

**PARASIT *Plasmodium* sp PADA TERNAK KAMBING ETAWA
DI DAERAH ENDEMIK MALARIA KABUPATEN PURWOREJO**

***Parasites of Plasmodium sp on Etawa Goats in the Malaria Endemic Area
of Purworejo District***

Didik Sumanto^{1,2}, Suharyo Hadisaputro², M. Sakundarno Adi^{3,4}, Siti Susanti⁵, Sayono¹

¹Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah Semarang

²Doktoral Ilmu Kedokteran dan Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro

³Magister Epidemiologi Sekolah Pascasarjana Universitas Diponegoro

⁴Bagian Epidemiologi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro

⁵Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro

Email: didik.24272@gmail.com

Diterima: 26 November 2020; Direvisi: 3 Februari 2021; Disetujui: 29 Juni 2021

ABSTRACT

Kaligesing Subdistrict, Purworejo Regency, is a malaria endemic area in Central Java Province, with an Annual Parasite Incidence (API) of 0,32% in 2017 with the confirmed vector being *An. aconites* and *An. maculatus*. *Anopheles* zoophagic nature and existence of livestock around the residence has an important role as a barrier to the transmission of malaria. One type of livestock that is widely cultivated by the community is the type of "Etawa" goat. This study aims to determine the type of *Plasmodium* found in livestock. This is a descriptive study with cross-sectional design and 97 samples were taken by purposive sampling. The variables analyzed were the distance between the cage and the place of residence, the presence of parasites in the blood of cattle and mosquitoes eviction attempts by the community. Examination conducted by microscopic blood clots with Giemsa staining. The results of the examination, found 4 slides (4,12%) positive for *Plasmodium* sp in goat blood with the cage located less than 10 meters from the residence. Parasites of *Plasmodium vivax* (75%) and *Plasmodium falciparum* (25%) trophozoites were detected in 4 goats (4,1%). A total of 75,3% of community activities burn straw around the animal enclosures, in an effort to repel mosquitoes. Etawa goats as a potential barrier in the village Jatirejo District of Kaligesing, found with *P. vivax* and *P. falciparum*. Further research is needed using molecular methods to strengthen the findings.

Keywords: *Malariae*, *Plasmodium* sp, etawa goats

ABSTRAK

Kecamatan Kaligesing Kabupaten Purworejo, merupakan wilayah endemik malaria di Provinsi Jawa Tengah, dengan Annual Parasite Incidence (API) 0,32% tahun 2017 dan vektor terkonfirmasi adalah *An. aconitus* dan *An. maculatus*. Sifat zoofagik *Anopheles* dan keberadaan ternak di sekitar tempat tinggal mempunyai peran penting sebagai *barrier* dalam penularan malaria. Salah satu jenis ternak yang banyak dibudidayakan masyarakat adalah jenis kambing etawa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis *Plasmodium* yang terdapat pada ternak tersebut. Penelitian bersifat deskriptif dengan disain *cross-sectional* dan sebanyak 97 sampel diambil secara *purposive sampling*. Variabel yang di analisa adalah jarak kandang dengan tempat tinggal, keberadaan parasit dalam darah ternak dan kegiatan upaya pengusiran nyamuk oleh masyarakat. Pemeriksaan sediaan darah dilakukan secara mikroskopis dengan pewarnaan giemsa. Hasil pemeriksaan, ditemukan 4 slide (4,12%) positif *Plasmodium* sp pada darah kambing dengan letak kandang berjarak kurang dari 10 meter dari rumah tinggal. Terdeteksi adanya parasit trophozoit *Plasmodium vivax* (75%) dan trophozoit *Plasmodium falciparum* (25%) yang ditemukan pada 4 ekor kambing (4,1%). Sebanyak 75,3% kegiatan masyarakat membakar jerami di sekitar kandang ternak, sebagai upaya mengusir nyamuk. Ternak kambing Etawa berpotensi sebagai *barrier* di Desa Jatirejo Kecamatan Kaligesing, dengan ditemukan parasit *P. vivax* dan *P. falciparum*. Diperlukan penelitian lebih lanjut menggunakan metode molekuler untuk memperkuat hasil temuan.

