

# GAMBARAN FAKTOR LINGKUNGAN FISIK WILAYAH KERAWANAN MALARIA DI KABUPATEN BUOL

Ichsan<sup>1</sup>, Tribaskoro Tunggul Satoto<sup>2</sup>, Barandi Sapta Widartono<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departemen Sistem Informasi Manajemen Kesehatan, Fakultas Kedokteran, Universitas Gadjah Mada.

<sup>2</sup>Departemen Pendidikan Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada

<sup>3</sup> Fakultas Geografi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

<sup>1</sup>ichsan@mail.ugm.ac.id, <sup>2</sup>tribaskoro@ugm.ac.id, <sup>3</sup>barandi@geo.ugm.ac.id

## ABSTRAK

**Latar Belakang :** Hasil laporan WHO dalam World Malaria Report tahun 2014 memberikan laporan bahwa terjadi 198 juta kasus malaria terjadi pada 97 negara yang ada di dunia dan dilaporkan 584.000 kematian terjadi setiap tahunnya. Malaria erat kaitannya dengan faktor-faktor lingkungan, seperti geofisik, biogeografik, klimatologik sampai pada faktor-faktor yang berkaitan dengan agen penyebab penyakit, manusia dan nyamuk vektornya. Perbedaan kondisi lingkungan di tiap wilayah menyebabkan penyebaran penyakit malaria pun berbeda. Kabupaten Buol merupakan salah satu daerah di Provinsi Sulawesi Tengah yang memiliki kasus kejadian malaria yang masih tinggi pada beberapa wilayahnya (API > 5/1000 penduduk).

**Tujuan :** Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji gambaran faktor lingkungan fisik pada wilayah kerawanan malaria di Kabupaten Buol.

**Metode Penelitian :** Jenis penelitian ini adalah penelitian survei observasional. Penelitian ini bersifat deskriptif dengan rancangan studi kasus menggunakan pendekatan spasial SIG. Penelitian dilaksanakan di seluruh desa dan kecamatan yang terdapat di kabupaten Buol berjumlah 101 desa dan 7 kelurahan yang tersebar di 11 kecamatan. Pengamatan terhadap lingkungan dilakukan dengan menggunakan lembar observasi

**Hasil :** Pemetaan tingkat kerawanan malaria di Kabupaten Buol meliputi 12 desa dengan kerawanan tinggi, 81 Desa dengan kerawanan sedang dan 15 desa dengan kerawanan rendah

**Kesimpulan :** Desa dengan kerawanan tinggi memiliki karakteristik wilayah dengan topografi yang rendah, kepadatan penduduk yang sedang, curah hujan yang rendah, kerapatan aliran yang rendah, penggunaan lahan berupa hutan dan stratifikasi desa malaria yang tinggi. Wilayah desa dengan tingkat kerawanan sedang memiliki karakteristik wilayah dengan altitude wilayah yang rendah, curah hujan yang rendah, kerapatan

aliran yang rendah, penggunaan lahan berupa semak belukar, kepadatan penduduk yang sedang dan stratifikasi desa malaria yang rendah. Sedangkan pada wilayah dengan kerawanan rendah memiliki altitude wilayah yang rendah, curah hujan yang rendah, kerapatan aliran yang sedang dan tinggi, penggunaan lahan berupa hutan, kepadatan penduduk yang rendah dan stratifikasi desa malaria yang rendah.

**Kata Kunci :** faktor lingkungan, Kerawanan, Kejadian Malaria

## ABSTRACT

**Background:** WHO report results in the World Malaria Report 2014 provides a report that occurred 198 million cases of malaria occurred in 97 countries in the world and reported 584,000 deaths occur each year. Malaria is closely related to environmental factors, such as geophysical, biogeografik, klimatologik up on the factors associated with disease-causing agents, human and mosquito vector. Differences in environmental conditions in each area led to the spread of malaria was different. Buol is one area in Central Sulawesi province that has the prevalence of malaria is still high in some of the region (API > 5/1000 population).

**Objective:** The purpose of this research is to examine the description of physical environmental factors in malaria prone areas in Buol.

