabel elevasi). Faktor yang termasuk menengah adalah geomorfologi dan penutup lahan. Faktor yang termasuk cepat adalah iklim, cuaca (temperatur dan curah hujan) serta dinamika masyarakat. Perbedaan bentanglahan yang terjadi baik pada tubuh air sebagai tempat perindukan (*breeding site*), lingkungan sebagai tempat istirahat (*resting*) dan cuaca sebagai pendukung perkembangbiakan (Raharjo, 2011). Perbedaan karakteristik wilayah berpengaruh terhadap faktor lingkungan, sehingga kepadatan populasi vektor dalam satu wilayah akan berbeda dengan wilayah lainnya (Kumar dkk, 2014). Model yang dibuat berdasarkan pemilihan pola habitat didasarkan pada hubungan antara data kejadian yang dikumpulkan dan latar belakang variabel yang sesuai (Store, 2003).

Eksplorasi Elemen Data KSP (Kebijakan Satu Peta) untuk Kerawanan Malaria

Data KSP terdiri dari 85 tema pemetaan yang berbeda sesuai validasi yang berhak mengeluarkan peta-peta tersebut. Dari 85 tema tersebut kemudian dipilih tema mana yang paling relevan digunakan untuk memetakan wilayah kerawanan malaria berdasarkan pada terbentuknya habitat. Eksplorasi yang dimaksud di sini adalah melakukan penjelajahan atau pencarian pada peta-peta KSP untuk menemukan kombinasi yang sesuai bagi penentuan kerawanan malaria. Cara eksplorasi yang digunakan untuk mengetahuinya adalah dengan memahami lingkungan hidup nyamuk sebagai inang dalam berkembang biak. Keberadaan sumber air, penutup lahan, dan kerapatan vegetasi yang merupakan faktor tempat biakan nyamuk spesies *Anopheles* (Raharjo, 2011). Faktor kerapatan vegetasi dapat dipetakan dengan menggunakan metode penisihan citra dan klasifikasi multispektral, yaitu penisihan *normalized difference vegetation index* (NDVI). Nilai NDVI selanjutnya diklasifikasikan untuk merepresentasikan kelas kerapatan vegetasi. Dalam pemetaan kerawanan ini faktor manusia sebagai inang tidak disertakan karena yang diutamakan adalah faktor alami lingkungan hidup nyamuk malaria.

Berdasarkan hal tersebut maka ditentukan variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sistem lahan geologi sebagai faktor dinamika yang lambat, penutup lahan sebagai faktor menengah, dan ditambah dengan sumber lain selain KSP, yaitu kerapatan vegetasi (NDVI) sebagai faktor dinamika yang relatif cepat khususnya dalam tersedianya tempat biakan. Setiap variabel diberikan bobot berdasarkan seberapa besar pengaruhnya terhadap keberadaan nyamuk. Hal ini berkaitan dengan lingkungan hidup nyamuk yang membutuhkan tempat untuk berkembang biak. NDVI memiliki bobot paling tinggi dibanding yang lain, yaitu sebesar 0,5 atau 50%. Berdasarkan pendekatan-pendekatan yang sudah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, NDVI dan keberadaan tubuh air memiliki bobot yang besar dalam prediksi area resiko malaria (Youssefi *et al.*, 2022; Abdelsattar, 2021). Sistem lahan geologi berkaitan dengan permukaan batuan dimana terdapat beberapa jenis formasi yang kedap air sehingga diberikan skor paling besar. Kondisi ini membuat adanya genangan air saat hujan dan mendukung larva untuk hidup karena sifat genangan yang sementara sehingga

tidak ada predator larva di area tersebut. Bobot yang diberikan untuk setiap variabel dapat dilihat pada tabel 1.

Pemetaan Kerawanan Malaria Menggunakan SMCA

Data yang telah diidentifikasi selanjutnya digunakan sebagai input dalam SIG untuk menyusun peta kerawanan malaria. Metode yang digunakan untuk memetakan kerawanan adalah SMCA (*Spatial Multicriteria Analysis*), dengan penentuan variabel paling dominan serta perhitungan bobot agar dihasilkan hasil yang sesuai (Widayani, 2017). Data yang digunakan dalam pemetaan kerawanan malaria adalah data sistem lahan geologi, penutup lahan dan kerapatan vegetasi dari NDVI. Sedangkan peta RBI skala 1:25.000 tiap kabupaten diperoleh dari inageoportal Badan Informasi Geospasial sebagai peta dasar. Peta sistem lahan geologi dan penutup lahan bersumber dari Kebijakan Satu Peta. Peta kerapatan vegetasi bersumber dari pengolahan citra Landsat 7 tahun 2001, tahun penentuan citra ini didasarkan pada kejadian malaria paling besar yang terdokumentasi secara spasial. Alat yang digunakan berupa *software* ArcGIS untuk melakukan pengolahan citra Landsat 7 dan analisis data vektor.

