

Paparan malaria maternal dan bayi berat lahir rendah: Studi kasus-kontrol di daerah endemik malaria Papua, Indonesia

Maternal malaria exposure and low birth weight: A case-control study in malaria-endemic Papua, Indonesia

Masrif^{1*}, I Rai Ngardita², Muhamad Sahiddin³, Mustika Pramestiyani⁴, Harlyanti Muthma'innah Mashar⁵, Itma Annah⁶

¹Jurusan Gizi, Politeknik Kesehatan Gorontalo, Gorontalo, Indonesia

²Jurusan Gizi, Politeknik Kesehatan Jayapura, Jayapura, Indonesia

³Jurusan Keperawatan, Politeknik Kesehatan Jayapura, Jayapura, Indonesia

⁴Jurusan Kebidanan, Politeknik Kesehatan Jayapura, Jayapura, Indonesia

⁵Jurusan Gizi, Politeknik Kesehatan Palangkaraya, Palangkaraya, Indonesia

⁶Jurusan Kebidanan Politeknik Kesehatan Palangkaraya, Palangkaraya, Indonesia

Abstrak

Article history

Received date: 16 April 2025

Revised date: 9 Juni 2025

Accepted date: 16 Juni 2025

*Corresponding author: Masrif,
Jurusan Gizi, Politeknik
Kesehatan Gorontalo,
Gorontalo, Indonesia;
masrif.bahrun@gmail.com

Malaria selama kehamilan merupakan salah satu faktor risiko utama terjadinya malnutrisi pada bayi. Hubungan malaria dan kejadian bayi berat lahir rendah (BBLR) di daerah endemik tinggi malaria seperti Papua perlu dikaji sebagai upaya mengatasi kedua masalah kesehatan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi hubungan antara paparan malaria selama kehamilan dan kejadian BBLR di Papua. Penelitian ini menggunakan desain *case-control* yang dilakukan tahun 2024 di Papua pada 21 puskesmas. Sampel penelitian berjumlah 288 responden, terdiri dari 96 kasus (BBLR) dan 192 kontrol (bayi dengan berat lahir normal) dipilih dengan simple random sampling. Pengumpulan data dilakukan dengan pemeriksaan rekam medis dan wawancara terstruktur menggunakan kuesioner. Analisis data dilakukan menggunakan uji *chi-square* dan regresi logistik untuk analisis multivariat. Hasil penelitian jenis plasmodium yang paling banyak ditemukan adalah *Plasmodium vivax* (malaria tertiana) (45,9%) dan diikuti oleh *Plasmodium falciparum* (malaria tropika) (41,0%). Selama kehamilan paparan malaria paling banyak terjadi pada trimester kedua (39,3%). Kejadian malaria selama kehamilan (aOR= 2,09; CI 95%: 1,14–3,84) dan tidak menggunakan kelambu anti nyamuk pada masa kehamilan (aOR= 1,83; CI 95%: 1,09–3,08) merupakan faktor risiko BBLR. Selain itu, karakteristik usia ibu yang berada pada kategori berisiko juga menunjukkan hubungan signifikan dengan kejadian BBLR (aOR= 2,18; CI 95%: 1,24–3,86). Paparan malaria selama kehamilan dan usia ibu yang berisiko merupakan faktor yang memengaruhi kejadian BBLR di Papua. Intervensi kesehatan masyarakat yang terfokus pada pencegahan malaria, seperti penggunaan kelambu berinsektisida, dan pengobatan antimalaria yang aman untuk mengurangi risiko BBLR di wilayah endemik tinggi malaria.

Kata Kunci: Malaria maternal, infeksi plasmodium, Papua

Abstract

Malaria during pregnancy is one of the primary risk factors for infant malnutrition. The association between malaria and LBW incidence in high malaria-endemic regions such as Papua needs further examination to address these two health issues. This study aims to evaluate the relationship between malaria exposure during pregnancy and LBW incidence in Papua. The study used a case-control design conducted in 2024 across 21 community health centers (puskesmas) in Papua. The sample consisted of 288 respondents, including 96 cases (LBW) and 192 controls (infants with normal birth weight), selected through simple random sampling. Data were collected through medical record reviews and structured interviews using questionnaires. Data analysis was performed using chi-square tests and multivariate logistic regression. The results showed that the most frequently identified Plasmodium species were Plasmodium vivax (tertian malaria) (45.9%), followed by Plasmodium falciparum (tropical malaria) (41.0%). Malaria exposure during pregnancy most commonly occurred in the second trimester (39.3%). Malaria during pregnancy (adjusted OR = 2.09; 95% CI: 1.14–3.84) and non-use of insecticide-treated bed nets during pregnancy (adjusted OR = 1.83; 95% CI: 1.09–3.08) were identified as risk factors for LBW. Additionally, maternal age in the high-risk category was significantly associated with LBW incidence (adjusted OR = 2.18; 95% CI: 1.24–3.86). Malaria exposure during pregnancy and high-risk maternal age were factors influencing LBW incidence in Papua. Public health interventions focused on malaria prevention, such as the use of insecticide-treated bed nets and safe



Copyright: © 2025 by the authors.
This is an open access article
distributed under the terms and
conditions of the CC BY-SA. 4.0.

antimalarial treatment, are essential to reduce LBW risk in high malaria-endemic regions.