Kata kunci: Malaria, *Plasmodium* sp, kambing etawa

PENDAHULUAN

Malaria disebabkan oleh parasit darah genus *Plasmodium*. Penyebaran malaria didukung oleh keberadaan nyamuk *Anopheles* sebagai *host definitive* sekaligus vektor penyebaran parasit *Plasmodium sp* (Harijanto, Laihad and Poesporodjo, 2011). Spesies *Anopheles* zoofagik lebih menyukai darah binatang daripada darah manusia (Shinta *et al.*, 2013). Sifat zoofagik *Anopheles* dan keberadaan ternak di sekitar rumah hunian menjadi sangat berkaitan atas peran ternak sebagai *barrier* dalam penularan malaria (Yakubu and Singh, 2008; Donnelly *et al.*, 2015; Hanafy, Soviana and Hadi, 2015), walaupun peran ternak yang sesungguhnya sebagai *barrier* belum dapat dijelaskan secara detail (Hurd, 2014).

Pakan darah *Anopheles aconitus* di Provinsi Jawa Tengah menunjukkan angka 93,5 % berasal dari hewan dan 6,5 % berasal dari manusia, dan darah dari *bovidae* sebagai sumber utama (> 90%). Di wilayah yang jumlah ternaknya sangat sedikit atau tidak ada ternak sama sekali, angka untuk pakan darah berasal dari manusia (*human blood index*) naik menjadi 54,3% (Kirnowardoyo, 1985). Penangkapan *An. maculatus* di kebun dengan umpan kambing mendapatkan angka lebih tinggi daripada di permukiman dengan umpan manusia (CBR=42,38; MBR=12,40) (Shinta *et al.*, 2013). Hal ini semakin menguatkan bahwa populasi *Anopheles* lebih banyak ditemukan pada area kandang berisik ternak dibandingkan di dalam rumah yang dihuni manusia (Yakubu and Singh, 2008).

Adanya kesamaan reseptor glikoprotein A dan B yang dimiliki oleh sel darah merah manusia dan sel darah merah ruminansia (Lobo, 2005) membuka peluang terjadinya invasi *Plasmodium sp* ke dalam sel darah merah ternak melalui gigitan *Anopheles* zoofilik dan zooantropofilik (Shinta *et al.*, 2013). Hal ini mendasari dugaan adanya potensi kehidupan *Plasmodium sp* penyebab malaria pada manusia dalam tubuh ternak ruminansia.

Wilayah Kecamatan Kaligesing Kabupaten Purworejo yang berbatasan dengan Kabupaten Kulonprogo berada dalam satu area Perbukitan Menoreh yang

merupakan salah satu wilayah endemik malaria yang relatif sulit diberantas. Kecamatan Kaligesing merupakan daerah endemik malaria yang cukup lama di Purworejo. Hingga tahun 2014 Desa Jatirejo, Desa Kaligono dan Desa Kaliharjo secara berurutan masih memiliki nilai *annual parasitic incidence* (API) sebesar 1,46‰, 0,87‰, dan 0,81‰ (Kuswantoro, 2015). Dua tahun setelahnya, Desa Jatirejo telah berhasil menurunkan kasus menjadi 0,32‰ (Dinas Kesehatan Purworejo, 2016). Kasus lokal terakhir tercatat di Desa Ngadirejo, Desa Hardimulyo dan Desa Jatirejo pada tahun 2018 (Bayu, 2018).

Kecamatan Kaligesing dikenal sebagai wilayah yang penduduknya membudidayakan ternak kambing etawa. Populasi ternak dengan proporsi kambing peranakan etawa sebesar 54.644 ekor, kambing lokal 10.197 ekor, sapi 207 ekor, dan domba 213 ekor (Badan pusat statistika Kabupaten Purworejo, 2014).