Gambar 2 menunjukkan bahwa terdapat 2 tema KSP dan 1 data tambahan di luar KSP untuk membuat model kerawanan malaria. Data-data tersebut adalah peta sistem lahan dan penutup lahan dari KSP dan citra Landsat 7 untuk membuat peta NDVI yang menjadi input dalam pembuatan model.

1. Data NDVI

Pengolahan citra dilakukan hingga koreksi *top of atmospheric* dari perubahan nilai piksel menjadi nilai radian kemudian menjadi nilai reflektan. Nilai reflektan digunakan sebagai input untuk menghitung NDVI.

2. Peta Geologi

Pengolahan peta geologi dari KSP Badan Informasi Geospasial membutuhkan proses *join table* berdasarkan kode sistem lahan. Data yang tersedia berformat *geodatabase* dengan *shapefile* sistem lahan dan *attribute* sistem lahan. Kedua data kemudian digabungkan dengan proses *join table* sehingga menghasilkan peta sistem lahan geologi daerah kajian.

3. Peta Penutup Lahan

Penutup lahan menjadi faktor yang penting untuk diperhatikan dalam mengetahui habitat nyamuk sehingga dapat mendukung kejadian malaria (Watofa, 2017). Dari jenis penutup lahan yang ada, keberadaan sungai dinilai penting sebagai tempat kembang biak nyamuk sehingga perlu dilakukan *buffer* di sekitarnya dengan radius 50 meter. Hal ini mempertimbangkan kemampuan nyamuk untuk dapat terbang di sekitar lingkungan hidupnya dan potensi adanya genangan air di sekitar sungai yang dapat menjadi tempat hidup larva. Menurut Hanafi-Bojd (2012), area sungai memiliki bobot 30% dari total 6 variabel yang digunakan dalam penelitiannya. Keberadaan tubuh air diperlukan nyamuk *Anopheles* betina untuk memenuhi *life cycle* (Mohan, 2014). Data *buffer* sungai kemudian digabungkan dengan data penutup lahan sehingga menghasilkan peta penutup lahan dengan sungai yang sudah di *buffer*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini merujuk pada lokasi wilayah endemis dan bukan wilayah administrasi, sedangkan data tidak selalu dapat diperoleh pada masing-masing wilayah administrasi

Tabel 1. Bobot variabel kerawanan malaria

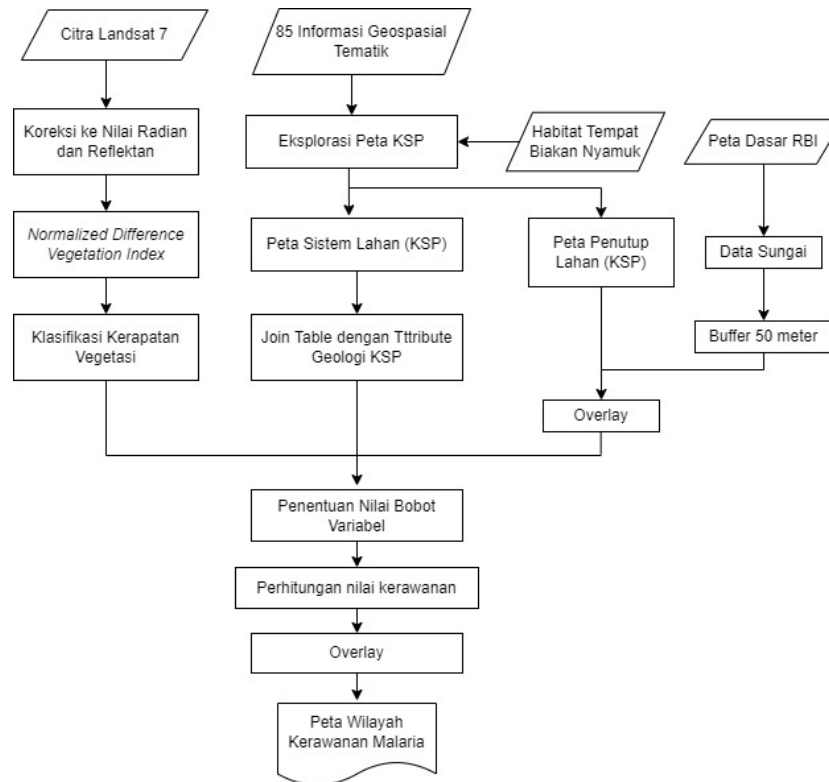
Variabel	Kategori	Skor	Bobot
Geologi	Semua Alluvium	1	0,25
	Andesite; Basalt; Breccia	3	
	Andesite; Basalt; Diorite; Gabbro; Conglomerate	2	
	Andesite; Basalt; Fine grained tephra; Coarse grained tephra; Alluvium, recent volcanic	1	
	Basalt	3	
	Basalt; Andesite	2	
	Basalt; Andesite; Breccia; Fine grained tephra	2	
	Basalt; Andesite; Fine grained tephra; Coarse grained tephra	1	
	Basalt; Tuffite; Andesite	2	
	Breccia; Basalt; Andesite; Fine grained tephra; Coarse grained tephra	3	
	Fine grained tephra; Coarse grained tephra; Alluvium, recent volcanic	1	
	Semua Limestone	3	
	Marble; Limestone	3	
	Marl; Limestone	3	
	Mudstone; Marl; Limestone; Tuffite; Sandstone; Shale	2	
	Sandstone; Conglomerate; Mudstone; Shale; Marl	3	
	Sandstone; Mudstone; Shale; Conglomerate; Limestone	3	
	Sandstone; Mudstone; Tuffite; Fine grained tephra; Siltstone	3	
	Shale; Mudstone; Sandstone; Conglomerate; Marl	3	
	Tuffite; Mudstone; Sandstone	3	
Penutup Lahan	Sungai Buffer 50 meter	3	0,25
	Danau	1	
	Hutan Lahan Kering	3	
	Hutan Tanaman	3	
	Permukiman	1	
	Pertanian Lahan Kering	2	
	Pertanian Lahan Kering Campur	2	
Kerapatan Vegetasi (NDVI)	Sawah	1	0,5
	Semak Belukar	3	
	Tanah Terbuka	1	
	Non Vegetasi dan Kerapatan Rendah	1	
	Kerapatan Sedang	2	0,5
	Kerapatan Tinggi	3	

