

Uji Silang Mikroskopis Malaria di Laboratorium Puskesmas Kota Jayapura

Malaria Microscopic Cross Test at Jayapura City Health Center Laboratory

Indra Taufik Sahli¹, Afika Herma Wardani², Asrori³

^{1,2,3}, Jurusan Teknologi Laboratorium Medis, Politeknik Kesehatan Kemenkes Jayapura, Indonesia

*(Korespondensi e-mail: indrataufiksahli@gmail.com)

Kata kunci: Tingkat Error, Sensitivitas, Spesivitas

Keywords: Error rate, Sensitivity, Spesificity

Poltekkes Kemenkes Kendari, Indonesia

ISSN : 2085-0840

ISSN-e : 2622-5905

Periodicity: Bianual vol. 16 no. 2 2024

jurnaldanhakcipta@poltekkes-kdi.ac.id

Received : 14 Desember 2023

Accepted : 19 Juli 2024

Funding source: Poltekkes Kemenkes Jayapura

DOI : <https://doi.org/10.36990/hijp.v16i2.1359>

URL : [https://myjurnal.poltekkes-](https://myjurnal.poltekkes-kdi.ac.id/index.php/hijp/article/view/1359)

[kdi.ac.id/index.php/hijp/article/view/1359](https://myjurnal.poltekkes-kdi.ac.id/index.php/hijp/article/view/1359)

Contract number: PK.01.01/4.4/2025/2023

Ringkasan: Latar belakang: Malaria tetap menjadi masalah kesehatan masyarakat di Indonesia, khususnya di Jayapura sebagai daerah endemik dengan angka Annual Parasite Incidence 5 per 1000 penduduk. Pemeriksaan mikroskopis sebagai gold standard diagnosis memerlukan kontrol kualitas yang ketat untuk memastikan akurasi diagnostik. **Tujuan:** Mengevaluasi kemampuan tenaga laboratorium mikroskopis malaria di Puskesmas Kota Jayapura melalui perhitungan sensitivitas, spesifisitas, akurasi identifikasi spesies, dan error rate. **Metode:** Penelitian deskriptif cross-sectional pada 13 laboratorium Puskesmas menggunakan 132 slide malaria. Cross-checker malaria melakukan pemeriksaan ulang untuk menghitung parameter kinerja diagnostik berdasarkan Permenkes No. 68 Tahun 2015. **Hasil:** Sebanyak 7 laboratorium (53,8%) mencapai kategori baik, 3 laboratorium (23,1%) kategori cukup, dan 3 laboratorium (23,1%) kategori kurang. Rata-rata sensitivitas 98,5%, spesifisitas 89%, akurasi spesies 77,9%, dengan error rate 6%. **Simpulan:** Kualitas diagnosis malaria Kota Jayapura umumnya baik namun masih terdapat potensi kesalahan identifikasi spesies parasit. **Saran:** Diperlukan pelatihan berkesinambungan untuk mencegah kesalahan diagnosis dan meningkatkan akurasi identifikasi spesies.

Abstrack: Background: Malaria remains a public health problem in Indonesia, especially in Jayapura as an endemic area with an Annual Parasite Incidence rate of 5 per 1000 population. Microscopic examination as the gold standard of diagnosis requires strict quality control to ensure diagnostic accuracy. **Objective:** To evaluate the ability of malaria microscopic laboratory personnel at the Jayapura City Health Center through the calculation of sensitivity, specificity, species identification accuracy, and error rate. **Methods:** Cross-sectional descriptive research in 13 Puskesmas laboratories using 132 malaria slides. Malaria cross-checkers conduct a re-examination to calculate diagnostic performance parameters based on the Minister of Health Regulation No. 68 of 2015. **Results:** A total of 7 laboratories (53.8%) achieved the good category, 3 laboratories (23.1%) in the adequate category, and 3 laboratories (23.1%) in the poor category. Average sensitivity

98.5%, specificity 89%, species accuracy 77.9%, with an error rate of 6%. **Conclusion:** The quality of malaria diagnosis in Jayapura City is generally good, but there is still the potential for

misidentification of parasite species. **Tip:** Continuous training is required to prevent misdiagnosis and improve the accuracy of species identification.

