

The Effect of Tongka Langit Banana Juice on Morphological Abnormalities Spermatozoa in Mice (*Mus musculus*) Infected by *Plasmodium berghei*

Yesty E. Hitalessiakwane¹, Martha Kaihena¹, Efraim Samson^{1*}

¹Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pattimura, Ambon, Indonesia;

Article History

Received : November 18th, 2025

Revised : November 28th, 2025

Accepted : November 30th, 2025

*Corresponding Author: **Efraim Samson**, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Pattimura, Ambon, Indonesia
Email: samsonefraim43@gmail.com

Abstract: Malaria infection by *Plasmodium* is known to affect human reproduction. One of the reproductive organs affected by malaria infection is the testes. If there is a disorder in the testes, it will affect the spermatogenesis process, so that it can cause morphological abnormalities of the resulting spermatozoa. This study aims to determine the effect of administering Tongka Langit banana juice (*Musa troglodytarum*) on morphological abnormalities of spermatozoa in mice (*Mus musculus*) infected with *Plasmodium berghei*. The results of this study indicate that administering Tongka Langit banana juice can reduce spermatozoa abnormalities. Compared with the dose groups of 0.55g/mice/day and 0.65g/mice/day, administering Tongka Langit banana juice at a dose of 0.75g/mice/day is the most effective dose on reducing the average spermatozoa abnormalities in mice. The carotenoid content in Tongka Langit bananas is thought to ward off *Plasmodium berghei* infection, the cause of spermatozoa abnormalities in mice.

Keywords: Abnormalities spermatozoa, malaria, tongka langit banana (*Musa troglodytarum*).

Pendahuluan

Malaria tropis, seperti yang disebabkan oleh *Plasmodium falciparum*, dapat berakibat fatal jika tidak diobati. Terdapat sejumlah spesies *Plasmodium* lain selain *Plasmodium falciparum*, seperti *Plasmodium knowlesi*, *Plasmodium malariae*, *Plasmodium ovale*, dan *Plasmodium vivax* (Rumbiak, 2024). Penyebab utama malaria, *Plasmodium*, adalah protozoa yang dapat menginfeksi manusia (inang) ketika digigit oleh nyamuk *Anopheles* betina. Variasi musim, kurangnya akses air bersih, resistensi nyamuk *Anopheles* terhadap insektisida, dan meningkatnya resistensi parasit malaria terhadap obat antimalaria merupakan beberapa faktor tambahan yang memengaruhi penyebaran malaria (Fitriany & Sabiq, 2018; Paton *et al.*, 2022). Menggigil hebat, demam, berkeringat, kelelahan, rasa haus yang berlebihan, anoreksia, nyeri punggung, dan muntah merupakan beberapa tanda klinis malaria (Liwana, 2015; Bria

et al., 2021). Hal ini diyakini berkaitan erat dengan kerusakan eritrosit yang disebabkan oleh infeksi *Plasmodium*.

Mengingat tingginya angka kematian, terutama di Indonesia bagian timur yang dikategorikan sebagai daerah endemis malaria, pemerintah Indonesia telah memberikan perhatian yang signifikan terhadap penyakit ini dalam program pengendalian dan eliminasinya (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2024). Sekitar 216 kasus malaria ditemukan di Papua, dengan 62% kasus di antaranya adalah laki-laki. *P. vivax* dan *P. falciparum* bertanggung jawab atas sebagian besar kasus malaria ini. Sebagai perbandingan, penelitian yang dilakukan di Distrik Sentani Timur, Papua, menemukan sekitar 148 kasus malaria, yang sebagian besar disebabkan oleh *P. vivax* (Siswanto & Thamrin, 2020; Hastuty & Setyowati, 2021; Istyadzah dkk., 2026).

Salah satu patofisiologi utama malaria berat adalah interaksi antara sel yang terinfeksi

dan endotelium mikrovaskular. Aktivasi sel endotel vaskular, yang dianggap sebagai ciri khas infeksi malaria, memainkan peran penting dalam patogenesis penyakit ini dengan meningkatkan sekuestrasi eritrosit yang terinfeksi parasit ke dalam arteri perifer. Dari darah, parasit kemudian berpindah ke berbagai jaringan dan organ (Natalia, 2014). Salah satu organ reproduksi yang terdampak infeksi malaria adalah testis. Infeksi *Plasmodium berghei* menyebabkan anomali pada spermatozoa akibat disfungsi testis, yang juga berdampak pada spermatogenesis. Dengan menyerang kauda epididimis secara langsung, malaria yang disebabkan oleh infeksi *Plasmodium* pada tikus dapat memengaruhi spermatozoa, yang menyebabkan kerusakan sperma dan penurunan jumlah sperma (Raji *et al.*, 2006).