**Methods:** This type of research is an observational survey research. This research is descriptive in nature with a case study design using the GIS spatial approach. The research was carried out in all villages and sub-districts in Buol district, totaling 101 villages and 7 sub-districts spread across 11 sub-districts. Observations of the environment are carried out using an observation sheet.

**Results:** Mapping of the level of malaria vulnerability in Buol District includes 12 villages with high

*vulnerability, 81 villages with moderate vulnerability and 15 villages with low vulnerability.*

**Conclusion:** *Villages with high vulnerability have the characteristics of areas with low topography, moderate population density, low rainfall, low flow density, forest land use and high stratification of malaria villages. Village areas with a moderate level of vulnerability have regional characteristics with low regional altitude, low rainfall, low flow density, bush land use, medium population density and low stratification of malaria villages. Meanwhile, areas with low vulnerability have low regional altitude, low rainfall, medium and high flow density, forest land use, low population density and low stratification of malaria villages.*

**Keywords:** *Environment factors, vulnerability, malaria incidence*

## PENDAHULUAN

Malaria merupakan penyakit parasit tropis yang penting didunia dan masih merupakan masalah utama didunia. Malaria adalah penyebab kematian nomor 4 di dunia setelah infeksi pernapasan, HIV/AIDS dan diare. Sampai saat ini, WHO (*World Health Organisation*) memperkirakan 3,3 miliar manusia di dunia tinggal atau hidup di wilayah-wilayah endemis malaria. Hasil laporan WHO dalam *World Malaria Report* tahun 2014 memberikan laporan bahwa terjadi 198 juta kasus malaria terjadi pada 97 negara yang ada di dunia dan dilaporkan 584.000 kematian terjadi setiap tahunnya<sup>1</sup>.

Situasi malaria di Indonesia tidak jauh berbeda dengan situasi di negara-negara lain. Kondisi iklim tropis serta proses pembangunan yang terus-menerus mengakibatkan perubahan-perubahan pada lingkungan sehingga menciptakan situasi yang sangat menguntungkan bagi keberadaan nyamuk *Anopheles*. Indonesia yang beriklim tropis basah mempunyai potensi besar terhadap penyebaran penyakit malaria. Penyakit ini ditemukan tersebar hampir di seluruh kepulauan di Indonesia dengan derajat dan infeksi yang bervariasi. Penduduk yang tinggal di wilayah berisiko terkena malaria diperkirakan 113 juta dari 214 juta penduduk Indonesia. Sebanyak 424 kabupaten dari 576 kabupaten di Indonesia ditetapkan sebagai daerah endemis malaria, sehingga perlu dilakukan penanganan serius untuk memberantas penyakit tersebut. Pada

umumnya lokasi endemis malaria terdapat di desa-desa yang terpencil dengan kondisi lingkungan yang tidak baik, sarana transportasi dan komunikasi yang sulit, akses pelayanan kesehatan kurang, tingkat pendidikan dan sosial ekonomi masyarakat yang rendah serta perilaku hidup sehat yang kurang baik<sup>2</sup>.

Persebaran prevalensi malaria di Indonesia pada tahun 2013 menunjukkan adanya kecenderungan bahwa prevalensi malaria wilayah timur Indonesia masih lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah barat Indonesia. Lima provinsi dengan prevalensi malaria tertinggi adalah Papua 28.6%, Nusa Tenggara Timur 23.3%, Papua Barat 19.4%, Sulawesi Tengah 12.5%, dan Maluku Utara 11.3%. Dari 33 provinsi di Indonesia, 15 provinsi mempunyai prevalensi malaria di atas angka nasional, sebagian besar berada di Indonesia Timur<sup>3</sup>.

Kondisi geografi dan meteorologi di Indonesia sangat mendukung transmisi malaria di Indonesia. Malaria erat kaitannya dengan faktor-faktor lingkungan seperti geofisik, biogeografik, klimatologik sampai pada faktor-faktor yang berkaitan dengan dengan penyebab penyakit, manusia dan vektor nyamuk yang selanjutnya mempengaruhi pola dan dinamika penularan malaria. Perbedaan kondisi lingkungan di tiap wilayah seperti perbedaan geofisik, klimatologis, biografis menyebabkan penyebaran penyakit malaria pun berbeda<sup>4</sup>. Keberagaman faktor risiko pada masing masing lokasi yang meliputi lingkungan dari waktu ke waktu, perbedaan sosial budaya, perbedaan kerentanan terhadap penyakit dan perbedaan pola kehidupan nyamuk sebagai vektor mengakibatkan terjadinya perbedaan dan penularan penyakit malaria<sup>5</sup>.