seperti yang diharapkan. Tetapi dengan merujuk pada wilayah endemis, maka informasi yang diperoleh dari masing-masing wilayah administrasi tersebut masih relevan jika merujuk pada wilayah endemis. Oleh karena itu hasil yang disajikan terbatas pada wilayah administrasi tertentu yang relevan dengan wilayah endemis.

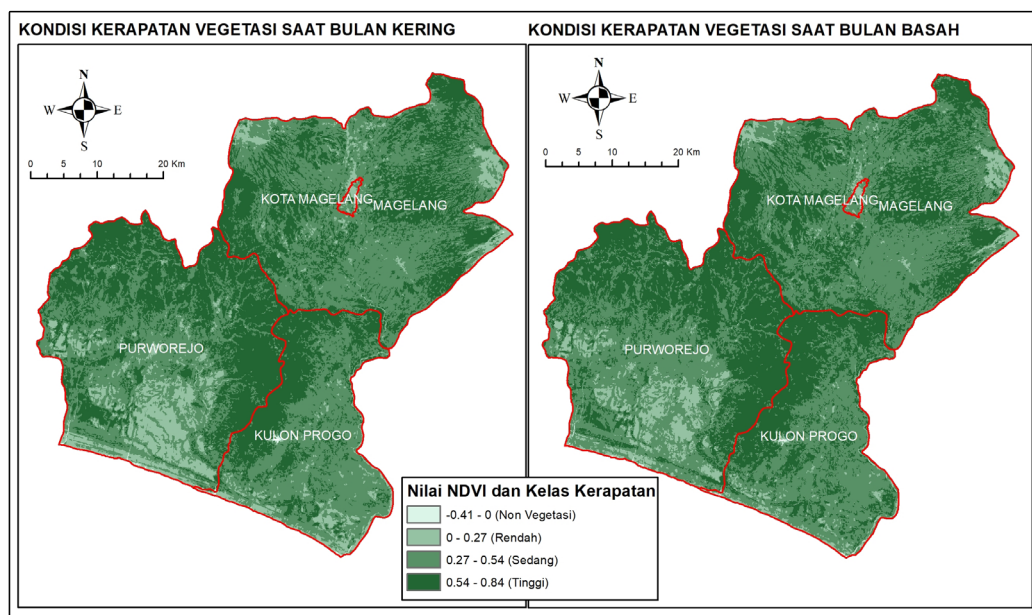
Nilai NDVI dibagi menjadi 3 kelas ditambah dengan non vegetasi, kerapatan rendah, kerapatan sedang, dan kerapatan tinggi. Kedua kondisi NDVI saat bulan basah dan bulan kering memiliki klasifikasi kelas yang tidak jauh berbeda. Kelas non vegetasi dengan rentang nilai $-0,41 - 0$, kelas rendah $0 - 0,27$, kelas sedang $0,27 - 0,54$, dan kelas tinggi $0,54 - 0,80$ untuk kondisi bulan kering. Sedangkan untuk bulan basah klasifikasi yang dibuat adalah kelas non vegetasi pada rentang nilai $0,49 - 0$, kelas rendah $0 - 0,28$, kelas sedang $0,28 - 0,56$, dan kelas tinggi $0,56 - 0,84$. Nilai NDVI yang besar berhubungan kuat dengan tingginya resiko malaria (Ferrao, 2018). Kenampakan kedua peta NDVI saat bulan basah dan bulan kering tidak jauh berbeda, tetapi dari kedua peta terlihat bahwa daerah perbukitan menoreh memiliki kerapatan vegetasi tinggi. Hal ini menunjukkan potensi nyamuk untuk dapat berkembang biak lebih tinggi di daerah tersebut karena dapat digunakan sebagai *resting place* (tempat peristirahatan nyamuk).