Keywords: Maternal malaria, plasmodium infection, Papua

PENDAHULUAN

Malaria tetap menjadi salah satu tantangan kesehatan global yang signifikan, terutama di negara-negara berkembang. Pada tahun 2023, Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) melaporkan bahwa malaria terjadi di 85 negara, dengan total 249 juta kasus dan menyebabkan 608.000 kematian (WHO, 2023). Sebagian besar kasus ini terjadi di wilayah tropis dan subtropis, termasuk Indonesia (Kogan & Kogan, 2020). Papua yang terletak di wilayah timur Indonesia dengan temperature dan curah hujan tinggi memiliki tingkat endemisitas malaria tertinggi, dengan angka *annual parasite incidence* (API) sebesar 156,59 pada tahun 2023, jauh di atas rata-rata nasional (API 1,5).

Tingginya beban malaria memiliki dampak signifikan terhadap kesehatan ibu dan anak, terutama dalam kaitannya dengan kejadian malnutrisi (Ampofo et al., 2022; Bakken & Iversen, 2021; Garrison et al., 2022; Sahiddin et al., 2024). Beberapa penelitian dalam 5 tahun terakhir masih terus mengaitkan kejadian malaria pada masa kehamilan dengan kejadian BBLR (Bater et al., 2020; Lingani et al., 2022; Thompson et al., 2020). Misalnya, penelitian cohort di Uganda yang dilakukan oleh Bater et al. (2020) menemukan bahwa ibu hamil yang memiliki hasil positif malaria memiliki risiko 2.06 kali untuk melahirkan anak dengan status BBLR. BBLR adalah salah satu indikator penting kesehatan bayi, yang didefinisikan sebagai berat badan kurang dari 2.500 gram saat lahir (WHO, 2024).

Bayi dengan BBLR memiliki risiko lebih tinggi untuk meninggal pada bulan pertama kehidupan mereka, dan bagi yang bertahan hidup, menghadapi risiko jangka panjang seperti stunting, gangguan perkembangan kognitif, serta peningkatan kerentanan terhadap penyakit tidak menular (*non-communicable diseases*- NCDs) di masa dewasa (Krasevec et al., 2022; WHO, 2024). Secara global, prevalensi BBLR dilaporkan sebesar 14,7% dari total kelahiran pada tahun 2020 (UNICEF, 2023). Di Indonesia, prevalensi BBLR meningkat dari 2,5% pada tahun 2022 menjadi 3,9% pada tahun 2023. Di Papua, prevalensi ini bahkan lebih tinggi, mencapai 6,1%, menandakan beban ganda masalah kesehatan ibu dan anak di wilayah tersebut (Kemenkes RI, 2024). Jumlah kasus malaria pada ibu hamil di Papua pada tahun 2023 mencapai 3.205 kasus.

Infeksi malaria selama kehamilan diketahui meningkatkan risiko BBLR melalui mekanisme biomedis yang kompleks. Malaria plasenta, yang disebabkan oleh infeksi *Plasmodium falciparum*, menyebabkan inflamasi dan gangguan fungsi plasenta, termasuk penghambatan transportasi nutrisi dan oksigen ke janin (Chua et al., 2021). Proses ini sering kali mengarah pada pertumbuhan janin terhambat (*intrauterine growth restriction*- IUGR), yang menjadi penyebab utama BBLR (Chua et al., 2021; Oranuka et al., 2024). Selain itu, respons inflamasi yang dihasilkan dari infeksi malaria meningkatkan produksi sitokin proinflamasi, seperti tumor *necrosis factor-alpha* (TNF- α), yang memperparah gangguan mikrosirkulasi plasenta (Bakken & Iversen, 2021). Di sisi lain, faktor sosiodemografi seperti usia ibu, pendidikan, pekerjaan, dan pendapatan keluarga juga dapat memengaruhi risiko BBLR, meskipun signifikansinya bervariasi tergantung pada konteks wilayah (Hidalgo-Lopezosa et al., 2019). Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi hubungan antara paparan malaria selama kehamilan dengan kejadian BBLR di Papua.