Dalam upaya pencegahan dan pengendalian malaria diperlukan gambaran kondisi lingkungan yang mempengaruhi kejadian malaria pada suatu wilayah. Oleh karena itu diperlukan suatu penelitian untuk memperoleh gambaran karakteristik lingkungan yang mempengaruhi wilayah kerawanan malaria.

Kabupaten Buol adalah salah satu kabupaten yang terdapat di wilayah provinsi Sulawesi Tengah yang

termasuk dalam wilayah kejadian malaria. Berdasarkan data laporan bulanan penemuan dan pengobatan malaria di Kabupaten Buol menunjukkan bahwa kasus malaria dalam 3 tahun (2009 s.d 2011) yaitu tahun 2009 terdapat 1 kecamatan dengan kejadian API tertinggi, 2 kecamatan dengan kejadian API sedang dan 8 kecamatan dengan kejadian API rendah. Tahun 2010 terdapat 2 kecamatan dengan kejadian API tertinggi, 7 kecamatan dengan kejadian API sedang dan 3 kecamatan dengan kejadian API rendah. Sementara di tahun 2011 terdapat 1 kecamatan dengan kejadian API tertinggi, 9 kecamatan dengan kejadian API sedang dan 1 kecamatan dengan kejadian API rendah<sup>6</sup>.

## METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian survei observasional. Penelitian ini bersifat deskriptif dengan rancangan studi kasus menggunakan pendekatan spasial SIG. Penelitian dilaksanakan di seluruh desa dan kecamatan yang terdapat di kabupaten Buol berjumlah 101 desa dan 7 kelurahan yang tersebar di 11 kecamatan. Pengamatan terhadap lingkungan dilakukan dengan menggunakan lembar observasi. Dilakukan pengumpulan data sekunder berupa data malaria yang ada di Dinas Kesehatan Kabupaten Buol meliputi data jumlah kasus malaria, data kependudukan, data curah hujan, data sungai, data penggunaan lahan dan ketinggian wilayah. Survei lapangan dilakukan untuk mendapatkan data karakteristik lingkungan disekitar penderita dan titik koordinat (*Waypoint*) lokasi penderita malaria dengan menggunakan *Global Positioning System*, dicatat menggunakan lembar observasi

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Gambaran Distribusi Stratifikasi Desa Malaria Di Kabupaten Buol

Sebaran stratifikasi desa di Kabupaten Buol meliputi 70 Desa dengan *low incidence area*, 29 Desa dengan *middle incidence area* dan 9 Desa dengan *high*

*incidence area*. Sedangkan hasil overlay peta kasus malaria dengan peta stratifikasi desa malaria di Kabupaten Buol diketahui cenderung terdistribusi pada daerah dengan *high incidence area* yaitu sebesar 50,96%.

Perbedaan stratifikasi pada setiap desa disebabkan keberagaman faktor risiko pada masing-masing lokasi yang meliputi lingkungan dari waktu ke waktu, perbedaan sosial budaya, perbedaan kerentanan terhadap penyakit dan perbedaan pola kehidupan nyamuk sebagai vektor mengakibatkan terjadinya perbedaan dan penularan penyakit malaria pada wilayah tersebut<sup>5</sup>.

### 2. Gambaran Distribusi Kasus Malaria Berdasarkan Ketinggian Wilayah.

Hasil analisis spasial di Kabupaten Buol melalui peta DEM-SRTM yang dioverlay dengan kasus malaria sepanjang tahun 2011 s.d 2014 menunjukkan sebaran kasus malaria di desa/kelurahan sebagian besar terdistribusi pada wilayah pantai dan dataran rendah yang diartikan bahwa kasus yang ditemukan lebih banyak berada pada areal dengan *altitude* yang rendah.