Keberadaan vektor *Anopheles* zooantropofilik dengan populasi ternak yang melimpah dan berada dalam wilayah endemik malaria merupakan tiga hal yang saling dukung dalam proses penularan dan penyebaran malaria. Serangan gigitan *Anopheles* ke ternak jelas tidak dapat dihindarkan lagi. Apabila *Anopheles* sudah infeksius dengan parasit malaria, masuknya *Plasmodium sp* ke dalam tubuh ternak tak terhindarkan. Adanya reseptor glikoprotein A pada sel darah merah manusia dan ternak ruminansia patut diperhitungkan gunaantisipasi berkembangnya *Plasmodium sp* dalam tubuh ternak (Lobo, 2005), walaupun antara manusia dan ternak tentu memiliki kondisi fisiologis dan respon imun yang berbeda. Sangat menarik untuk mulai mengembangkan hipotesis perihal kemampuan *Plasmodium sp* berkembangbiak dalam tubuh ternak dengan langkah awal melakukan deteksi parasit pada darah ternak di daerah endemik malaria.

BAHAN DAN CARA

Disain penelitian ini adalah observasional diskriptif dengan pendekatan *cross-sectional*. Sampel adalah kambing

etawa di sekitar rumah penderita positif malaria dalam radius 100 m di Desa Jatirejo Kaligesing Purworejo. Besar sampel 97 kambing etawa diambil dengan teknik *purposive sampling*. Variabel penelitian meliputi jarak kandang dengan tempat tinggal penderita, jumlah kambing dalam kandang, dan upaya pengusiran nyamuk pada kandang kambing. Kriteria inklusi kambing etawa adalah berada dalam radius maksimal 100 meter dari tempat tinggal penderita malaria, kambing sudah berusia 3 bulan dan berada di lokasi penelitian minimal selama 3 bulan terakhir. Deteksi *Plasmodium* sp pada darah kambing dilakukan secara mikroskopis terhadap sediaan darah tebal dengan pewarnaan Giemsa 1: 20 selama 45 menit. Pengambilan darah dilakukan pada daun telinga dengan penusukan menggunakan lancet secara aseptis karena kebutuhan volume darah untuk pembuatan sediaan

hanya 75 – 100 µL. Daun telinga diusap dengan *alcohol-swab*, dibiarkan kering lalu ditusuk dengan lancet steril, dibuang tetes darah pertama lalu ditampung tetes darah berikutnya pada kaca obyek dan dibuat sediaan darah tebal. Setelah kering sediaan disimpan dalam kotak slide dan dibawa ke laboratorium untuk proses selanjutnya. Pemeriksaan mikroskopis dilakukan di laboratorium Epidemiologi dan Penyakit Tropik Universitas Muhammadiyah Semarang. Etik penelitian disetujui oleh KEPK FKM Unimus.

HASIL

Hasil pemeriksaan sediaan darah, sebanyak 4 slide (4,12%) ditemukan *Plasmodium* sp pada darah kambing yang letak kandangnya berjarak kurang dari 10 meter dari rumah tinggal (Tabel 1).

Tabel 1. Keberadaan parasit berdasarkan jarak kandang

Jarak kandang	Parasit terdeteksi	Frekwensi	Persentase
< 10 m	Positif	4	4,12%
	Negatif	78	80,41%
≥ 10 m	Positif	0	0,00%
	Negatif	15	15,46%
Jumlah		97	100%

Parasit *Plasmodium* sp ditemukan pada 4 sediaan. Temuan mikroskopis menunjukkan morfologi parasit yang jelas

dan spesifik sebagai *Plasmodium vivax* (*P. vivax*) dan *Plasmodium falciparum* (*P. falciparum*).

Tabel 2. Keberadaan parasit berdasarkan upaya pengusiran nyamuk

Usir nyamuk	Parasit terdeteksi	Frekwensi (ekor)	Persentase
Ada upaya	Positif	1	1,03%
	Negatif	72	74,23%
Tidak ada upaya	Positif	3	3,09%
	Negatif	21	21,65%
Jumlah		97	100%

Kebiasaan untuk menghangatkan area kandang ternak dengan membakar jerami kering di malam hari tampaknya berdampak positif terhadap pengusiran nyamuk di area kandang, walaupun hal ini tidak disadari oleh masyarakat. Apabila kebiasaan ini dikaitkan dengan temuan parasit pada ternak, ternyata memberikan hasil yang cukup menarik. Tiga dari empat

kambing yang positif parasit (75%) ditemukan yang tidak pernah mendapatkan upaya pengusiran nyamuk dari pemilik ternak (Tabel 2).