METODE

Desain

Penelitian ini menggunakan desain *case-control* yang dilakukan di tiga wilayah malaria endemik tinggi di Papua, yaitu Kota Jayapura, Kabupaten Jayapura, dan Kabupaten Keerom. Data dikumpulkan dari 21 puskesmas yang tersebar di wilayah tersebut pada Februari – Oktober 2024. Penelitian ini membandingkan kelompok bayi yang tidak mengalami BBLR (kasus) dan tidak mengalami BBLR (kontrol) berdasarkan kejadian malaria pada masa kehamilan ibu. Periode pengumpulan data bayi berdasarkan bayi yang lahir antara Januari hingga Desember 2023 untuk memastikan relevansi dan kelengkapan data.

Sampling

Penentuan jumlah sampel dilakukan menggunakan rumus Lemeshow et al. (1990), dengan odds rasio (OR) sebesar 2.06 (Bater et al., 2020), tingkat kepercayaan 95% dan kekuatan uji 80% (0.84). Berdasarkan perhitungan sampel, jumlah total sampel adalah 288 responden, yang terdiri dari 96 kasus dan 192 kontrol, dengan rasio kasus dan kontrol 1:2. Sampel penelitian dipilih menggunakan teknik simple random sampling dengan menggunakan sampling frame dari data rekam medis di fasilitas kesehatan dan aplikasi E-PPGBM (Elektronik Pencatatan dan Pelaporan Gizi Berbasis Masyarakat). Kelompok kasus terdiri dari ibu dengan bayi yang lahir dengan berat badan kurang dari 2500 gram (BBLR), sedangkan kelompok kontrol adalah ibu dengan bayi yang lahir dengan berat badan 2500 gram atau lebih. Kriteria inklusi adalah ibu dengan data kehamilan yang lengkap dan informasi berat badan bayi lahir, serta yang tinggal di wilayah penelitian selama masa kehamilan. Ibu dengan komplikasi lain yang dapat memengaruhi berat badan bayi, seperti preeklampsia atau diabetes gestasional, dikecualikan dari penelitian ini.

Variabel

Outcome utama penelitian adalah kejadian BBLR. Variabel paparan utama adalah paparan malaria selama kehamilan, yang meliputi jumlah episode malaria, jenis plasmodium yang menginfeksi, dan trimester paparan. Selain itu, variabel kebiasaan menggunakan kelambu anti nyamuk juga dianalisis sebagai faktor yang berhubungan dengan kejadian BBLR. Variabel karakteristik meliputi jenis kelamin bayi, pendidikan ibu (tidak sekolah atau pendidikan dasar dibandingkan pendidikan menengah atau tinggi), suku ibu (Papua dan non-Papua), umur ibu ketika hamil bayi (kurang dari 20 tahun atau lebih dari 35 tahun dibandingkan usia 20–35 tahun), pekerjaan ibu (bekerja atau tidak bekerja), dan pendapatan keluarga (di bawah UMR atau setara dengan atau di atas UMR) (Felle & Sahiddin, 2024).

Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan pemeriksaan *medical record* dan wawancara terstruktur pada ibu. Informasi mengenai berat badan lahir rendah (BBLR) diperoleh dari rekam medis di fasilitas kesehatan seperti puskesmas dan rumah sakit, tempat ibu melahirkan. Data ini mencatat berat badan bayi saat lahir menggunakan alat timbang bayi yang terkalibrasi dengan baik. Riwayat malaria selama kehamilan, termasuk jumlah episode, jenis plasmodium, dan trimester paparan, juga diambil dari rekam medis yang mendokumentasikan hasil laboratorium atau catatan pengobatan malaria. Apabila terdapat informasi yang tidak tersedia dalam rekam medis, wawancara terstruktur dilakukan dengan ibu untuk melengkapi data tersebut. Kebiasaan menggunakan kelambu anti nyamuk dicatat berdasarkan pengakuan ibu dalam penggunaan kelambu saat tidur pada malam hari selama masa kehamilan yang dikonfirmasi dengan pengecekan ketersediaan kelambu. Kebiasaan menggunakan kelambu dikategorikan sebagai menggunakan dan tidak menggunakan.

Informasi karakteristik ibu, seperti umur, pendidikan, pekerjaan, dan pendapatan keluarga, dikumpulkan melalui wawancara langsung. Umur ibu didefinisikan sebagai umur ibu ketika hamil bayi yang menjadi kelompok sampel yang dikelompokkan menjadi kategori berisiko (<20 tahun atau >35 tahun) dan tidak berisiko (20–35 tahun) (Simanjuntak & Nainggolan, 2023). Tingkat pendidikan ibu diklasifikasikan sebagai pendidikan rendah (tidak sekolah atau pendidikan dasar) dan pendidikan menengah hingga pendidikan tinggi (Sekolah Menengah Pertama, Sekolah Menengah Atas dan Perguruan Tinggi). Status pekerjaan ibu dikategorikan sebagai bekerja jika memiliki pekerjaan dengan penghasilan, dan tidak bekerja jika tidak memiliki pekerjaan dengan penghasilan. Pendapatan keluarga dikategorikan berdasarkan upah minimum regional (UMR) Provinsi Papua (Rp 4.024.270,-) yang diperoleh dari wawancara dengan ibu yang dibagi menjadi dua kategori, yaitu di bawah upah minimum regional (UMR) dan \geq UMR. Jenis kelamin bayi didokumentasikan berdasarkan informasi yang tercatat dalam rekam medis.