Pola penyebaran malaria terhadap ketinggian suatu tempat mempunyai hubungan yang erat. Pola penyebaran tersebut semakin luas terjadi pada wilayah yang berada pada ketinggian dibawah 1000 meter diatas permukaan laut dan semakin sedikit atau tidak ditemukan pada ketinggian diatas 1000 meter diatas permukaan laut. Ini disebabkan oleh perilaku nyamuk *Anopheles sp.*, yang senang hidup di dataran rendah. Hal tersebut berdasarkan pada peranan *altitude* yang mempengaruhi distribusi suhu udara, proses metabolisme, pertumbuhan dan perkembangan nyamuk dimana setiap kenaikan ketinggian 100 meter maka selisih suhu udara dengan tempat semula adalah 0,6°C. Bila perbedaan tempat cukup tinggi, maka perbedaan suhu udara juga cukup banyak dan akan mempengaruhi faktor-faktor yang lain seperti penyebaran nyamuk, siklus pertumbuhan parasit di dalam tubuh nyamuk dan musim penularan (Ward, 1992 dalam Saleh, 2002)<sup>7</sup>.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Marpaung (2006) di Kabupaten Sukabumi yang menunjukkan kasus malaria terkonsentrasi pada wilayah dengan topografi yang rendah<sup>8</sup> serta Hagenlocher & Castro (2015) di Negara Tanzania yang menyimpulkan bahwa risiko malaria cenderung terjadi pada wilayah dataran rendah<sup>9</sup>.

### 3. Gambaran Distribusi Kasus Malaria Berdasarkan Curah Hujan

Secara umum, iklim wilayah Kabupaten Buol sama dengan iklim wilayah di Sulawesi Tengah. Suhu udara berkisar antara 21,9° C sampai dengan 32,3° C, kelembaban udara berkisar antara 81 % sampai dengan 87 persen. Curah hujan tahunan berkisar antara 49,83 milimeter sampai dengan 169,40 milimeter. Sedangkan curah hujan rata-rata perhari di Kabupaten Buol antara 21-41 mm/hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar kasus kejadian malaria terjadi pada wilayah desa/kelurahan di Kabupaten Buol yang memiliki intensitas curah hujan 21-27 mm/hari dengan jumlah 246 kasus (78,85%) yang tersebar di 76 desa (70,37%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kejadian malaria di Kabupaten Buol berlangsung setelah musim hujan berakhir, terlihat bahwa insiden malaria mengalami peningkatan bila curah hujan menunjukkan kecenderungan menurun tetapi bila kecenderungan insiden malaria mengalami penurunan maka curah hujan menunjukkan kecenderungan meningkat.

Hasil ini selaras dengan pendapat Hakim dan Ipa (2007) bahwa tinggi rendahnya curah hujan akan mempengaruhi keberadaan habitat perkembangan vektor malaria, namun curah hujan tidak mempengaruhi populasi hujan pada bulan yang sama tetapi akan berpengaruh pada bulan berikutnya sesuai dengan siklus nyamuk di alam<sup>10</sup>. Hujan akan menguntungkan perkembangbiakan nyamuk jika tidak terlalu deras, karena volume hujan yang berlebihan akan membilas larva nyamuk<sup>11</sup>.

### 4. Gambaran Distribusi Kasus Malaria Berdasarkan Kerapatan Aliran

Kerapatan aliran merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap persebaran malaria. Kerapatan aliran sungai menggambarkan kapasitas penyimpanan air permukaan dalam cekungan-cekungan seperti danau, rawa dan badan sungai yang mengalir di suatu daerah aliran sungai. Kerapatan aliran sungai dihitung dari rasio total panjang jaringan sungai terhadap luas daerah aliran sungai yang bersangkutan. Semakin tinggi tingkat kerapatan aliran sungai, berarti semakin banyak air yang dapat tertampung di badan-badan sungai.