Infertilitas akibat obat antimalaria merupakan konsekuensi tidak langsung lain dari infeksi malaria terhadap reproduksi manusia. Meskipun demam malaria merupakan penyakit umum yang memengaruhi reproduksi manusia, penggunaan obat antimalaria sintetis yang tidak terkontrol juga mengganggu kualitas sperma manusia dan efektivitas hormon reproduksi pria (Dalvie *et al.*, 2004; Shiadeh *et al.*, 2016 Kumar & Singh, 2022; Nwanna *et al.*, 2023). Hal ini menjadi perhatian yang serius dalam mengatasi masalah tersebut, mengingat bukan hanya infeksi malaria yang berdampak pada masalah reproduksi, namun juga untuk penggunaan obat-obatan antimalaria. Untuk itu, saat ini obat berbahan alami atau obat tradisional, menjadi salah satu alternatif yang digunakan dalam pengobatan malaria, sehingga dalam penelitian ini, digunakan tanaman herbal sebagai pilihan utama untuk mengatasi penyakit malaria akibat infeksi *Plasmodium*. Adapun tanaman herbal yang digunakan adalah pisang Tongka Langit (*Musa troglodytarum*).

Pisang Tongka Langit diketahui memiliki kandungan karotenoid yang sangat tinggi, termasuk lutein, zeaksantin, α -karoten, dan β -karoten. β -karoten merupakan zat yang paling umum di antara zat-zat ini. Menurut Nasruddin dkk. (2008) dan Samson dkk. (2013), β -karoten memiliki aktivitas provitamin A tertinggi dan dapat diubah menjadi vitamin A dengan efisiensi 100%. Enzim 15,15' dioksigenase memecah cincin β β -karoten dalam tubuh menjadi dua molekul retinal, yang kemudian direduksi

menjadi retinol, yaitu vitamin A (Lindqvist dan Anderson, 2002 dalam Samson *et al.*, 2013; Rahmadi dkk., 2014). Selain memperkuat sistem kekebalan tubuh dan membuat tubuh lebih tahan terhadap infeksi, vitamin A sangat penting untuk reproduksi, terutama untuk perkembangan janin dalam kandungan dan pembentukan sel sperma dan sel telur (Clagett-Dame & Knutson, 2011).

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 2 bulan, yakni dari bulan Juli hingga Agustus 2019, yang bertempat di Laboratorium Zoologi, Jurusan Biologi FMIPA, Universitas Pattimura.

Alat dan Bahan

Alat penelitian terdiri dari gelas ukur, tabung erlenmeyer, timbangan elektronik, kertas wartman, blender, pisau, wadah pengurung mencit, rotavapor, neraca analitik, alat suntik, pisau bedah, pinset, gunting, jarum meja lilin, kaca objek, mikroskop, handcounter, slide gores, alat sonde, pipet volum, tabung reaksi, tabung tutup ungu (EDTA tube atau tabung darah), cawan penguap, Camera digital, kotak paraffin, gelas objek, mikrotom, mikropipet.

Bahan penelitian terdiri dari buah pisang tongka langit, methanol absolut, biakan *Plasmodium berghei*, hewan coba yaitu mencit, heparing, alceiver, Aluminium foil, tissue, kapas, minyak imersi dan detergen, NaCl, Alkohol (30%, 50%, 70%, 80%, 90%, 100%), Albumin gliserin, pewarna Giemsa, kapas, tissue, kain lap, Formalin 4%, paraffin (I, II, III), Steril Aquades, dan Xylol (I, II, III), Hematoxylin Eosin (I, II, III).