Semua data dikumpulkan oleh enumerator yang telah mendapatkan pelatihan intensif untuk memastikan pengumpulan data dilakukan secara konsisten dan sesuai prosedur standar. Untuk ibu yang tidak dapat hadir di posyandu atau fasilitas kesehatan saat pengumpulan data, maka dilakukan kunjungan rumah.

Bias

Penelitian ini dilakukan beberapa upaya untuk meminimalisir potensi bias pengumpulan dan analisis data. Bias seleksi diminimalkan dengan menggunakan teknik simple random sampling dan penerapan kriteria inklusi serta eksklusi yang ketat. Bias informasi dikurangi dengan menggunakan rekam medis sebagai sumber utama data, sementara wawancara digunakan hanya untuk melengkapi informasi yang tidak tersedia. Bias *recall* diminimalkan melalui wawancara terstruktur dengan pertanyaan yang spesifik dan berdasarkan data rekam medis. Bias observasi diatasi dengan melibatkan enumerator yang telah terlatih untuk mengumpulkan data secara objektif. Untuk mengatasi bias perancu, analisis multivariat menggunakan regresi logistik dilakukan dengan menyesuaikan variabel seperti jenis kelamin anak, umur ibu, pendidikan ibu, pekerjaan ibu dan pendapatan keluarga.

Analisa data

Analisis data dilakukan untuk mengevaluasi hubungan antara paparan malaria selama kehamilan dan kejadian berat badan lahir rendah (BBLR) pada bayi, dengan mempertimbangkan karakteristik sosiodemografi ibu sebagai faktor perancu. Data dianalisis menggunakan perangkat lunak SPSS versi 20 (SPSS Inc., Chicago, USA). Analisis menggunakan uji Chi-square untuk mengevaluasi hubungan kejadian malaria pada masa kehamilan, kebiasaan menggunakan kelambu dan karakteristik ibu dengan kejadian BBLR. Odds ratio (OR) dan interval kepercayaan 95% (95% CI) dihitung untuk menentukan kekuatan hubungan dan risiko relatif dari setiap faktor terhadap kejadian BBLR.

Variabel potensi perancu dikendalikan dengan analisis multivariat menggunakan model regresi logistik. Variabel-variabel yang memiliki nilai $p \leq 0,25$ pada analisis bivariat serta variabel yang relevan secara klinis dimasukkan ke dalam model regresi. Analisis ini meliputi variabel seperti paparan malaria selama kehamilan, kebiasaan menggunakan kelambu, usia ibu, pendidikan ibu, pekerjaan ibu, dan pendapatan keluarga. Hasil regresi logistik dilaporkan dalam bentuk *adjusted* OR (aOR) dengan interval kepercayaan 95%.

Etika Penelitian

Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan dari Komite Etik Penelitian Kesehatan Poltekkes Kemenkes Jayapura dengan nomor 031/KEPK-J/V/2024. Penelitian dilaksanakan sesuai dengan tujuh standar etika penelitian yang ditetapkan oleh WHO 2011, yaitu nilai sosial, nilai ilmiah, penimbangan risiko dan manfaat, proses

persetujuan setelah penjelasan, perlindungan kerahasiaan dan privasi, serta kewaspadaan terhadap eksploitasi. Seluruh responden diberikan penjelasan lengkap mengenai tujuan, prosedur, manfaat, dan potensi risiko penelitian sebelum menyatakan persetujuan tertulis untuk berpartisipasi. Kerahasiaan data responden dijaga dengan ketat, dan hanya peneliti yang berwenang memiliki akses terhadap data tersebut.