Rasio kambing positif parasit terhadap kambing negatif parasit pada kelompok yang mengalami pengusiran dan tidak, adalah 1:72 dan 3:21. Nilai rasio kambing dengan upaya pengusiran nyamuk

dan positif parasit (0,14) relatif lebih besar dibandingkan kambing tanpa upaya pengusiran dan positif (0,01). Lama tinggal ternak di lokasi endemik malaria memberikan informasi yang cukup menarik. Seluruh kambing yang terinfeksi parasit

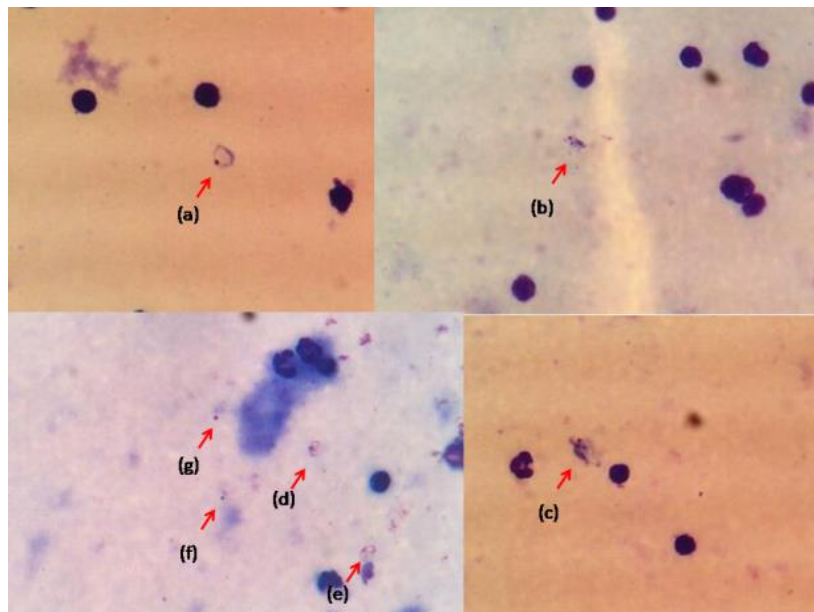
memiliki lama tinggal paling lama dua tahun, dan tiga dari empat ternak terinfeksi ditemukan dengan lama tinggal selama setahun. Tidak satupun kambing terdeteksi parasit pada kelompok pemeliharaan lebih dari 2 tahun (Tabel 3).

Tabel 3. Kambing terinfeksi parasit berdasar lama waktu pemeliharaan

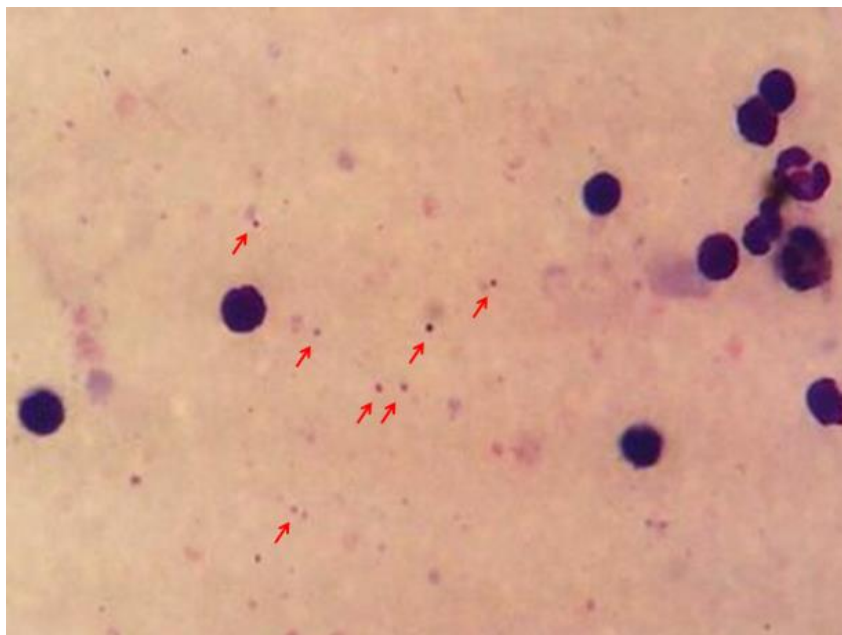
Lama dipelihara	Parasit terdeteksi	Kambing terdeteksi parasit (ekor)	Persentase
3 bln -1 thn	Positif	3	3,09%
	Negatif	64	65,98%
1,1-2 thn	Positif	1	1,03%
	Negatif	22	22,68%
> 2 thn	Positif	0	0,00%
	Negatif	7	7,22%
Jumlah		97	100,00%