PENDAHULUAN

Malaria merupakan salah satu penyakit menular yang menjadi masalah kesehatan masyarakat di Indonesia karena dapat menyebabkan angka kesakitan dan kematian serta sering menimbulkan Kejadian Luar Biasa (KLB) (Kemenkes, 2020). Secara global pada tahun 2019, diperkirakan ada 227 juta kasus malaria yang terjadi di seluruh dunia. Pada tahun 2020, satu tahun setelah pandemi COVID-19, perkiraan jumlah kasus malaria naik menjadi 241 juta kasus (WHO, 2021). Oleh sebab itu, Kementerian Kesehatan RI memiliki target eliminasi malaria sepenuhnya pada tahun 2030. Pada dasarnya, kasus malaria di Indonesia sebenarnya telah mengalami penurunan dalam 3 tahun terakhir, yang terlihat dari data tahun 2019 dengan 250.628 kasus malaria, tahun 2020 dengan 226.364 kasus, dan tahun 2021 dengan 94.610 kasus (WHO).

Salah satu daerah endemis malaria di Indonesia adalah Papua. Berdasarkan data profil Kesehatan provinsi Papua tahun 2019, angka *Annual Parasite Incidence* (API) di Propinsi Papua adalah 64 per 1000 penduduk, artinya dalam 1000 penduduk terdapat 64 kasus malari,. sedangkan kota Jayapura angka API mencapai 5 dan *Case Fatality Rates* (CFR) sebesar 0,01 (Dinkes, 2019). Angka API ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan angka nasional tahun 2019 yang hanya sebesar 0,93 per 1000 penduduk (Kemenkes, 2020).

Semua kasus suspek malaria harus dilakukan tes mikroskopis malaria atau Rapid Diagnostic Test (Casparis S.) untuk memastikan diagnosis sebelum pengobatan, sesuai rekomendasi WHO.(WHO, 2015). Pengamatan malaria menggunakan mikroskop memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi bila dilakukan oleh tenaga laboratorium terlatih, yang dapat mendeteksi minimal 50 parasit/ μ L darah. Namun, keakuratan dan kegunaannya tergantung pada kualitas mikroskop, reagen, pengalaman ahli mikroskopis, kontrol kualitas yang efektif, dan sistem penjaminan mutu (Ngasala & Bushukatale, 2019).

Pemeriksaan mikroskopis malaria sampai saat ini masih merupakan *gold standard* dari penegakkan diagnosis malaria. Bagi laboratorium pelayanan yang tidak mampu melakukan pemeriksaan mikroskopis, dapat menggunakan pemeriksaan RDT (Kemenkes, 2020). Diagnosis memerlukan akurasi yang dihubungkan dengan gejala penyakit infeksi seperti demam yang ditimbulkannya karena dapat menjadi salah satu kunci diagnosis cepat adanya infeksi malaria (Simon, Junaidin, & Tupanwael, 2022).

Salah satu upaya untuk menekan tingkat mortalitas dan morbiditas penyakit malaria adalah dengan diagnosis laboratorium yang tepat dan pengobatannya (Nurhayati, Hasmiwati, & Rusjdi, 2015). Oleh karena itu diagnosis laboratorium yang dilakukan oleh tenaga laboratorium mikroskopis malaria perlu di kontrol untuk memastikan kualitas dari tenaga laboratorium mikroskopis malaria. Diagnosis laboratorium yang dilakukan oleh petugas mikroskopis malaria dapat ditingkatkan melalui program pelatihan yang ditargetkan seperti Pelatihan Penyegaran Diagnostik Malaria (MDRT) seperti yang ditunjukkan oleh penelitian yang dilakukan oleh (Tetteh et al., 2021). Inisiatif yang dilakukan oleh Program Pengendalian Malaria Nasional di Ghana bertujuan untuk meningkatkan kompetensi dan keterampilan tenaga laboratorium medis dalam diagnosis malaria, terutama berfokus pada teknik mikroskopis seperti deteksi parasit, identifikasi spesies, dan kuantifikasi parasit.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kemampuan tenaga laboratorium mikroskopis malaria di laboratorium klinik kota Jayapura dengan menghitung nilai sensitivitas, spesivitas, akurasi identifikasi spesies dan *error rate*.