HASIL

Tabel 1. Karakteristik bayi dan ibu (n= 288)

Karakteristik	n	%
Jenis kelamin bayi		
Laki-laki	148	51,4
Perempuan	140	48,6
Umur ibu		
Berrisiko	76	26,4
Tidak berrisiko	212	73,6
Pendidikan ibu		
Tidak sekolah dan pendidikan dasar	22	7,6
Pendidikan menengah dan pendidikan tinggi	266	92,4
Suku ibu		
Bukan Papua	120	41,7
Papua	168	58,3
Pekerjaan ibu		
Bekerja	50	17,4
Tidak bekerja	238	82,6
Pendapatan keluarga		
<UMR	235	81,6
≥UMR	53	18,4

Penelitian ini melibatkan 288 ibu bayi, seperti yang ditunjukkan pada tabel 1. Lebih dari setengah bayi berjenis kelamin laki – laki (51,4%). Berdasarkan kelompok umur, sebagian besar ibu berada dalam kelompok tidak berrisiko ketika hamil bayi yang menjadi kelompok sampel (73,6%). Sebagian besar ibu berpendidikan menengah dan pendidikan tinggi (92,4%). Sebanyak 58,3% ibu merupakan suku Papua. Sekitar 82,6% ibu tidak bekerja dan 81,6% memiliki pendapatan di bawah upah minimum Provinsi Papua.

Tabel 2. Paparan malaria pada ibu hamil (n= 60)

Paparan Malaria	n	%
Jumlah kali menderita malaria	Max: 5 Min: 1	Mean: 1,3 SD: 0,64
Jenis plasmodium		
Malaria tertiana	28	45,9
Malaria tropika	25	41,0
Malaria malariae	4	6,6
Mix	4	6,6
Umur kehamilan		
Trimester 1	15	24,6
Trimester 2	24	39,3
Trimester 3	22	36,1
Kebiasaan menggunakan kelambu anti nyamuk		
Ya	162	56,3
Tidak	126	43,8

Tabel 2 menunjukkan dari 60 ibu hamil yang terpapar malaria, rata-rata jumlah kali menderita malaria adalah 1,3 kali, dengan jumlah maksimum lima kali dan minimum satu kali selama kehamilan. Jenis plasmodium yang paling banyak ditemukan adalah *Plasmodium vivax* (malaria tertiana) (45,9%) dan diikuti oleh *Plasmodium falciparum* (malaria tropika) (41,0%). Paparan malaria selama kehamilan paling banyak terjadi pada trimester kedua (39,3%), dan trimester ketiga (36,1%). Selain itu, hanya 56,3% memiliki kebiasaan menggunakan kelambu anti nyamuk selama kehamilan.

Tabel 3 menunjukkan pada analisis *unadjusted*, malaria pada masa (OR= 2,05; CI 95%: 1,15–3,68), kebiasaan menggunakan kelambu anti nyamuk (OR: 1,76; 95%CI: 1,07–2,90) dan umur ibu (OR: 2,11; 95%CI: 1,23–3,62) merupakan faktor risiko kejadian BBLR. Begitu juga dengan hasil analisis *adjusted* dengan regresi

logistik, malaria pada masa kehamilan (aOR: 2,09; 95%CI: 1,06–2,87), kebiasaan menggunakan kelambu anti nyamuk (aOR = 1,83; CI 95%: 1,09–3,08) dan umur ibu (aOR = 2,25; CI 95%: 1,27–4,00) masih tetap menjadi faktor risiko kejadian BBLR (Tabel 3). Ibu yang mengalami malaria pada masa kehamilan memiliki risiko 2,09 kali lebih tinggi untuk melahirkan bayi dengan status BBLR dibandingkan dengan ibu yang tidak mengalami malaria. Begitu juga dengan ibu yang tidak memiliki kebiasaan menggunakan kelambu ketika hamil memiliki risiko 1,83 lebih tinggi melahirkan bayi dengan status BBLR dibandingkan dengan ibu hamil yang menggunakan kelambu.

Tabel 3. Faktor sosiodemografi dan pengaruh paparan malaria maternal terhadap BBLR

Karakteristik dan paparan malaria	BBLR n (96) (%)	Tidak BBLR n (192) (%)	Nilai p	OR <i>crude</i> CI 95%	Nilai p	OR <i>adjusted</i> CI 95%
Jenis Kelamin						
Laki-laki	48 (32,4)	100 (67,6)	0,835	0,92 (0,56 – 1,50)	0,481	0,82 (0,49 – 1,39)
Perempuan	48 (34,3)	92 (65,7)				Ref.
Pendidikan ibu						
Tidak sekolah dan pendidikan dasar	11 (50,0)	11 (50,0)	0,136	2,12 (0,88 – 5,10)	0,290	1,65 (0,65 – 4,22)
Pendidikan menengah dan pendidikan tinggi	85 (32,0)	181 (68,0)				Ref.
Suku ibu						
Bukan Papua	45 (37,5)	117 (69,6)	0,485	1,37 (0,83 – 2,25)	0,376	1,26 (0,74 – 2,14)
Papua	51 (30,4)	75 (62,5)				Ref.
Umur ibu						
Berrisiko	35 (46,1)	41 (53,9)	0,009*	2,11 (1,23 – 3,627)	0,006*	2,25 (1,27 – 4,00)
Tidak berrisiko	61 (28,8)	151 (71,2)				Ref.
Pekerjaan Ibu						
Bekerja	12 (24,0)	38 (76,0)	0,169	0,57 (0,28 – 1,16)	0,113	0,53 (2,42 – 1,16)
Tidak bekerja	84 (35,3)	154 (64,7)				Ref.
Pendapatan keluarga						
<UMR	81 (34,5)	154 (65,5)	0,485	1,33 (0,69 – 2,56)	0,714	1,14 (0,55 – 2,39)
≥UMR	15 (28,3)	38 (71,7)				Ref.
Kebiasaan menggunakan kelambu anti nyamuk						
Tidak	51 (40,5)	75 (59,5)	0,032*	1,76 (1,07 – 2,90)	0,022*	1,83 (1,09 – 3,08)
Ya	45 (27,8)	117 (72,2)				Ref.
Paparan malaria						
Ya	28 (46,7)	32 (53,3)	0,021*	2,05 (1,15 – 3,68)	0,017*	2,09 (1,14 – 3,84)
Tidak	68 (29,8)	160 (70,2)				Ref.