Prosedur Penelitian

Persiapan Hewan Coba

20 mencit BALB/c (*Mus musculus*) jantan dalam kondisi baik, berusia antara dua hingga tiga bulan, dengan berat rata-rata dua puluh gram, menjadi subjek percobaan penelitian. 20 mencit jantan terdiri dari 5 mencit donor dan lima belas mencit percobaan. Setelah itu, kelima belas mencit percobaan dibagi menjadi lima kelompok (K1 hingga K5), masing-masing terdiri dari tiga mencit. Semua mencit diaklimatisasi selama seminggu sebelum digunakan sebagai subjek uji, dan mereka tetap diberi makan dan minum secara

teratur. Untuk menjamin kesehatan mencit, kandang mereka dijaga kebersihannya.

Penginfeksian Plasmodium Berghei pada Mencit Donor

Plasmodium berghei beku disuntikkan secara intraperitoneal ke tikus donor. Tikus donor menerima suntikan 200 µl *Plasmodium berghei*. Pada hari keempat, parasitemia diamati. Tikus donor dibunuh sesuai protokol jika persentase parasitemia melebihi 20%. Setelah itu, jantung dioperasi untuk mengambil darah, yang kemudian dimasukkan ke dalam tabung darah (botol heparin).

Infeksi Plasmodium berghei dari Mencit Donor ke Mencit Uji

Setiap tikus percobaan menerima suntikan intraperitoneal 0,1 ml sampel darah yang diambil dari hewan donor. Parasitemia dipantau setiap hari setelah infeksi hingga melebihi 20%. Setelah itu, tikus diberi jus pisang tongka langit selama 4 hari.

Pembuatan Jus Buah Pisang Tongka Langit

Pisang tongka langit matang digunakan. Setelah dikupas, pisang-pisang tersebut dicampur. Selanjutnya, dua labu Erlenmeyer, masing-masing berkapasitas 50 gram, diisi dengan 100 gram pisang tongka langit yang telah dihaluskan.

Preparasi Apusan Darah Tipis

Darah diambil dari ekor tikus untuk membuat apusan darah tipis. Setetes darah diendapkan pada kaca objek setelah sayatan 1 mm dibuat pada ekor. Setelah itu, apusan darah dibuat dan dibiarkan kering pada suhu kamar. Setelah apusan dibanjiri metanol, apusan tersebut dikeringkan. Pewarna Giemsa kemudian dioleskan pada apusan darah di atas kaca objek sekali lagi selama sekitar empat puluh lima menit. Pada tahap terakhir, apusan darah dikeringkan pada suhu kamar setelah dibersihkan di bawah air mengalir sambil dimiringkan.

Pengujian Efektivitas Antimalaria

Setiap kelompok mencit menerima suntikan 0,1 ml darah dari mencit donor yang terinfeksi *Plasmodium berghei*. Setelah pemberian jus pisang, persentase parasitemia dipantau dan dihitung selama enam hari untuk

menilai efikasi antimalaria. Pada hari keempat, pemberian jus pisang dihentikan, namun hingga hari keenam, persentase parasitemia dipantau dan dihitung. Jumlah jus pisang yang diberikan kepada mencit adalah 0,55 g, 0,65 g, dan 0,75 g setiap hari.

Pembuatan Larutan Stok Spermatozoa

Sampel sperma diambil pada hari ke-31 setelah mencit dibunuh sesuai dengan protokol. Sampel diambil dari epididimis tepat satu sentimeter di bawah kaput epididimis. Setelah dijepit, sampel diiris. Larutan stok, yang digunakan untuk mengukur jumlah dan bentuk spermatozoa, dibuat dengan memotong bagian tersebut dan mendorong sperma keluar sebelum menambahkan dua tetes NaCl 0,9% dan diaduk hingga homogen.

Pengamatan Morfologi dan Penghitungan Jumlah Spermatozoa

Sejauh ini belum ada metode baku dalam pengamatan sperma mencit. Umumnya pengamatan sperma mencit, mengadaptasi pedoman standar *Kruger Strict Criteria* (Check et al., 1992), dengan kriteria bentuk sperma normal, yakni memiliki kepala, bagian tengah, dan ekor. Untuk pengamatan morfologi dan penghitungan jumlah spermatozoa, dilakukan dengan cara sebagai berikut:

- Ruang hemositometer diisi dengan sepuluh mikroliter spermatozoa. Setelah dihitung dengan mikroskop pada perbesaran 400x, jumlah spermatozoa dalam sel A, B, C, D, dan E dibagi dengan faktor koreksi hemositometer. Jumlah total spermatozoa ditentukan dengan pembagian ini.
- Setelah itu, kaca objek ditutup dengan sperma yang telah diekstraksi dari kauda epididimis. Persentase spermatozoa normal dan abnormal dihitung dengan menghitung spermatozoa secara seragam pada lima bidang pandang di bawah mikroskop cahaya. Kepala berbentuk kail pancing dan ekor lurus yang panjang merupakan ciri-ciri spermatozoa tikus normal. Bentuk kepala spermatozoa abnormal pada tikus dapat berbentuk pisang, tidak beraturan (amorf), atau melengkung abnormal. Mereka juga dapat memiliki ekor yang tidak rata, tidak berekor sama sekali, atau hanya berekor tanpa kepala.

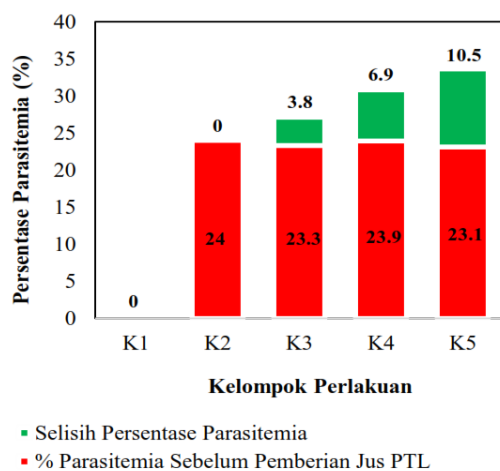
Analisis Data

Data hasil penelitian yang diperoleh, kemudian dinalisis dengan menggunakan *Analisis of Varian* (ANOVA) *oneway*, dan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian

Pemberian jus buah pisang Tongka Langit (*Musa troglodytarum*) pada mencit yang terinfeksi *Plasmodium berghei*, mampu menurunkan persentase parasitemia dan abnormalitas morfologi spermatozoa (Gambar 1).



Gambar 1. Diagram Penurunan Parasitemia

Persentase rata-rata parasitemia bervariasi sebesar 3,80% pada dosis 0,55 g/ekor/hari, 6,90% pada dosis 0,65 g/ekor/hari, dan 10,50% pada dosis 0,75 g/ekor/hari, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Hal ini menunjukkan bahwa proporsi rata-rata parasitemia semakin bervariasi seiring dengan peningkatan dosis. Selanjutnya, hasil data penurunan jumlah abnormalitas spermatozoa dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 2.

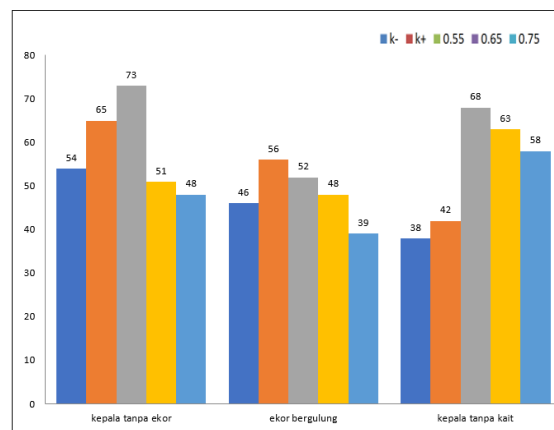
Tabel 1. Rata-rata Abnormalitas Spermatozoa Mencit terinfeksi *Plasmodium berghei* pasca Pemberian Jus Buah Pisang Tongka Langit

Jus Pisang Tongka Langit (gr/ekor/hari)	Abnormalitas Spermatozoa (μl) (Rata-rata ± SD)
K1 (-)	187.33 ± 4.50 ^a
K2 (+)	261.67 ± 5.03 ^b
K3 (0,55)	246.00 ± 5.00 ^c

K4 (0,65)	223.67 ± 4.04 ^d
K5 (0,75)	202.33 ± 6.10 ^e

Keterangan: Superskrip dengan huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0.05$)