Bila dilihat nilai indeks kerapatan aliran sungai pada desa/kelurahan yang ada di Kabupaten Buol terdapat 75 Desa dengan kerapatan aliran kurang dari 0,62 km/km<sup>2</sup> dan jumlah kasus sebanyak 246 kasus, 23 desa dengan kerapatan aliran antara 0,62-3,1 km/km<sup>2</sup> dan jumlah kasus malaria sebanyak 38 kasus. Sedangkan desa dengan indeks kerapatan aliran lebih dari 3,1 km/km<sup>2</sup> mencakup 10 Desa dengan jumlah kasus malaria sebanyak 28 kasus. Ini dapat diartikan bahwa wilayah desa yang mempunyai indeks kerapatan aliran yang rendah memiliki risiko yang tinggi terjadinya penularan malaria dan hal ini tentunya akan meningkatkan peluang terbentuknya *breeding places* serta kontak antara nyamuk sebagai vektor malaria dengan orang yang rumahnya berada disekitar genangan air, dimana pada wilayah desa dengan kerapatan aliran sungai < 1 mile/mile (< 0,62 km/km<sup>2</sup>), maka daerah tersebut akan sering mengalami penggenangan sedangkan wilayah desa/kelurahan yang memiliki kerapatan aliran > 5 mile/mile (> 3,10 km/km<sup>2</sup>), maka wilayahnya akan sering mengalami kekeringan<sup>12</sup>.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Alemu *et al.*, (2011) di Kota Ethiopia diketahui bahwa penduduk yang tinggal di dekat air tergenang lebih berisiko terinfeksi malaria, dimana pada air yang tergenang digunakan oleh nyamuk

sebagai *breeding places*<sup>13</sup> serta penelitian Suwito (2005) di Wilayah Kerja Puskesmas Benteng Kabupaten Bangka Tengah Provinsi Kepulauan Bangka Belitung bahwa rumah penduduk yang sekelilingnya ditemukan genangan air dan ditemukan larva nyamuk mempunyai risiko terkena malaria dibandingkan dengan rumah yang tidak terdapat genangan air<sup>14</sup>.

### **5. Gambaran Distribusi Kasus Malaria Berdasarkan Penggunaan Lahan**

Hasil pemetaan penggunaan lahan terhadap kejadian malaria menunjukkan bahwa sebaran kasus malaria pada wilayah penelitian cenderung terdistribusi pada daerah dengan penggunaan lahan berupa hutan dan semak belukar. Hal ini disebabkan keberadaan hutan belantara dan semak-semak yang rimbun akan menghalangi sinar matahari menembus permukaan tanah, sehingga adanya semak-semak yang rimbun berakibat lingkungan menjadi teduh serta lembab. Kondisi seperti ini merupakan tempat istirahat yang disenangi nyamuk *Anopheles* menyebabkan jumlah populasi nyamuk di sekitar rumah bertambah sehingga individu yang tinggal di rumah yang terdapat semak di sekitarnya mempunyai risiko yang lebih besar untuk terjadi penularan penyakit malaria dibanding dengan individu yang tinggal di rumah tidak ada semak-semak di sekitarnya<sup>15</sup>.

Secara umum, vektor nyamuk malaria sangat kuat dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang mempengaruhi kemampuan hidup dan perkembangan vektor tersebut. Variasi dan besar pengaruh lingkungan kepada vektor malaria sangat besar tidak hanya melalui elemen yang abiotik seperti hujan dan suhu yang akan mempengaruhi peningkatan jumlah vektor nyamuk dan perkembangan parasit di dalam vektor, tetapi juga faktor biotik melalui penebangan hutan, pertanian, dan konstruksi perumahan. Dampak dari penebangan hutan pada suhu, hujan, dan tumbuh-tumbuhan saling berinteraksi dan berkorelasi dalam pengaruh lingkungan<sup>16</sup>.