Berdasarkan laporan akhir penelitian rutin Balai Penelitian Vektor dan Reservoir Penyakit Salatiga Tahun 2000, jumlah nyamuk *An. Maculatus* dan *An. Balabacensis* yang ditemukan pada Dusun Sebatang dan Gunungrego, Kecamatan Kokap adalah 930 dan 66 dalam periode penangkapan bulan Juni – Desember. Sedangkan laporan akhir penelitian rutin Balai Penelitian Vektor dan Reservoir Penyakit Salatiga Tahun 2000, menunjukkan bahwa jumlah nyamuk *An. Maculatus* dan *An. Balabacensis* yang ditemukan pada Dusun Paraan dan Secang, Kecamatan Borobudur adalah 52 dan 323 dalam periode penangkapan bulan Maret – Oktober. Untuk melihat pola pertumbuhan maka dibandingkan dengan data curah hujan pada stasiun terdekat dari lokasi penangkapan nyamuk.

Gambar 4 menunjukkan bahwa keberadaan nyamuk *An. Maculatus* lebih dominan dibandingkan dengan *An. Balabacensis*. Perbedaan yang terlihat adalah penangkapan nyamuk *An. Maculatus* mengalami kenaikan saat bulan kering dan menurun saat bulan basah, sedangkan berbanding terbalik dengan penangkapan nyamuk *An. Balabacensis* yang mengalami penurunan saat bulan kering dan mengalami kenaikan saat bulan basah. Lokasi penangkapan berada di Kecamatan Borobudur, Kabupaten Magelang dan Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulonprogo yang kedua lokasi tersebut memiliki



Gambar 2. Tahap pengolahan data



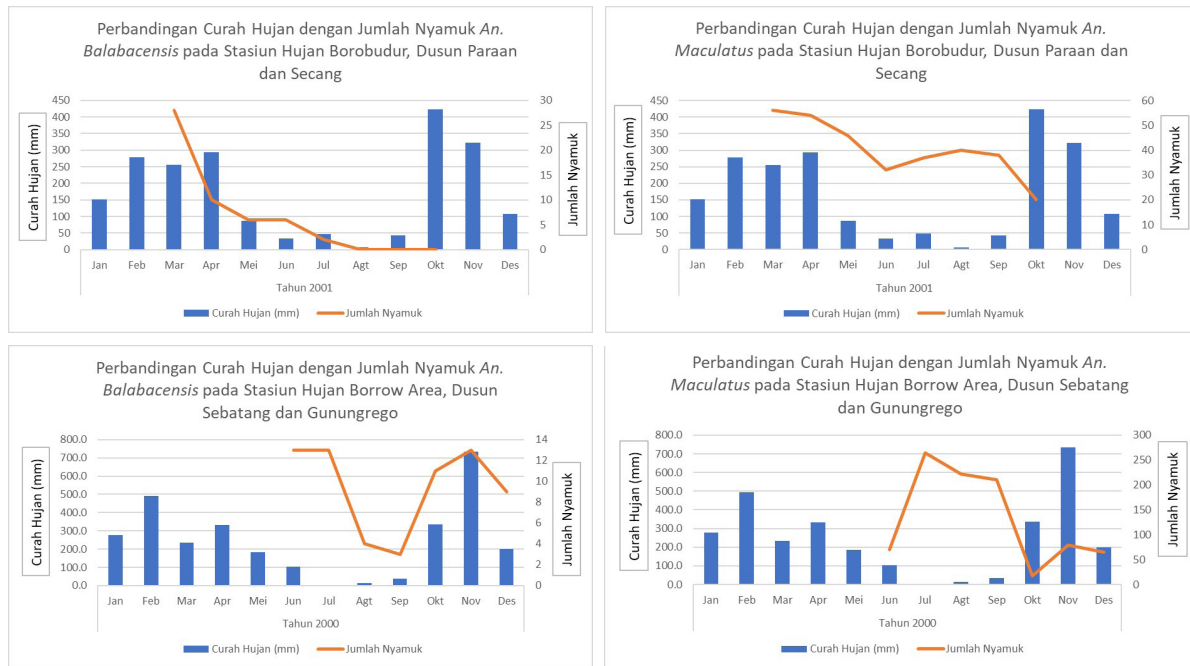
Gambar 3. Perbandingan Peta Kerapatan Vegetasi saat Bulan Basah dan Bulan Kering yang menunjukkan kondisi yang hampir mirip

tingkat kerawanan penyakit malaria tinggi (dapat dilihat pada gambar 5).