* Signifikan $p < 0,05$

PEMBAHASAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa paparan malaria selama kehamilan secara signifikan meningkatkan risiko berat badan lahir rendah (BBLR) pada bayi di wilayah endemik tinggi malaria seperti Papua, dengan ibu yang terpapar malaria memiliki risiko 2,09 kali lebih besar melahirkan bayi dengan BBLR dibandingkan ibu yang tidak terpapar malaria. Studi meta analysis menguatkan temuan ini bahwa infeksi malaria pada ibu hamil meningkatkan risiko terjadinya BBLR (Anggara et al., 2020; Thompson et al., 2020). Sebagian besar paparan malaria selama kehamilan dalam penelitian ini terjadi pada trimester kedua, periode yang dianggap kritis untuk pertumbuhan janin. Malaria pada trimester ini dapat menyebabkan insufisiensi plasenta, yang secara langsung memengaruhi transfer nutrisi dan oksigen ke janin. Malaria selama kehamilan dapat memengaruhi berat lahir melalui mekanisme biomedis, terutama malaria plasenta. Infeksi *Plasmodium falciparum* dan *Plasmodium vivax* menyebabkan penumpukan eritrosit yang terinfeksi di ruang intervilos plasenta, yang memicu respons inflamasi lokal. Proses ini menghasilkan sitokin proinflamasi seperti tumor *necrosis factor-alpha* (TNF- α) dan *CXC ligand 9* (CXCL9), yang menyebabkan gangguan fungsi plasenta dan menurunkan transportasi nutrisi dan oksigen ke janin, sehingga meningkatkan risiko pertumbuhan janin terhambat (Chua et al., 2021; López-Guzmán et al., 2024).

Selain itu, *Plasmodium vivax* yang menjadi jenis plasmodium dominan dalam penelitian ini, sering dikaitkan dengan anemia maternal yang signifikan. Anemia ini menurunkan kapasitas transportasi oksigen dalam darah ibu, yang merupakan salah satu faktor risiko utama BBLR (Bakken & Iversen, 2021). Sementara itu, *Plasmodium falciparum* yang merupakan penyebab malaria plasenta memiliki dampak yang lebih berat terhadap fungsi plasenta dibandingkan *Plasmodium vivax* (Oranuka et al., 2024).

Usia ibu juga ditemukan berhubungan signifikan dengan kejadian BBLR. Ibu dalam kategori berisiko (<20 tahun atau >35 tahun) memiliki risiko 2,25 kali lebih tinggi melahirkan bayi dengan BBLR dibandingkan ibu dengan usia tidak berisiko. Pada ibu muda, organ reproduksi mungkin belum sepenuhnya matang untuk mendukung kehamilan yang sehat, sedangkan pada ibu dengan usia lanjut, risiko komplikasi seperti preeklampsia, insufisiensi plasenta, dan gangguan mikrosirkulasi lebih tinggi (Chua et al., 2021).

Kebiasaan menggunakan kelambu anti nyamuk ditemukan sebagai faktor protektif dalam penelitian ini. Ibu yang tidak menggunakan kelambu memiliki risiko 1,83 kali lebih besar melahirkan bayi dengan BBLR dibandingkan ibu yang menggunakan kelambu. Penggunaan kelambu berinsektisida telah lama diakui sebagai salah satu strategi paling efektif untuk mencegah penularan malaria, terutama di wilayah endemik tinggi seperti Papua (Biteghe-Bi-Essone et al., 2022). Namun, tingkat penggunaan kelambu dalam penelitian ini masih relatif rendah (56,3%), menunjukkan perlunya edukasi masyarakat yang lebih intensif untuk meningkatkan kebiasaan ini.