METODE

Jenis penelitian ini adalah deskriptif dengan desain *cross-sectional study*. Penelitian dilakukan di 13 laboratorium Puskesmas di wilayah Kota Jayapura. Pengambilan sampel dilakukan di laboratorium Puskesmas wilayah Kota Jayapura pada bulan September – Oktober tahun 2023. Populasi penelitian adalah semua slide malaria yang telah diperiksa oleh tenaga laboratorium mikroskopis malaria di laboratorium Puskesmas. Jumlah sampel adalah sebanyak 132 slide yang berasal dari 13 laboratorium Puskesmas.

Penelitian dilaksanakan dengan mengumpulkan sampel berupa slide malaria yang telah diperiksa oleh tenaga laboratorium mikroskopis malaria di berbagai laboratorium Puskesmas di wilayah Kota Jayapura. Sebanyak 132 slide sampel diperoleh dari 13 Puskesmas, yang kemudian diperiksa ulang oleh cross-checker malaria. Data hasil pemeriksaan tersebut akan direkapitulasi untuk menghitung nilai sensitivitas, spesifisitas, akurasi spesies, dan *error rate*.

Data diolah dengan menggunakan rumus perhitungan untuk menentukan sensitivitas, spesifisitas, akurasi diagnosis spesies, dan *error rate*. Hasil perhitungan ini kemudian dibandingkan dengan kriteria penilaian kinerja petugas laboratorium.

HASIL

Penelitian ini dilakukan di 13 laboratorium Puskesmas yang ada di Wilayah Kota Jayapura.

Tabel 1. Nilai Sensitivitas, Spesivitas, Akurasi Spesies dan Errorrate

Laboratorium	Hasil Diagnosis			
	Sensitivitas (%)	Spesivitas (%)	Akurasi Spesies (%)	Error Rate (%)
Puskesmas I	100	100	100	0
Puskesmas II	100	100	100	0
Puskesmas III	100	100	100	0
Puskesmas IV	100	100	100	0
Puskesmas V	100	100	100	0
Puskesmas VI	100	80	86	9
Puskesmas VII	100	80	83	0
Puskesmas VIII	100	100	50	0
Puskesmas IX	100	100	67	0
Puskesmas X	100	67	50	9
Puskesmas XI	100	80	60	10
Puskesmas XII	80	100	67	10
Puskesmas XIII	100	50	50	40
Rata-rata	98,5	89	77,9	6

Hasil penelitian pada tabel 1 menunjukkan bahwa terdapat 7 (53,8%) laboratorium klinik yang mendapatkan nilai baik dengan 5 laboratorium yang mempunyai nilai sensitivitas, spesivitas dan akurasi spesies sebesar 100%, dengan nilai error rate sebesar 0 %. Dan terdapat 3 (23,1%) laboratorium mendapatkan nilai cukup karena mendapatkan nilai akurasi spesiesnya antara 60-69%. Dan ada 3 (23,1%) laboratorium mendapatkan nilai kurang karena nilai akurasi spesiesnya di bawah 60%.

Nilai error rate dari 13 laboratorium yang ikut dalam penelitian terdapat 7 (53,8%) laboratorium yang mempunyai nilai error rate sebesar 0% dan terdapat 6 (46,2%) laboratorium yang mempunyai

nilai error rate di atas 5 %, dengan nilai paling rendah adalah 9% dan paling tinggi mempunyai nilai error rate 40%.

Tabel 2 Penilaian Jenis Kesalahan Hasil Diagnosis Mikroskopis

Laboratorium	Penilaian				Jumlah
	Salah spesies	Positif palsu	Negatif palsu	Benar	
Puskesmas I	0	0	0	10 (100%)	10
Puskesmas II	0	0	0	10 (100%)	10
Puskesmas III	0	0	0	10 (100%)	10
Puskesmas IV	0	0	0	10 (100%)	10
Puskesmas V	0	0	0	10 (100%)	10
Puskesmas VI	0	1 (9,1%)	0	10 (90,9%)	11
Puskesmas VII	1 (10%)	0	0	9 (90%)	10
Puskesmas VIII	3 (30%)	0	0	7 (70%)	10
Puskesmas IX	2 (20%)	0	0	8 (80%)	10
Puskesmas X	3 (27,3%)	1 (9,1%)	0	7 (63,6%)	11
Puskesmas XI	2 (20%)	1 (10%)	0	7 (70,0%)	10
Puskesmas XII	2 (20%)	0	1 (10%)	7 (70%)	10
Puskesmas XIII	1 (10%)	4 (40%)	0	5 (50%)	10
Jumlah	14(10,6)	7(5,3)	1(0,7%)	110(83,3%)	132