Faktor geologi memberikan gambaran tentang kondisi permukaan tanah dan batuan induk yang ada di wilayah rawan. Habitat nyamuk membutuhkan air untuk berkembang biak, sehingga formasi dengan batuan yang kedap air akan menjadi lokasi yang sesuai untuk berkembang. Hal ini berkaitan dengan kemampuan permukaan tanah pada musim hujan untuk menampung air sehingga dapat menjadi tempat hidup larva. Berdasarkan peta sistem lahan geologi daerah kajian kondisi batuan kedap air banyak ditemukan di perbukitan dengan formasi andesite, basalt, mudstone, sandstone, shale, breccia, limestone, marble, dan marl. Pemanfaatan lahan, perubahan

perilaku dan perubahan sosial ekonomi merupakan sebab adanya peningkatan kejadian malaria (Fahmi dalam Raharjo, 2011). Penutup lahan yang memiliki tutupan vegetasi umumnya lebih disukai sebagai tempat peristirahatan nyamuk. Peta penutup lahan pada daerah kajian menunjukkan bahwa pada perbukitan menoreh penutup lahan yang mendominasi adalah hutan lahan kering dan hutan tanaman. Data kasus malaria menunjukkan lokasi munculnya kejadian malaria sebagian besar berada di daerah tutupan vegetasi tinggi.

Faktor lingkungan fisik nyamuk memberikan dampak yang paling besar terhadap kejadian kasus malaria dikarenakan keberadaan nyamuk-nyamuk tertentu (*maculatus* dan *balabacensis*) secara epidomologis berada dominan di wilayah-



Gambar 4. Grafik Perbandingan Penangkapan Nyamuk *An. Balabacensis* dan *An. Maculatus* di Kecamatan Borobudur (atas) dan Kecamatan Kokap (bawah) pada periode penangkapan bulan Juni – Desember dan bulan Maret – Oktober.

wilayah tingkat kerawanan yang tinggi. Sedangkan faktor manusia (kepadatan penduduk) tidak berkorelasi langsung dengan jumlah kejadian. Kasus-kasus kejadian malaria hanya terjadi pada individu-individu tertentu yang diduga berinteraksi dengan lingkungan habitat nyamuk malaria. Manusia di sini hanya mengawali ketika terjadi proses awal penularan, tetapi hal ini jika tidak ditanggulangi akan berimbas pada penyebaran daerah-daerah rawan malaria lainnya. Data KSP mampu memberikan informasi hubungan dan analisis antara kejadian, kepadatan penduduk dan distribusinya.

Model yang dihasilkan merupakan hasil *overlay* dari 3 variabel yang memiliki skor dan bobot sebagai faktor penentu wilayah rawan malaria. Nilai yang dihasilkan dari proses pembobotan adalah dari 0,5 – 3,0. Penentuan kelas malaria dilakukan dengan melihat data kasus malaria dan wilayah reseptif. Rentang nilai untuk setiap kelas tingkat kerawanan dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi Kelas Tingkat Kerawanan Malaria

No	Rentang Nilai	Kelas Kerawanan Malaria
1	0,5 – 1,75	Tidak Rawan
2	1,76 – 2,5	Agak Rawan
3	2,6 – 3,0	Rawan

Secara umum daerah rawan malaria di wilayah Perbukitan Menoreh secara mayoritas ada di Kabupaten Purworejo dimana jumlah kasus memang paling banyak ditemukan di Kabupaten Purworejo. Data kasus malaria yang diperoleh dari pemerintah daerah merupakan kasus dari tahun 2000 – 2014. Selain itu berdasarkan model kerawanan malaria yang sudah dibuat, Kabupaten Purworejo memiliki luasan daerah paling tinggi untuk kelas agak rawan dan rawan dibandingkan 2 kabupten lainnya. Hal ini menunjukkan adanya keselarasan antara data jumlah kasus dan hasil pemodelan yang dibuat. Total luas daerah rawan di Perbukitan Menoreh adalah 58.522,32 ha, sedangkan 37.478,78 ha atau 64% daerah rawan dari total luasan tersebut ada di Kabupaten Purworejo. Luas