Hasil penelitian ini mendorong pentingnya pendekatan komprehensif untuk mengurangi risiko BBLR, terutama di wilayah endemik tinggi malaria. Langkah-langkah seperti peningkatan akses terhadap terapi antimalaria yang aman, distribusi kelambu berinsektisida, dan pemeriksaan antenatal rutin untuk mendeteksi anemia dan malaria plasenta perlu diprioritaskan (Bakken & Iversen, 2021). Selain itu, edukasi masyarakat tentang pentingnya perencanaan kehamilan pada usia reproduktif yang ideal dapat membantu mengurangi risiko komplikasi kehamilan.

IMPLIKASI DAN KETERBATASAN

Hasil studi memperkuat perlunya integrasi skrining malaria rutin dalam pelayanan antenatal di daerah endemik seperti Papua. Perawat dan bidan memegang peran kunci dalam mendeteksi dini infeksi malaria pada ibu hamil, terutama pada trimester kedua yang terbukti paling rentan. Penggunaan kelambu berinsektisida harus menjadi intervensi prioritas yang didukung dengan edukasi intensif kepada masyarakat. Temuan tentang risiko BBLR pada ibu dengan usia ekstrem (<20 atau >35 tahun) menegaskan pentingnya konseling pra-nikah dan perencanaan kehamilan. Pada tingkat kebijakan, penelitian ini mendorong penguatan program pencegahan malaria berbasis bukti yang melibatkan kolaborasi multidisiplin antara tenaga kesehatan, peneliti, dan pembuat kebijakan.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu dipertimbangkan. Desain studi kasus-kontrol tidak dapat membuktikan hubungan kausal antara paparan malaria dan BBLR. Cakupan penelitian yang terbatas di 21 puskesmas di Papua mungkin tidak mewakili kondisi seluruh wilayah endemik malaria di Indonesia. Data yang bergantung pada rekam medis dan wawancara berpotensi mengandung bias, seperti ketidaklengkapan catatan medis atau recall bias dalam pelaporan penggunaan kelambu. Faktor-faktor perancu potensial seperti status gizi ibu dan infeksi ko-eksisting tidak dikontrol dalam analisis. Keterbatasan ini membuka peluang untuk penelitian lanjutan dengan desain kohort prospektif dan cakupan wilayah yang lebih luas guna memperkuat temuan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa paparan malaria selama kehamilan secara signifikan meningkatkan risiko berat badan lahir rendah (BBLR) pada bayi di wilayah endemik tinggi malaria, seperti Papua, dengan risiko 2,09 kali lebih besar dibandingkan ibu yang tidak terpapar malaria. Kebiasaan tidak menggunakan kelambu anti nyamuk juga berhubungan signifikan dengan kejadian BBLR, begitu pula usia ibu yang berada pada kategori berisiko (<20 tahun atau >35 tahun). Penelitian selanjutnya perlu dilakukan studi longitudinal untuk memantau perkembangan jangka panjang bayi dengan BBLR akibat paparan malaria serta menguji efektivitas kombinasi intervensi (pencegahan malaria dan suplementasi gizi) melalui uji klinis terkontrol.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Dinas Kesehatan Kota Jayapura, Dinas Kesehatan Kabupaten Jayapura dan Dinas Kesehatan Kabupaten yang telah memberikan izin dan memfasilitasi pelaksanaan penelitian ini.

REFERENSI

- Ampofo, G. D., Osarfo, J., Aberese-Ako, M., Asem, L., Komey, M. N., Mohammed, W., . . . Tagbor, H. (2022). Malaria in pregnancy control and pregnancy outcomes: a decade's overview using Ghana's DHIMS II data. *Malar J*, 21(1), 303.
- Anggara, F. Y., Rahardjo, S. S., & Murti, B. (2020). Meta-analysis: the effect of malaria infection on the incidence of low birth weight. *Journal of Maternal and Child Health*, 5(5), 549-562.
- Bakken, L., & Iversen, P. O. (2021). The impact of malaria during pregnancy on low birth weight in East-Africa: a topical review. 20(1), 348. <https://doi.org/10.1186/s12936-021-03883-z>
- Bater, J., Lauer, J. M., Ghosh, S., Webb, P., Agaba, E., Bashaasha, B., . . . Duggan, C. P. (2020). Predictors of low birth weight and preterm birth in rural Uganda: Findings from a birth cohort study. *PLoS one*, 15(7), e0235626.
- Biteghe-Bi-Essone, J. C., Imboumy-Limoukou, R. K., Ekogha-Ovono, J. J., Maghendji-Nzondo, S., Sir-Ondo-Enguier, P. N., Oyegue, L. S., & Lekana-Douki, J. B. (2022). Intermittent preventive treatment and malaria