Berdasarkan data pada Tabel 1, jumlah abnormalitas spermatozoa pada mencit yang terinfeksi *Plasmodium berghei* menurun seiring dengan peningkatan dosis sari pisang Tongka Langit. Hasil Analisis Varians (ANOVA) juga menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan nilai $p < 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian mencit yang terinfeksi *Plasmodium berghei* sari pisang Tongka Langit berdampak pada penurunan abnormalitas spermatozoa. Rata-rata penurunan abnormalitas spermatozoa pada mencit yang terinfeksi *Plasmodium berghei* pada kelompok kontrol dan kelompok yang diberikan sari pisang Tongka Langit (dosis 0,55 gram/ekor/hari, 0,65 gram/ekor/hari, dan 0,75 gram/ekor/hari) berbeda secara signifikan, berdasarkan hasil uji tambahan menggunakan uji beda nyata terkecil (BNT).



Gambar 2. Diagram Penurunan Abnormalitas Morfologi Spermatozoa Mencit

Selanjutnya, pada Gambar 1, juga menunjukkan bahwa adanya penurunan abnormalitas bentuk spermatozoa pasca pemberian jus pisang Tongka Langit. Kelompok dengan perlakuan pemberian jus buah pisang Tongka Langit dosis 0,75 gr/ekor/hari dinilai lebih efektif dibandingkan dosis lainnya karena menunjukkan adanya perbaikan terhadap bentuk spermatozoa, terutama pada bentuk spermatozoa ekor bergulung dan spermatozoa kepala tanpa ekor.

Pembahasan

Organ reproduksi manusia diketahui terdampak malaria. Sistem reproduksi pria terhambat oleh demam yang disebabkan oleh infeksi malaria, menurut berbagai penelitian. Paparan panas akibat demam malaria dapat menurunkan jumlah sperma dan mengganggu fungsi reproduksi. Dibandingkan dengan orang sehat, pria reproduktif yang terinfeksi Plasmodium berghei memiliki kadar kortisol yang jauh lebih tinggi dan kadar testosteron yang jauh lebih rendah. Umpan balik hipotalamus-hipofisis pada testis, yang mungkin terdampak oleh stres malaria, juga dapat dikaitkan dengan penurunan konsentrasi testosteron. Reproduksi pria terdampak negatif oleh pirogen yang dilepaskan dari inang (sel darah merah) selama siklus hidup parasit malaria. Misalnya, peningkatan suhu tubuh selama spermatogenesis mengganggu pematangan spermatozoa di epididimis (Raji *et al.*, 2005, 2006; Shiadeh *et al.*, 2016; Okiring *et al.*, 2022; Niangaly, 2022; Ibrahim *et al.*, 2023; Nwanna *et al.*, 2023).

Lebih lanjut, perkembangan masalah sistemik yang disebabkan oleh infeksi malaria secara signifikan dipengaruhi oleh produksi spesies oksigen reaktif (ROS), yang terkait dengan stres oksidatif. Salah satu penyebab paling signifikan dari abnormalitas spermatozoa umumnya dianggap sebagai stres oksidatif. Stres oksidatif ditandai oleh akumulasi kerusakan oksidatif pada komponen seluler (misalnya DNA, lipid, protein) yang dihasilkan dari oksidasi oleh radikal bebas. ROS dapat menyebabkan peningkatan apoptosis spermatozoa sehingga akan terjadi penurunan spermatozoa (Sitohang *et al.*, 2015).

Temuan penelitian menunjukkan bahwa pemberian jus pisang Tongka Langit (*Musa troglodytarum*) kepada tikus yang terinfeksi Plasmodium berghei dengan dosis efektif 0,75 g/ekor/hari dapat menurunkan parasitemia dan kelainan morfologi sperma. Namun, pada tikus yang terinfeksi Plasmodium berghei, tidak semua dosis berhasil memperbaiki seluruh kelainan morfologi sperma secara menyeluruh. Hal ini dapat disebabkan oleh pemberian jus pisang Tongka Langit dalam waktu singkat.

Kandungan karotenoid dalam jus pisang Tongka Langit, terutama β -karoten, kemungkinan besar berperan dalam penurunan

kelainan morfologi sperma pada tikus yang terinfeksi Plasmodium. Pisang Tongka Langit mengandung β -karoten, yang dapat mencegah pertumbuhan dan kerusakan Plasmodium berghei. Efek imunostimulasi senyawa karotenoid (β -karoten) dapat memicu mekanisme penghambatan dengan mengaktifkan sel limfosit T, merangsang produksi sitokin, dan merangsang proliferasi sel limfosit T. Hal ini meningkatkan kapasitas makrofag untuk membasmi Plasmodium, yang menginfeksi eritrosit.