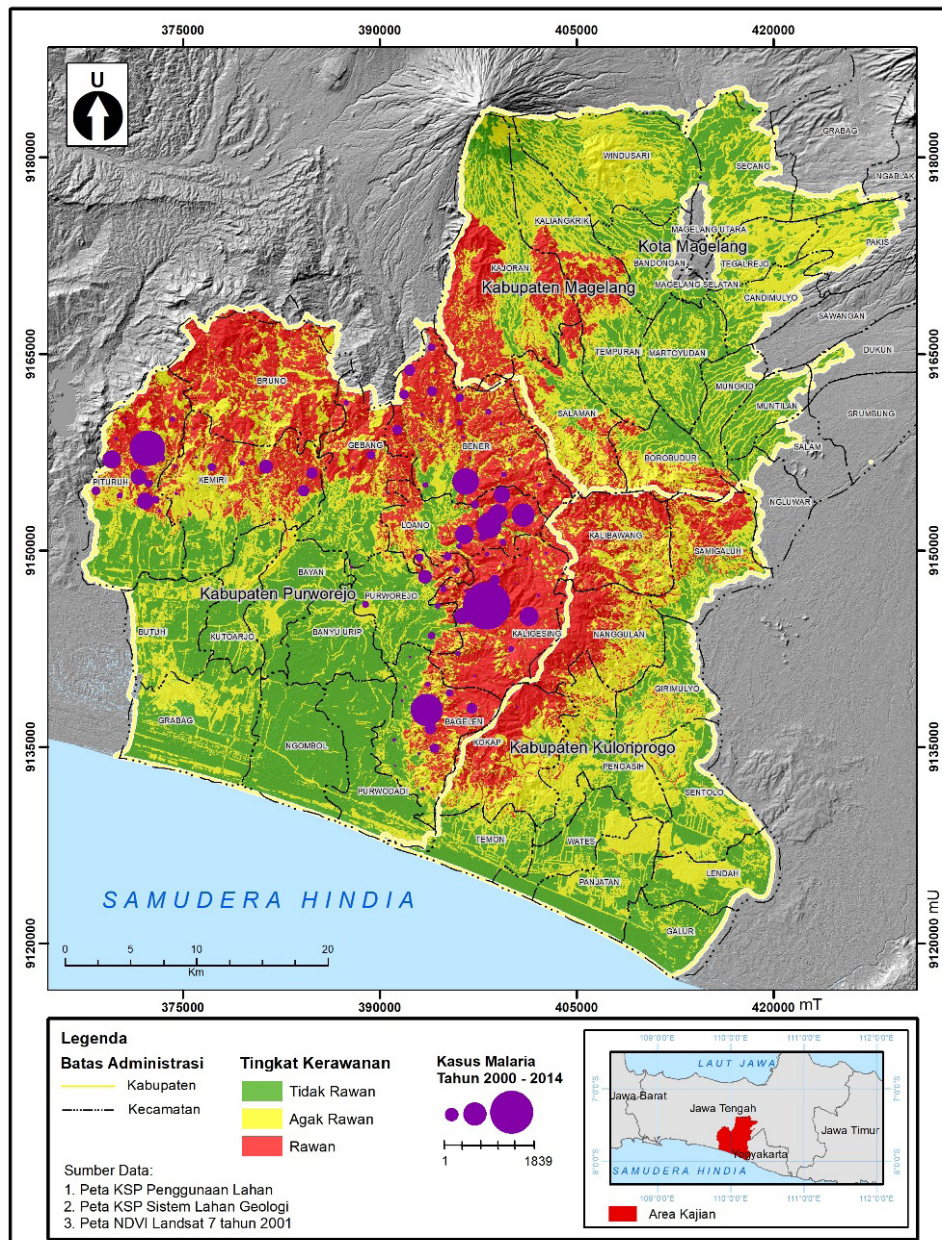
setiap kelas kerawanan malaria di tiap kabupaten dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Luas Kerawanan Malaria di Perbukitan Menoreh

Kabupaten	Luas Kelas Kerawanan Malaria (Ha)			Total Luas Wilayah
	Tidak Rawan	Agak Rawan	Rawan	
Kulonprogo	18.523,1	26.891,51	11.849,34	57.263,95
Magelang	64.235,54	35.170,76	9.194,2	108.600,5
Purworejo	37.345,86	33.260,96	37.478,78	108.085,6

Dari hasil penambahan data jumlah kasus dan model kerawanan malaria ditemukan bahwa terdapat beberapa kecamatan yang paling rawan yang berlokasi di Kabupaten Purworejo antara lain, Kecamatan Bagelen, Kecamatan Kaligesing, Kecamatan Loano, Kecamatan Bener, Kecamatan Gebang, Kecamatan Bruno, Kecamatan Kemiri, dan Kecamatan Pituruh. Sedangkan kecamatan-kecamatan yang termasuk daerah rawan yang ada di Kabupaten Magelang dan Kulonprogo memiliki kasus malaria, tetapi tidak sebanyak di Kabupaten Purworejo. Beberapa kecamatan yang berada di Perbukitan Menoreh masih tetap menjadi daerah rawan. Ketiga faktor pembentuk kerawanan malaria pada penelitian ini merupakan hasil dari eksplorasi data KSP ditambah dengan peta kerapatan vegetasi yang diturunkan dari NDVI Landsat 7. Peta kerawanan yang dihasilkan memberikan gambaran yang baik mengenai kejadian malaria pada wilayah endemis di Perbukitan Menoreh.