- amongst pregnant women who give birth at the Centre Hospitalier Régional Paul Moukambi de Koula-Moutou in southeastern Gabon. *Malar J*, 21(1), 315.
- Chua, C. L., Hasang, W., Rogerson, S. J., & Teo, A. (2021). Poor birth outcomes in malaria in pregnancy: recent insights into mechanisms and prevention approaches. *Frontiers in immunology*, 12, 621382.
- Felle, Z., & Sahiddin, M. (2024). Unraveling Potential Confounding Variables in the Association Between Maternal Malaria and Child Stunting in Papua: A Case-Control Study with Mantel-Haenszel Analysis. *Public Health of Indonesia*, 10(1), 33-42.
- Garrison, A., Boivin, M. J., Fiévet, N., Zoumenou, R., Alao, J. M., Massougboji, A., . . . Bodeau-Livinec, F. (2022). The effects of malaria in pregnancy on neurocognitive development in children at 1 and 6 years of age in Benin: a prospective mother-child cohort. *Clinical Infectious Diseases*, 74(5), 766-775.
- Hidalgo-Lopezosa, P., Jiménez-Ruz, A., Carmona-Torres, J., Hidalgo-Maestre, M., Rodríguez-Borrego, M., & López-Soto, P. (2019). Sociodemographic factors associated with preterm birth and low birth weight: A cross-sectional study. *Women and Birth*, 32(6), e538-e543.
- Kemenkes RI. (2022). *Profil Kesehatan Indonesia tahun 2021*. Kementerian Kesehatan RI
- Kemenkes RI. (2024). *Profil Kesehatan Indonesia tahun 2023*. Kementerian Kesehatan RI
- Kogan, F., & Kogan, F. (2020). Malaria burden. *Remote Sensing for Malaria: Monitoring and Predicting Malaria from Operational Satellites*, 15-41.
- Krasevec, J., Blencowe, H., Coffey, C., Okwaraji, Y. B., & Estevez, D. (2022). Study protocol for UNICEF and WHO estimates of global, regional, and national low birthweight prevalence for 2000 to 2020. 6, 80. <https://doi.org/10.12688/gatesopenres.13666.1>
- Lemeshow, S., Jr, D. W. H., Klar, J., & Lwanga, S. K. (1990). *Adequacy of Sample Size in Health Studies*. John Wiley & Sons Ltd.
- Lingani, M., Zango, S. H., Valéa, I., Somé, G., Sanou, M., Samadoulougou, S. O., . . . Dramaix, M. (2022). Low birth weight and its associated risk factors in a rural health district of Burkina Faso: a cross sectional study. *BMC pregnancy and childbirth*, 22(1), 228.
- López-Guzmán, C., García, A. M., Ramirez, J. D., Aliaga, T. T., Fernández-Moya, A., Kemmerling, U., & Vásquez, A. M. (2024). Plasmodium falciparum alters the trophoblastic barrier and stroma villi organization of human placental villi explants. *Malar J*, 23(1), 130. <https://doi.org/10.1186/s12936-024-04960-9>
- Ng'etich, A. K., Voyi, K., & Mutero, C. M. (2021). Assessment of surveillance core and support functions regarding neglected tropical diseases in Kenya. *BMC Public Health*, 21(1), 1-27. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/s12889-021-10185-1>.
- Oranuka, K. R., Chama, C., Adogu, I. O., Okafor, C. G., Eleje, G. U., Ugwu, E. O., . . . Eke, A. C. (2024). Placental Malaria and Its Relationship with Neonatal Birth Weight among Primigravidae: An Analytical Cross-sectional Study. *Exploratory Research and Hypothesis in Medicine*, 9(3), 181-191. <https://doi.org/10.14218/ERHM.2023.00015>
- Sahiddin, M., Ishak, H., Arsin, A. A., & Pramestiyani, M. (2024). Impact of early-life malaria exposure on childhood stunting: A case-control study in high endemic malaria area, Papua, Indonesia. *Narra J*, 4(3), e1451-e1451.
- Simanjuntak, R. R., & Nainggolan, O. (2023). Maternal Age at Birth and Low Birth Weight (Lbw) in Indonesia (Analysis Of Riskesdas 2018). *GIZI INDONESIA*, 46(1), 1-10.
- Thompson, J. M., Eick, S. M., Dailey, C., Dale, A. P., Mehta, M., Nair, A., . . . Welton, M. (2020). Relationship between pregnancy-associated malaria and adverse pregnancy outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Journal of tropical pediatrics*, 66(3), 327-338.
- UNICEF. (2023). *Low birthweight*. U. N. C. s.
- WHO. (2023). *World malaria report 2023*. World Health Organization.
- WHO. (2024). *Low birth weight*. World Health Organization. Retrieved 25 December from <https://www.who.int/data/nutrition/nlis/info/low-birth-weight>