Hasil penilaian jenis kesalahan hasil diagnosis mikroskopis Tabel 2 menunjukkan bahwa kesalahan baca sediaan yang paling banyak adalah salah identifikasi spesies sebesar 14 slide, ada 7 (53,8%) laboratorium Puskesmas yang melakukan salah identifikasi spesies. Kesalahan paling besar identifikasi spesies dilakukan oleh laboratorium Puskesmas VIII dan Puskesmas X masing-masing melakukan kesalahan pembacaan sebanyak 3 slide, sedangkan kesalahan baca positif palsu total sebanyak 7 slide, ada 6 (46,2%) laboratorium Puskesmas yang melakukan kesalahan berupa positif palsu dan paling banyak dilakukan oleh laboratorium Puskesmas XIII sebanyak 4 slide sediaan. Kesalahan baca negatif palsu sebanyak 1 slide sediaan oleh laboratorium Puskesmas XII

PEMBAHASAN

Evaluasi kompetensi tenaga mikroskopis malaria merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas diagnosis malaria di Indonesia. Melalui evaluasi ini, dapat diketahui sejauh mana tenaga mikroskopis malaria telah menguasai pengetahuan dan keterampilan yang dibutuhkan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi parasit malaria secara akurat. Mengingat pemeriksaan mikroskopis masih merupakan *gold standart* yang banyak digunakan untuk mendeteksi parasit malaria (Boonstra et al., 2021; Maturana et al., 2022; Saidu & Okojie, 2024; Shankar, Singh, Phookan, Singh, & Mishra, 2021). Namun kepekaan metode ini sangat bergantung dari pengalaman tenaga ahli mikroskopis (Charpentier et al., 2020; Kagaya et al., 2022; Niyibizi & Gatera, 2020; Setyawan, Wibowo, & Murhandarwati, 2022; Yu et al., 2023). Laboratorium mikroskopis malaria di Kota Jayapura menunjukkan kualitas kinerja baik, cukup dan kurang. Hal ini terlihat dari hasil penelitian pada tabel 1 yang melibatkan 13 laboratorium, di mana terdapat 7 (53,8%) memiliki nilai baik dengan skor penilaian lebih besar sama dengan 70% .

Hasil penelitian pada tabel 1 yang melibatkan 13 laboratorium Puskesmas di Kota Jayapura menunjukkan bahwa secara umum nilai sensitivitas dan spesivitas tenaga laboratorium mikroskopis malaria adalah baik. Sensitivitas adalah kemampuan untuk mendeteksi semua kasus positif, sedangkan spesivitas adalah kemampuan untuk tidak mendeteksi kasus negatif. Nilai sensitivitas dan spesivitas yang baik menunjukkan bahwa tenaga laboratorium mikroskopis malaria di Kota Jayapura umumnya mampu mendeteksi dan mengidentifikasi parasit malaria secara akurat. Sensivitas dan spesivitas pemeriksaan mikroskop sangat dipengaruhi oleh tenaga laboran yang terlatih (Ngasala & Bushukatale, 2019). Lebih lanjut menurut (Jaleta, Garoma, & Gerenfes, 2020), pelatihan petugas laboratorium sangat penting untuk meningkatkan kinerja mikroskopis malaria, sehingga dapat mengurangi kesalahan diagnosis dan perlakuan yang salah terhadap pasien yang dicurigai menderita malaria. Petugas laboratorium yang telah mendapat pelatihan yang memadai berperan besar dalam meningkatkan tingkat kepekaan dan ketepatan uji mikroskopis, seperti yang terungkap dalam studi yang mencatat tingkat kepekaan sebesar 95,8% dan tingkat ketepatan sebesar 94,3% dalam diagnosis *Plasmodium* melalui penggunaan mikroskop (Wogu & Onosakponome, 2021).