Stadium parasit *P. vivax* yang ditemukan adalah trophozoit tahap awal, perkembangan hingga tahap akhir (Gambar 1). Sementara itu spesies *P. falciparum* hanya

dapat ditemukan dalam satu bentuk saja yaitu trophozoit tahap awal yang berbentuk koma khas dengan inti bulat relatif kecil dengan sitoplasma sangat tipis (Gambar 2).



Gambar 1. Parasit *P. vivax* dalam sediaan darah tebal kambing Etawa. Stadium trophozoit awal tampak inti membulat dengan sitoplasma belum khas membentuk cincin namun tampak melebar (f, g). Tahapan lanjut dengan cincin lebih tebal dan tidak halus (d, e). Trophozoit tahap akhir tampak jelas dengan inti bulat relatif besar berwarna merah dengan sitoplasma amuboid bentuk cincin tegas (a) dan cincin amuboid (b, c)



Gambar 2. Parasit *P. falciparum* dalam sediaan darah tebal kambing Etawa. Seluruh parasit yang tampak dalam lapangan pandang merupakan tahap awal trophozoit dengan bentuk khas menyerupai koma berinti bulat relatif kecil. Sitoplasma masih tipis hanya tampak seperti koma

PEMBAHASAN

Temuan parasit *P. vivax* dan *P. falciparum* ini memberikan informasi yang cukup penting berkaitan dengan adanya konsentrasi pakan darah *Anopheles* baik manusia dan ternak. *Anopheles* zooantropofilik akan dengan bebas memilih pakan darah mana yang paling mudah didapatkan (Seyoum *et al.*, 2002; Susanna and Eryando, 2010). Apabila akses ke sumber pakan darah manusia relatif sulit terjangkau karena adanya berbagai upaya pencegahan dari masyarakat, maka *Anopheles* dapat langsung mendapatkan sumber pakan darah pengganti yaitu darah ternak. Tersirat bahwa jarak 10 meter masih terlalu dekat untuk upaya pengalihan serangan gigitan *Anopheles* pada penghuni rumah. Jarak kandang terhadap rumah hunian menjadi hal penting dalam keberhasilan pengalihan serangan gigitan *Anopheles* ke ternak (Healthnet, 1994; Hewitt *et al.*, 1994; Bouma and Rowland, 1995; Seyoum *et al.*, 2002; A. M. Mahande *et al.*, 2007; A. Mahande *et al.*, 2007; Ernawati, Soesilo and Duarsa, 2011; Mulyono *et al.*, 2013; Santoso and Ahyanti, 2014; Massebo *et al.*, 2015;

Mayagaya *et al.*, 2015; Muchid, Annawaty and Fahri, 2015)