Secara visual, gambaran model yang dihasilkan dan kasus kejadian dapat dilihat pada Gambar 5. Hasil yang diperoleh ini menunjukkan bahwa model yang diterapkan dengan memanfaatkan data yang tersedia secara nasional yaitu Kebijakan Satu Peta (KSP) dan tambahan data spasial berupa data NDVI mendekati dengan kenyataan data kejadian yang sudah berlangsung disana (tahun 2000 – 2014). Hasil ini dibandingkan dengan model yang pernah diterapkan disana yaitu pada penelitian Widayani, 2017; Murhandarwati,



Gambar 5. Peta Kerawanan Wilayah Terhadap Penyakit Malaria di Perbukitan Menoreh dan Sekitarnya disandingkan dengan kasus Malariannya

2014; Raharjo, 2011; menunjukkan bahwa lokasi-lokasi yang menjadi daerah rawan malaria memiliki cakupan yang kurang lebih sama dimana perbedaan pada penelitian Widayani, 2017 terutama pada minimnya rawan malaria pada wilayah dataran aluvial, sedangkan dibandingkan dengan Murhandarwati 2014 terutama pada faktor dinamis yang digunakan, sehingga lebih detil secara wilayah, serta terhadap Raharjo, 2011 adalah pada kedetilan wilayah yang lebih baik skalanya karena menggunakan satuan lahan fisik.

Secara umum kelebihan yang dimiliki dari model ini adalah diterapkannya data Kebijakan Satu Peta dan turunannya yang telah tersedia pada Portal Nasional, yang artinya sudah memiliki klasifikasi data yang telah terstandar secara nasional dan memenuhi klasifikasi infrastruktur data nasional yang memadai, sehingga mudah diakses dan dapat diintegrasikan antar unit dengan lebih baik. Harapan kedepan model ini dapat diterapkan untuk banyak wilayah lain dengan ketersediaan data yang menjadi program nasional, serta dimungkinkan diterapkan untuk model-model penyakit yang lain.

KESIMPULAN

Pembuatan model kerawanan malaria di Perbukitan Menoreh dapat dilakukan dengan memanfaatkan data KSP. Model kerawanan malaria dihasilkan dengan pengolahan data secara spasial memanfaatkan fasilitas SIG dan analisis data spasial menggunakan pendekatan SMCA. Eksplorasi faktor lingkungan hidup nyamuk ditentukan dari siklus kembang biak yang memungkinkan nyamuk untuk hidup. Berdasarkan model yang sudah dibuat sebagian besar kecamatan yang ada di perbukitan menoreh merupakan daerah rawan malaria. Hasil model menunjukkan adanya keselarasan dengan kasus malaria yang ada di lapangan, artinya model spasial yang dihasilkan dari pemanfaatan data KSP sesuai dengan kondisi di lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kepada Prof. Dr. Hartono, DEA, DESS. sebagai promotor di awal riset sebelum beliau menghadap Allah SWT. Kepada Dekan Fakultas Geografi dan Kepala Departemen Geoinformasi Spasial yang mengizinkan untuk melanjutkan studi S3 Doktorat

di Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada. Kepada Kepala Prodi S3 Geografi, Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada. Kepada pimpinan dan staf Dinas Kesehatan Kabupaten Kulonprogo, Kabupaten Magelang dan Kabupaten Purworejo yang telah memberikan informasi terkait dengan data dan informasi penanganan malaria.

KONTRIBUSI PENULIS

Tuliskan kontribusi dari masing-masing penulis naskah ini. Misalnya:

Penulis Pertama mendisain metode penelitian, analisis data, dan membuat naskah publikasi; **Penulis Kedua** sebagai narasumber metode dalam analisis Sistem Informasi Geografis dan Kebijakan Satu Peta; **Penulis Ketiga** sebagai narasumber metode dalam epidemiologi penyakit malaria; **Penulis Keempat** sebagai narasumber untuk vektor nyamuk dan habitat di wilayah Menoreh; **Penulis Kelima** sebagai pendukung dalam analisis dan pengolahan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelsattar, A. & Hassan, A.N., (2021). *Assessment of Malaria Resurgence Vulnerability in Fayoum, Egypt Using Remote Sensing and GIS*. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, vol. 24(2021): 77 – 84.
- Ariati, J., Ibrahim, I.N., Perwitisari, D. (2014). Sebaran Habitat Perkembangbiakan Larva *Anopheles* SPP di Kecamatan Bula, Kabupaten Seram Bagian Timur, Provinsi Maluku. *Jurnal Ekologi Kesehatan*, vol. 13 (1):10 – 22.
- Barodji, dkk. (2000). Laporan Akhir Penelitian Rutin: Bionomik Vektor Malaria di Kecamatan Kokap, Kabupaten Kulonprogo, DIY. Balai Penelitian Vektor dan Reservoir Penyakit Salatiga.
- Boesri, Hasan. (2001). Laporan Akhir Penelitian Rutin: Bionomik Vektor Malaria (*An. maculatus* dan *An. aconitus*) di Daerah Endemis Kecamatan Borobudur, Kabupaten Magelang. Balai Penelitian Vektor dan Reservoir Penyakit Salatiga.
- Dale, P., dkk. (2005). *Malaria in Indonesia: A Summary of Recent Research Into Its Environmental Relationships*. South East Asian J Trop Med Public Health, vol. 36(1): 1 – 13.
- Ferrao, J.L., et al, (2018). *Mapping and Modelling Malaria Risk Areas Using Climate, Socio-Demographic and Clinical Variables in Chimoio, Mozambique*. Environmental Research and Public Health, 15(795).
- Hanafi-Bojd, A.A., et al, (2012). *Spatial Analysis and Mapping of Malaria Risk in An Endemic Area, South of Iran: A GIS Based Decision Making for Planning of Control*. Acta Tropica, 122 (2012) 132 – 137.
- Jeganathan, C., et al, (2001). *Characterisation of Malaria Vector Habitats Using Remote Sensing and GIS*. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, vol. 29(1&2): 31 – 36.
- Kementerian Koordinator Bidang Pembangunan Manusia dan Kebudayaan, (2018). Pedoman Koordinasi Lintas Sektor Menghadapi Kejadian Luar Biasa (KLB)/Wabah Zoonosis dan Penyakit Infeksi Emerging (PIE). Jakarta.
- Kumar, V., dkk, (2014). *Forecasting Malaria Cases Using Climatic Factors in Delhi, India: A Time Series Analysis*. Malaria Research and Treatment. DOI:10.1155/2014/482851.
- Mazher, M.H., et al, (2018). *Modeling Spatio-Temporal Malaria Risk Using Remote Sensing and Environmental Factors*. Iran J Public Health, vol. 47(9): 1281 – 1291.
- Mohan, V.R. and Naumova, E.N., (2014). *Temporal Changes in Land Cover Types and The Incidence of Malaria in Mangalore, India*. International Journal of Biomedical Research, vol. 5(8): 494 – 498.
- Murhandarwati, E Elsa H. et al, (2014). *Early Malaria Resurgence in Pre-Elimination Areas in Kokap Sub District, Kulon Progo, Indonesia*. Malaria Journal, 13:130.
- Murhandarwati, E Elsa H. et al, (2015). *Change of Strategy is Required for Malaria Elimination: A Case Study in Purworejo District, Central Java Province, Indonesia*. Malaria Journal, 14:318.
- Pemerintah Indonesia. (2021). Peraturan Presiden Nomor 23 Tahun 2021 Tentang Perubahan Atas Peraturan Presiden Nomor 9 Tahun 2016 Tentang Percepatan Pelaksanaan Kebijakan Satu Peta Pada Tingkat Ketelitian Peta Skala 1:50.000. Sekretariat Negara. Jakarta.
- Raharjo, Mursid. (2011). *Malaria Vulnerability Index (MLI) untuk Manajemen Risiko Dampak Perubahan Iklim Global Terhadap Ledakan Malaria di Indonesia*. Disajikan dalam Seminar Nasional Penelitian dan Pengembangan Vektor dan Reservoir Penyakit Sebagai Lokomotif Pemberantasan Penyakit Bersumber Binatang Tahun 2011.
- Store, Ron & Jokimaki, Jukka. (2003). *A GIS-Based Multi-Scale Approach to Habitat Suitability Modeling*. Ecological Modelling, vol. 169: 1 – 15.
- Sugiarjo, Hadi, U.K., Soviana, S., Hakim, L., dan Jusniar, (2018). Indikator Entomologi Dalam Pengendalian Vektor Terpadu (Pvt) Menuju Eliminasi Malaria Di Kabupaten Nunukan, Kalimantan Utara, *Jurnal Ekologi Kesehatan* Vol. 17, No. 2.
- Suwito, Hadi, U.K., Sigit, S.H., (2010). Hubungan Iklim, Kepadatan Nyamuk *Anopheles* dan Kejadian Penyakit Malaria. *J. Entomol. Indon.*, vol. 7(1): 42 – 53.
- Thaharuddin, Soeyoko, Sutomo, A.H., (2004). Lingkungan Perumahan, Kondisi Fisik, Tingkat Pengetahuan, Perilaku Masyarakat dan Angka Kejadian Malaria di Kota Sabang. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, vol. 11(3): 126 – 133.
- Watofa, Abner F., dkk, (2017). Risiko Lingkungan Fisik Terhadap Kejadian Malaria di Wilayah Danau Sentani, Kabupaten Jayapura, Provinsi Papua. *J. Manusia dan Lingkungan*, vol. 24(1): 31 – 38.
- Widayani P. dan Yuliantari E., (2017). Penggunaan *Spatial Multicriteria Analysis* Untuk Menentukan Daerah Rawan Malaria di Kabupaten Purworejo. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, vol. 24(2): 81 – 88.
- Youssefi, F., et al, (2022). *Predicting the Location of Larval Habitats of Anopheles Mosquitoes Using Remote Sensing and Soil Type Data*. International Journal of Applied Earth Observations and Geoinformation 108 (2022) 102746.