Namun, hasil penelitian pada tabel 1 juga menunjukkan bahwa nilai akurasi spesies tenaga laboratorium mikroskopis malaria di Kota Jayapura terdapat 6 laboratorium Puskesmas yang mempunyai nilai dibawah 70%. Akurasi spesies adalah kemampuan untuk mengidentifikasi spesies parasit malaria dengan benar. Nilai akurasi spesies yang rendah menunjukkan bahwa tenaga laboratorium mikroskopis malaria di Kota Jayapura masih mengalami kesulitan untuk membedakan spesies parasit malaria, terutama antara *Plasmodium falciparum* dan *Plasmodium vivax*. Kesalahan diagnosis ini lebih lanjut dapat mengakibatkan pengobatan yang salah (Nurhayati et al., 2015; Phu et al., 2020).

Error rate untuk masing-masing tenaga laboratorium mikroskopis di laboratorium Puskesmas, sebagaimana tertera pada tabel 1, menunjukkan bahwa dari 13 laboratorium yang ikut dalam penelitian, terdapat 8 laboratorium (61,5%) yang memiliki nilai error rate sebesar 0%, dan terdapat 5 laboratorium (38,5%) yang memiliki nilai error rate di atas 5%. Nilai error rate terendah adalah 9%, dan nilai error rate tertinggi adalah 40%. Angka error rate ini menunjukkan kemampuan tenaga laboratorium mikroskopis di laboratorium Puskesmas. Sebanyak 8 (61,5%) laboratorium yang mempunyai nilai error rate sebesar 0% artinya tenaga laboratorium mikroskopis malaria di laboratorium tersebut tidak melakukan kesalahan diagnosis saat diberikan slide untuk di identifikasi. Sedangkan 5 (38,5%) laboratorium yang mempunyai nilai error rate di atas 5 %, menunjukan tingkat kesalahan yang tidak dapat diterima karena tingkat kesalahannya lebih dari 5%, oleh karena itu diperlukan tindak lanjut dalam peningkatan kemampuan seorang tenaga mikroskopis malaria (Ariyanti et al., 2012). Untuk mencegah kesalahan diagnosis malaria dapat melalui pelatihan formal atau informal, praktik kerja, supervisi, dan pemantauan mutu.

Ketidaktepatan dalam pemeriksaan malaria dapat disebabkan oleh berbagai hal diantaranya adalah kualitas mikroskop, petugas yang kurang terampil, peralatan yang kurang memadai, bahan dan reagen tidak sesuai standar dan jumlah sediaan yang diperiksa melebihi beban kerja (Kemenkes, 2020; Ngasala & Bushukatale, 2019). Sebuah penelitian yang dilakukan oleh (Hänscheid, 2003; Jaleta et al., 2020) menunjukkan bahwa pengalaman kerja dan status pelatihan berhubungan secara signifikan dengan kualitas diagnosis mikroskop malaria. Menurut (Ayando, Ravi, & Okoronkwo, 2024), menekankan pentingnya pelatihan mikroskop malaria bagi para profesional laboratorium untuk meningkatkan akurasi diagnosis. Hal ini sejalan dengan tugas pengguna, yang menunjukkan bahwa status pelatihan merupakan faktor penting yang terkait dengan kualitas diagnosis mikroskopis malaria. Lebih lanjut (Jaleta et al., 2020) menjelaskan, tenaga laboratorium yang memiliki pengalaman kerja lebih dari lima tahun 10,56 kali lebih baik dalam mendeteksi dan mengidentifikasi parasit malaria jika dibandingkan dengan mereka yang memiliki pengalaman kerja kurang dari atau sama dengan lima tahun. Petugas laboratorium yang terlatih dalam diagnosis mikroskop malaria melaporkan kualitas hasilnya 6,12 kali lebih baik dibandingkan mereka yang tidak terlatih.

Hasil penelitian pada tabel 2 menunjukan kesalahan positif palsu merupakan kesalahan yang terbanyak dilakukan oleh tenaga laboratorium mikroskopis malaria. Keadaan tersebut memberikan dampak berupa kerugian materi bagi institusi pelayanan masyarakat seperti Puskesmas karena tidak