Sitokin memiliki kemampuan untuk secara langsung menekan pembentukan merozoit dan merusak sel eritrosit yang terinfeksi Plasmodium, yang pada akhirnya dapat menurunkan derajat parasitemia sekaligus mengurangi keparahannya (Iswari *et al.*, 2015; Samson *et al.*, 2019). Agar aliran darah yang memasok oksigen dan nutrisi ke organ reproduksi laki-laki (testis) pulih dan aktivitas metabolisme sel kembali normal, penurunan tingkat parasitemia tidak diragukan lagi berkorelasi dengan berkurangnya hambatan mikrosirkulasi karena proses sitoadherensi dan sekuestisasi serta pembentukan roset oleh eritrosit yang terinfeksi Plasmodium (Samson *et al.*, 2019).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang telah diperoleh dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa pemberian jus buah Tongka Langit dapat berpengaruh terhadap penurunan jumlah abnormalitas morfologi spermatozoa mencit serta perbaikannya, terutama pada bentuk abnormalitas ekor bergulung dan kepala tanpa kait. Dosis yang dinilai efektif dalam penelitian ini, yakni dosis 0,75 gr/ekor/hari.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada seluruh pihak, termasuk laboratorium zoologi, Jurusan Biologi, FST Unpatti, yang telah turut mendukung terselesaikannya penelitian ini.

Referensi

Bria, Y. P., Yeh, C. H., & Bedingfield, S. (2021). Significant symptoms and nonsymptom-

- related factors for malaria diagnosis in endemic regions of Indonesia. *International Journal of Infectious Diseases*, 103, 194–200. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.11.177>
- Check, J. H., Adelson, H. G., Schubert, B. R., & Bollendorf, A. (1992). Evaluation of sperm morphology using Kruger's strict criteria. *Archives of Andrology*, 28(1), 15–17.
- Clagett-Dame, M., & Knutson, D. (2011). Vitamin A in reproduction and development. *Nutrients*, 3(4), 385–428.
- Dalvie, M. A., Myers, J. E., Thompson, M. Lou, Robins, T. G., Dyer, S., Riebow, J., Molekwa, J., Jeebhay, M., Millar, R., & Kruger, P. (2004). The long-term effects of DDT exposure on semen, fertility, and sexual function of malaria vector-control workers in Limpopo Province, South Africa. *Environmental Research*, 96(1), 1–8.
- Fitriany, J., & Sabiq, A. (2018). Malaria. In *Jurnal Averrous* (Vol. 4, Issue 2).
- Hastuty, H. S. B., & Setyowati, D. W. (2021). Distribusi Spasial Penderita Malaria di Distrik Sentani Timur Kabupaten Jayapura. *Sebatik*, 25(1), 68–73.
- Ibrahim, A. O., Agbesanwa, T. A., Aremu, S. K., Bello, I. S., Elegbede, O. T., Gabriel-Alayode, O. E., Ajetunmobi, O. A., Adewoye, K. R., Olanrewaju, T. M., & Ariyibi, E. K. (2023). Malaria infection and its association with socio-demographics, long lasting insecticide nets usage and hematological parameters among adolescent patients in rural Southwestern Nigeria. *PLoS One*, 18(7), e0287723.
- Istiyadzah, T. M., Ayu, E., Purnamasari, I., Lidya, Hayya, N., Bakri, A. H., & Rezky, A. (2026). Jurnal Mirai Management Epidemiologi Malaria di Indonesia Timur: Tinjauan Komprehensif Karakteristik Pasien dan Faktor Risiko (2020-2025). *Jurnal Mirai Management*, 11(1), 79–84.
- Iswari, R. S., Susanti, R., & Dafip, M. (2015). *Vitamin A induction in reactive oxygen intermediate and nitric oxide intermediate production against Plasmodium berghei*.
- Kementerian Kesehatan RI. (2024). *Profil Kesehatan Indonesia 2024*.
- Kumar, N., & Singh, A. K. (2022). Impact of environmental factors on human semen quality and male fertility: a narrative review. *Environmental Sciences Europe*, 34(1), 6.
- Liwan Armand Setiady. (2015). Diagnosis dan Penatalaksanaan Malaria Tanpa Komplikasi pada Anak. *Cermin Dunia Kedokteran*, 42(6), 425–429.
- Natalia, D. (2014). Peranan trombosit dalam patogenesis malaria. *Majalah Kedokteran Andalas*, 37(3), 219–225.
- Niangaly, H. (2022). Malaria impact on fertility: After seven years of control in Mali. *Journal de Gestion et d'économie de La Santé*, 1(1), 55–87.
- Nwanna, E. E., Inumisan, P. D., Olawuyi, T. S., & Oboh, G. (2023). Assessment of sperm quality in Plasmodium berghei NK65 infected mice treated with brimstone (Morinda lucida Benth) tree plant. *Scientific African*, 20, e01625.
- Okiring, J., Epstein, A., Namuganga, J. F., Kanya, E. V., Nabende, I., Nassali, M., Sserwanga, A., Gonahasa, S., Muwema, M., & Kiwuwa, S. M. (2022). Gender difference in the incidence of malaria diagnosed at public health facilities in Uganda. *Malaria Journal*, 21(1), 22.
- Paton, D. G., Probst, A. S., Ma, E., Adams, K. L., Shaw, W. R., Singh, N., Bopp, S., Volkman, S. K., Hien, D. F. S., & Paré, P. S. L. (2022). Using an antimalarial in mosquitoes overcomes Anopheles and Plasmodium resistance to malaria control strategies. *PLoS Pathogens*, 18(6), e1010609.
- Rahmadi, A., Ilyas, S. A., Rohmah, M., & Saragih, B. (2014). Desain Produk Suplemen Labu dan Minyak Sawit Merah untuk Pencegahan Kekurangan Vitamin A. *Indonesian Scholars Journal*.
- Raji, Y., Akinsomisoye, O. S., & Azeez, M. O. (2006). Impact of the malaria parasite on reproductive indices of male mice. *Reproductive Medicine and Biology*, 5(3), 201–209.
- Raji, Y., Osonuga, I. O., Akinsomisoye, O. S., Osonuga, O. A., & Mewoyeka, O. O. (2005). *Gonadotoxicity evaluation of oral artemisinin derivative in male rats*.
- Rumbiak, H. (2024). Karakteristik Penderita Malaria Di Kota Jayapura, Papua selama