Temuan menarik terlihat pada kecenderungan temuan parasit pada kelompok kambing yang tidak mendapatkan upaya pencegahan dari gigitan nyamuk. Hasil ini memberikan informasi bahwa pengusiran nyamuk dengan membakar jerami atau rumput kering di malam hari selain menghangatkan area kandang ternak juga dapat meminimalkan serangan *Anopheles* terhadap ternak. Asap yang timbul dari pembakaran tampaknya tidak disukai oleh *Anopheles*, sangat menarik untuk dilakukan kajian lanjutan. Proporsi kambing mengandung parasit terhadap kambing yang mendapatkan upaya pengusiran nyamuk dengan pengasapan adalah 1,4%, sedangkan kambing tanpa upaya pengusiran nyamuk adalah 12,5%. Ternak kambing yang tidak mendapatkan upaya pengusiran dari gigitan nyamuk memiliki tingkat risiko terinfeksi parasit lebih besar. Setidaknya angka ini menunjukkan adanya kecenderungan berkurangnya risiko ternak terinfeksi parasit bila dilakukan upaya pengusiran nyamuk dengan cara pengasapan di malam hari

(Munif, 2009; Efruan, Riskiyani and Rahman, 2013; Resmawan, 2019).

Fenomena lama tinggal ternak dengan temuan parasit seolah menjawab kebuntuan informasi tentang peran ternak yang sebenarnya sebagai barrier penularan malaria (Burkot, Dye and Graves, 1989; Hoek *et al.*, 1998; Erdinal, Susanna and Wulandari, 2006; Bulterys, Mharakurwa and Thuma, 2009; Pan *et al.*, 2012; Shinta *et al.*, 2013; Saputro and Siwiendrayanti, 2015). Aksioma besar yang selama ini belum terpecahkan adalah ketidakmampuan *Plasmodium sp* hidup dalam tubuh ternak (Lobo, 2005; Hurd, 2014). Data temuan ini seolah memberikan celah potensi *Plasmodium sp* dapat hidup dalam tubuh ternak namun memiliki batas toleransi waktu tertentu. Disisi lain, seolah ternak dapat mereduksi dampak infeksi dalam tubuhnya, bahkan dapat mentoleransi setelah 2 tahun terinfeksi. Apakah memang respon imun ternak dapat mengatasi infeksi yang terjadi ataukah ada hal lain? Masih perlu kajian lebih mendalam untuk mendapatkan kepastian hal tersebut, namun setidaknya informasi awal ini cukup menarik untuk dilanjutkan pada kajian yang lebih spesifik.

Morfologi parasit secara mikroskopis menunjukkan ciri khas yang mengarah pada *P. vivax* dan *P. falciparum*. Berbagai bentuk dan stadium *P. vivax* terdokumentasi dengan cukup baik dan sangat jelas. Morfologi temuan menunjukkan bentuk cincin awal (Gambar 1: f-g) dan perkembangan (d-e). Bentuk ini memiliki ciri khas, inti satu berbentuk bulat berwarna kemerahan. Bentuk dan warna inti parasit pada morfologi temuan dan referensi (MCD International, 2011) memiliki kesamaan. Pada bagian sitoplasma, temuan menunjukkan dua tahap perkembangan yang berbeda dimana sitoplasma hanya tampak sedikit seperti bulu alis mata (f-g) namun tidak menampakkan adanya zona merah (Chiodini, Moody and Manser, 2001; Mahmud, Lim and Amir, 2017) yang nyata. Sementara itu morfologi parasit temuan tahap perkembangan (d-e) menunjukkan morfologi sitoplasma dengan bentuk cincin yang sudah lebih jelas. Sitoplasma sangat jelas di sisi kanan dan kiri inti parasit membentuk cincin namun

bentuknya tidak halus yang merupakan bentuk khas cincin dari *P. vivax*.

Parasit yang ditemukan pada 2 slide sampel (Gambar 1: b-c) sangat menyerupai morfologi *P. vivax* stadium trophozoit dengan inti parasit berbentuk bulat relatif kemerahan, sangat mirip dengan gambar referensi. Sitoplasma parasit temuan berwarna ungu tua tampak tak beraturan bentuknya. Sitoplasma seperti ini menunjukkan stadium trophozoit berada pada tahap lanjut. Bintik schuffner, pada parasit temuan kurang begitu nyata hingga zona merah kurang jelas, namun masih kelihatan adanya semburat kemerahan di sekitar sitoplasma parasit yang menjadi ciri khas stadium ini. (Melvin, 1971; Chiodini, Moody and Manser, 2001; Mahmud, Lim and Amir, 2017).