memberikan obat kepada orang yang tepat. Kesalahan negatif palsu merupakan kesalahan yang bisa berakibat fatal karena pasien tidak mendapat obat sedangkan penyakit terus berlanjut, bahkan infeksi *Plasmodium falciparum* yang berat bisa menyebabkan komplikasi malaria serebral yang dapat mengakibatkan kematian. Meskipun tidak terjadi sampai malaria serebral, pasien tetap akan dirugikan secara materi karena perawatan yang lebih lama karena plasmodium akan tetap hidup di tubuh Manusia. Juga akan mengurangi produktifitas kerja sehingga akan mengakibatkan berkurangnya pendapatan bahkan hilangnya mata pencaharian. Parasit yang tidak termusnahkan dari tubuh penderita ini akan beresiko untuk ditularkan ke orang lain (Nurhayati et al., 2015).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kualitas diagnosis malaria di Kota Jayapura secara umum sudah baik, tetapi masih ada potensi kesalahan diagnosis, terutama dalam hal membedakan spesies parasit malaria. Upaya peningkatan kualitas perlu dilakukan secara berkesinambungan untuk mencegah kesalahan diagnosis.

REKOMENDASI

Kajian mendatang perlu mengintegrasikan analisis multifaktor yang mencakup assessment kompetensi individual petugas laboratorium melalui evaluasi pengetahuan teoretis dan keterampilan praktis, audit infrastruktur laboratorium meliputi kualitas mikroskop, ketersediaan reagen standar, dan kondisi lingkungan kerja, serta analisis sistem manajemen kualitas termasuk implementasi quality control rutin dan program pelatihan berkelanjutan.

PERNYATAAN

Ucapan Terimakasih

Terimah kasih kami ucapkan kepada Dinas Kesehatan Kota Jayapura dan Kepala Puskesmas yang telah memberikan ijin untuk melakukan penelitian.

Pendanaan

Penelitian ini dibiayai dari dana DIPA Poltekkes Kemenkes Jayapura dengan no SK : PK.01.01/4.4/2025/2023.

Kontribusi Setiap Penulis

Indra Taufik Sahli : Writing – original draft
Afika Herma Wardani : Writing – review & editing
Asrori : Data curation