### **6. Gambaran Distribusi Kasus Malaria Berdasarkan Kepadatan Penduduk**

Berdasarkan hasil penelitian penelitian menunjukkan bahwa kepadatan penduduk pada desa/kelurahan di Kabupaten Buol sebagian besar termasuk dalam wilayah kepadatan sedang (59,26%). Sedangkan hasil tumpang-susun antara kepadatan penduduk dengan kasus kejadian malaria menunjukkan bahwa kasus malaria cenderung terdistribusi pada wilayah desa dengan kepadatan sedang (56,35%). Tingginya kasus malaria pada beberapa desa disebabkan oleh variasi kepadatan penduduk dan mobilitas penduduk yang sebagian besar dihuni oleh warga transmigrasi yang berasal dari daerah endemis malaria seperti Provinsi NTT dan NTB.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa risiko terjadinya penularan atau penyebaran malaria oleh nyamuk *Anopheles* dapat terjadi pada wilayah yang sebelumnya tidak ditemukan kasus malaria<sup>17</sup>.

### **7. Gambaran Karakteristik Wilayah Kerawanan Malaria Di Kabupaten Buol**

Berdasarkan hasil *overlay* kasus malaria yang ada di Kabupaten Buol tahun 2011 s.d 2014 dengan peta tingkat kerawanan malaria di Kabupaten Buol menunjukkan bahwa 12 desa memiliki wilayah dengan kerawanan tinggi, 81 desa dengan kerawanan sedang dan 15 desa yang termasuk dalam wilayah dengan kerawanan rendah. Desa dengan kerawanan tinggi memiliki karakteristik wilayah dengan topografi yang rendah, kepadatan penduduk yang sedang, curah hujan yang rendah, kerapatan aliran yang rendah, penggunaan lahan berupa hutan dan stratifikasi desa malaria yang tinggi. Wilayah desa dengan tingkat kerawanan sedang memiliki karakteristik wilayah dengan *altitude* wilayah yang rendah, curah hujan yang rendah, kerapatan aliran yang rendah, penggunaan lahan berupa semak belukar, kepadatan penduduk yang sedang dan stratifikasi desa malaria yang rendah. Sedangkan pada wilayah dengan kerawanan rendah memiliki *altitude* wilayah yang

rendah, curah hujan yang rendah, kerapatan aliran yang sedang dan tinggi, penggunaan lahan berupa hutan, kepadatan penduduk yang rendah dan stratifikasi desa malaria yang rendah.

Penyebaran kasus malaria yang tidak merata menunjukkan bahwa banyak faktor lain yang berpengaruh terhadap kejadian tersebut. Mardihusodo (2001) menyatakan bahwa perbedaan kondisi lingkungan di tiap wilayah seperti perbedaan geofisik, klimatologis, biografis serta pelayanan kesehatan seperti pembagian kelambu berinsektisida dan penyemprotan menyebabkan penyebaran penyakit malaria pun berbeda<sup>4</sup>. Pendapat yang sama juga diungkapkan oleh Yuniato dkk, (2002) bahwa keberagaman faktor risiko pada masing-masing lokasi yang meliputi lingkungan dari waktu ke waktu, perbedaan sosial budaya, perbedaan kerentanan terhadap penyakit dan perbedaan pola kehidupan nyamuk sebagai vektor mengakibatkan terjadinya perbedaan dan penularan penyakit malaria<sup>5</sup> serta diperkuat oleh Gordis (2008) bahwa penyebaran penyakit terjadi apabila ketiga komponen keseimbangan yang dinamis yaitu manusia, lingkungan dan penjamu saling mendukung<sup>18</sup>.

## KESIMPULAN

Pemetaan tingkat kerawanan malaria di Kabupaten Buol meliputi 12 desa dengan kerawanan tinggi, 81 Desa dengan kerawanan sedang dan 15 desa dengan kerawanan rendah. Desa dengan kerawanan tinggi memiliki karakteristik wilayah dengan topografi yang rendah, kepadatan penduduk yang sedang, curah hujan yang rendah, kerapatan aliran yang rendah, penggunaan lahan berupa hutan dan stratifikasi desa malaria yang tinggi. Desa dengan kerawanan sedang memiliki karakteristik wilayah dengan *altitude* wilayah yang rendah, curah hujan yang rendah, kerapatan aliran yang rendah, penggunaan lahan berupa semak belukar, kepadatan penduduk yang sedang dan stratifikasi desa malaria yang rendah. Sedangkan pada wilayah dengan kerawanan rendah memiliki *altitude* wilayah yang

rendah, curah hujan yang rendah, kerapatan aliran tinggi, penggunaan lahan berupa hutan, kepadatan penduduk yang rendah dan stratifikasi desa malaria yang rendah.