-
- Januari-Desember 2021. *Journal of International Multidisciplinary Research*, 2(5), 39–44.
- Samson, E., Apituley, E. T., & Wakano, D. (2013). Analisa Lama Waktu Pemanasan Terhadap Stabilitas Pigmen Karotenoid Buah Pisang Tongka Langit (*Musa troglodytarum*) Ukuran Panjang. *Prosiding FMIPA Universitas Pattimura*, 81–87.
- Samson, E., Sopacua, M., & Eddy, L. (2019). Efek jus pisang tongka langit (*Musa troglodytarum*) terhadap ginjal mencit (*Mus musculus*) model malaria. *EKSAKTA: Journal of Sciences and Data Analysis*, 154–168.
- Shiadeh, N. M., Rostami, A., & Danesh, M. (2016). *The Effect of Malaria Infection, Treatment and Prevention on Infertility* (M. H. N. Esfahani (ed.)). Publication of Royan Institute, Iranian Academic Center for Education Culture and Research (ACECR).
<https://www.researchgate.net/publication/308397934>
- Sihombing Friska Apriani, Simatupang Mei Yati, & Kaban Sempakata. (2022). *Malaria Pada Ibu Hamil*.
- Siswanto, S., & Thamrin, S. A. (2020). Penentuan faktor-faktor potensial yang mempengaruhi kejadian malaria di Provinsi Papua dengan epidemiologi spasial. *Indonesian Journal of Statistics and Its Applications*, 4(3), 498–509.
- Sitohang, A. G., Wantouw, B., & de Queljoe, E. (2015). Perbedaan antara efek pemberian vitamin C dan Vitamin E terhadap kualitas spermatozoa tikus wistar (*Rattus norvegicus*) jantan setelah diberi paparan asap rokok. *EBiomedik*, 3(1).