Pernyataan Konflik Kepentingan

Tidak ada konflik kepentingan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanti, E., Riyanti, E., Prasetyorini, B., Aisyah, K., Harun, S., Handayani, S., & Tjitra, E. (2012). Cek Silang Mikroskopis Sediaan Darah Malaria Pada Monitoring Pengobatan Dihidroartemisinin-Piparakuin Di Kalimantan dan Sulawesi. *Media Litbang Kesehatan*, 22(4).
- Ayando, O. D., Ravi, N., & Okoronkwo, O. (2024). Assessing the Performance of Laboratory Professionals Following a Day of Malaria Microscopy Training in Kano, Nigeria. *medRxiv*, 2024.2002.2023.24303252.
- Boonstra, M. B., Koelewijn, R., Brienen, E. A., Silvis, W., Stelma, F. F., Mank, T. G., . . . van Hellemond, J. J. (2021). Malaria Diagnosis in a Malaria Non-Endemic High-Resource Country: High Variation of Diagnostic Strategy in Clinical Laboratories in the Netherlands. *Malaria journal*, 20, 1-14.
- Casparis S., B. J. M., Tomic M.A., Burkhardt A., Locher M.C. (2014). Transepithelial Brush Biopsy & Oral CDx®; A Noninvasive Method for the Early Detection of Precancerous and Cancerous Lesions. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 8(2), 222-226. doi:10.7860/jcdr/2014/.4065
- Charpentier, E., Benichou, E., Pagès, A., Chauvin, P., Fillaux, J., Valentin, A., . . . Armengol, C. (2020). Performance Evaluation of Different Strategies Based on Microscopy Techniques, Rapid Diagnostic Test and Molecular Loop-Mediated Isothermal Amplification Assay for the Diagnosis of Imported Malaria. *Clinical Microbiology and Infection*, 26(1), 115-121.
- Dinkes, P. (2019). *Profil Kesehatan Provinsi Papua Tahun 2019*. Retrieved from
- Hänscheid, T. (2003). Current Strategies to Avoid Misdiagnosis of Malaria. *Clinical Microbiology and Infection*, 9(6), 497-504.
- Jaleta, F., Garoma, G., & Gerenfes, T. (2020). Evaluation Of Malaria Microscopy Diagnosis Performance In Public Hospitals Of Eastern And Central Part Of Oromia Region, Ethiopia, 2019.
- Kagaya, W., Takehara, I., Kurihara, K., Maina, M., Chan, C. W., Okomo, G., . . . Kaneko, A. (2022). Potential Application of the Haematology Analyser XN-31 Prototype for Field Malaria Surveillance in Kenya. *Malaria journal*, 21(1), 252.
- Kemenkes. (2020). *Petunjuk Teknis Jejaring Dan Pemantapan Mutu Laboratorium Pemeriksa Malaria*.
- Maturana, C. R., De Oliveira, A. D., Nadal, S., Bilalli, B., Serrat, F. Z., Soley, M. E., . . . Abelló, A. (2022). Advances and Challenges in Automated Malaria Diagnosis Using Digital Microscopy Imaging With Artificial Intelligence Tools: A Review. *Frontiers in Microbiology*, 13, 1006659.
- Ngasala, B., & Bushukatale, S. (2019). Evaluation of Malaria Microscopy Diagnostic Performance at Private Health Facilities in Tanzania. *Malaria journal*, 18(1), 1-7.
- Niyibizi, J. B., & Gatera, E. K. (2020). Diagnostic Performance Between Histidine-Rich Protein 2 (HRP-2), a Rapid Malaria Diagnostic Test and Microscopic-Based Staining Techniques for Diagnosis of Malaria. *Journal of tropical medicine*, 2020.
- Nurhayati, N., Hasmiwati, H., & Rusjdi, S. R. (2015). Uji Reliabilitas Diagnosis Mikroskopis Malaria Tenaga Laboratorium Puskesmas Di Daerah Endemik Kota Sawahlunto Sumatera Barat. *Majalah Kedokteran Andalas*, 37(1), 19-25.
- Phu, N. H., Day, N. P., Tuan, P. Q., Mai, N. T. H., Chau, T. T. H., Van Chuong, L., . . . Hoa, N. T. T. (2020). Concomitant Bacteremia in Adults With Severe Falciparum Malaria. *Clinical infectious diseases*, 71(9), e465-e470.
- Saidu, J. Z., & Okojie, R. O. (2024). Concurrent Infection of Dengue Virus With Malaria Parasites Among Outpatients Attending Healthcare Facilities in Benin city, Nigeria. *Porto Biomedical Journal*, 9(2), 249.
- Setyawan, D., Wibowo, M. E., & Murhandarwati, E. (2022). Classification of Plasmodium falciparum Based on Textural and Morphological Features. *International Journal of Electrical & Computer Engineering (2088-8708)*, 12(5).
- Shankar, H., Singh, M. P., Phookan, S., Singh, K., & Mishra, N. (2021). Diagnostic Performance of Rapid Diagnostic Test, Light Microscopy and Polymerase Chain Reaction During Mass Survey Conducted in Low and High Malaria-Endemic Areas from Two North-Eastern States of India. *Parasitology Research*, 120, 2251-2261.

- Simon, M., Junaidin, J., & Tupanwael, F. A. (2022). Rapid Diagnostic Test for Hemoglobin Levels in Patients with Plasmodium Infection at the Doom Health Center, Sorong, West Papua. *Health Information : Jurnal Penelitian*, 14(2), 200-207. doi:10.36990/hijp.v14i2.689
- Tetteh, M., Dwomoh, D., Asamoah, A., Kupeh, E. K., Malm, K., & Nonvignon, J. (2021). Impact of Malaria Diagnostic Refresher Training Programme on Competencies and Skills in Malaria Diagnosis Among Medical Laboratory Professionals: Evidence from Ghana 2015–2019. *Malaria journal*, 20(1), 255.
- WHO. (2015). *Guidelines for the treatment of malaria*: World Health Organization.
- WHO. (2021). *World Malaria Report 2021* (9240040498). Retrieved from
- WHO. (2022). Malaria. Retrieved from <https://www.malaria.id/>
- Wogu, M., & Onosakponome, E. O. (2021). Evaluating Prevalence and Misdiagnosis of Plasmodium Using Microscopy Compared with Polymerase Chain Reaction Technique in Two Tertiary Care Hospitals in Rivers State, Nigeria. *International Journal of Infection*, 8(1).
- Yu, Z., Li, Y., Deng, L., Luo, B., Wu, P., & Geng, D. (2023). A high-Performance Cell-Phone Based Polarized Microscope For Malaria Diagnosis. *Journal of Biophotonics*, 16(5), e202200290.