## KEPUSTAKAAN

1. WHO. *World Malaria Report 2014*. Vol 55. 2014. doi:10.1007/s00108-013-3390-9.
2. Kemenkes RI. 424 Kabupaten di Indonesia di Tetapkan Endemis Malaria. 2010. <http://www.antaraneews.com/berita/235322/424-kabupaten-di-indonesia-ditetapkan-endemis-malaria>.
3. Kemenkes Republik Indonesia. *Riset Kesehatan Dasar 2013*. Jakarta: Kemenkes RI; 2013.
4. Mardihusodo. Pendekatan Epidemiologis serta Aplikasi Teknologi Penginderaan Jauh Sistem Informasi Geografis untuk Pemberantasan Malaria. 2001.
5. Bambang Yuniato, Sunaryo R. Bionomik Vektor Malaria di Empat Daerah ICDC-ADB Provinsi Jawa Tengah. In: *Seminar Hari Nyamuk Ke II*. Vol ; 2002:1-18.
6. Dinas Kesehatan Kabupaten Buol. *Profil Dan Data Malaria Kabupaten Buol 2012*. Buol; 2012.
7. Saleh. Studi Habitat Anopheles nigerrimus gilles 1900 dan Epiidiomologi Malaria di Desa Lengkong, Kabupaten Sukabumi. 2002.
8. Marpaung F. Penyusunan Model Spasial Untuk Memprediksi Penyebaran Malaria ( Studi Kasus Kabupaten Sukabumi , Jawa Barat ). 2006.
9. Hagenlocher M, Castro MC. Mapping malaria risk and vulnerability in the United Republic of Tanzania : a spatial explicit model. 2015:1-14. doi:10.1186/s12963-015-0036-2.
10. Hakim L, Ipa M. Sistem Kewaspadaan dalam KLB Malaria Berdasarkan Curah Hujan, Kepadatan Vektor dan Kesakitan Malaria di Kabupaten Sukabumi. *Media Litbang Kesehat*. 2007;XVII(2):34-40.
11. Teklehaimanot HD, Lipsitch M, Teklehaimanot A, Schwartz J. Weather-based prediction of Plasmodium falciparum malaria in epidemic-prone regions of Ethiopia I. Patterns of lagged weather effects reflect biological mechanisms. *Malar J*. 2004;3:41. doi:10.1186/1475-2875-3-41.

12. Subekti Rahayu, Rudi Harto Widodo, Meine Van Noordwijk, Indra Suryadi, Bruno Verbist. *Monitoring Air Di Daerah Aliran Sungai*. Bogor: World Agroforestry Centre; 2009.
13. Alemu K, Worku A, Berhane Y, Kumie A. Spatiotemporal clusters of malaria cases at village level, northwest Ethiopia. *Malar J*. 2014;13(1):223. doi:10.1186/1475-2875-13-223.
14. Suwito. Studi Kondisi Lingkungan dan Perilaku Masyarakat Sebagai Faktor Risiko Kejadian Malaria. 2005.
15. Lestari EW, Sukowati S, Soekidjo, Ra W. Vektor Malaria Di Daerah Bukit Menoreh, Purworejo, Jawa Tengah. *Media Litbang Kesehat*. 2007;XVII:30-35.  
<http://ejournal.litbang.depkes.go.id/index.php/MPK/article/view/805/1674>.
16. Pattanayak S, Corey C, Sills E, Kramer R, Murry B. Malaria, Deforestation and Poverty: A Call for Interdisciplinary Policy Science. 2003;(September):1-19.  
[papers2://publication/uuid/F62133B8-C58A-4A31-9217-555F9603B235](https://publication.uuid/F62133B8-C58A-4A31-9217-555F9603B235).
17. Service MW. Agricultural development and arthropod-borne diseases : a review  
Desenvolvimento agrícola e doenças veiculadas por artrópodes : Revisão. *Rev Saude Publico*. 1991;25(1).
18. Gordis L. *Epidemiology*. Vol 4th ed. Philadelphia: Saunders Elsevier; 2008.