Morfologi parasit temuan ke-tiga berbentuk cincin amuboid yang nyata (Gambar 1: a) dengan inti bulat relatif besar berwarna kemerahan dan sitoplasma berbentuk cincin tidak halus yang utuh (Keas, 1999). Parasit temuan ini berasal dari sediaan tetes tebal sehingga sel darah merah sudah tidak tampak karena sudah terhemolisis (Chiodini, Moody and Manser, 2001). Pembesaran sel darah merah pada infeksi *P. vivax* (CDC, 2017; Mahmud, Lim and Amir, 2017) memang tidak tampak dalam sediaan tebal, namun ukuran parasit temuan yang relatif besar berada disebelah sel darah putih menunjukkan bahwa ukuran cincin parasit berasal dari sel darah merah yang membesar.

Parasit temuan berikutnya pada slide ke-empat (Gambar 2) menunjukkan morfologi *P. falciparum* stadium trophozoit tahap awal. Morfologi parasit temuan menunjukkan inti satu bulat dengan sitoplasma berbentuk koma (tanda panah) (MCD International, 2009). Bahkan ditemukan bentuk lain yang hanya tampak morfologi inti parasit saja. Kedua bentuk morfologi tersebut merupakan bentuk khas spesies *P. falciparum* stadium trophozoit tahap paling awal dalam gambaran sediaan darah tebal, yaitu berbentuk khas seperti titik, koma, tanda seru dan cincin tak penuh menyerupai sayap burung terbang (Chiodini, Moody and Manser, 2001). Pada tahapan awal bentuk cincin stadium trophozoit bagian tengah parasit cukup tipis sementara bagian

tepi relatif lebih tebal yang mengandung nukleus dan organel lainnya (Bannister *et al.*, 2000; Mahmud, Lim and Amir, 2017). Hal ini menyebabkan bentuk parasit tampak seperti cincin dengan permata dalam sediaan darah pewarnaan Giemsa. Bentuk cincin ini merupakan bagian dari tahap perkembangan stadium trofozoit parasit. Secara morfologis bentuk cincin khas dan jumlah cincin dapat memberikan informasi lebih dari infeksi yang terjadi (Freeman and Holder, 1983).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Ditemukan parasit *P. vivax* dan *P. falciparum* pada darah ternak kambing Etawa di Desa Jatirejo Kecamatan Kaligesing Kabupaten Purworejo. Stadium temuan adalah trofozoit dari tahap awal (muda) hingga tahap akhir (tua).

Saran

Dilakukan kajian lanjutan menggunakan metode uji molekuler agar kepastian spesies parasit temuan lebih dapat dikuatkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada staf P2 Dinkes Kabupaten Purworejo, staf Puskesmas Kaligesing dan segenap tim Juru Malaria Desa yang telah membantu dalam pengumpulan data, serta Laboratorium Epidemiologi FKM Unimus yang telah mengizinkan sebagai tempat uji laboratorium. Penghormatan tertinggi kepada beliau almarhum Prof. dr. Edi Dharmana, M.Sc., Sp.ParK., Ph.D, yang telah menyertai penelitian ini hingga akhir hayat

DAFTAR PUSTAKA

Badan pusat statistika Kabupaten Purworejo (2014) Populasi Kambing, Kambing Peranakan Ettawa, Sapi dan Domba Menurut Kecamatan Tahun 2014.

Bannister, L. H. et al. (2000) 'A brief illustrated guide to the ultrastructure of Plasmodium falciparum asexual blood stages', Parasitology Today, 16, pp. 427-433. Available at:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11006474>.

Bayu, B. (2018) Data Kejadian Malaria Kecamatan Kaligesing Tahun 2018. Purworejo.

Bouma, M. and Rowland, M. (1995) 'Failure of passive zooprophylaxis : cattle ownership in Pakistan is associated with a higher prevalence of malaria', TRANSACTIONS OF THE ROYAL SOCIETY OF TROPICAL MEDICINE AND HYGIENE, (89), pp. 351-353.

Bulterys, P. L., Mharakurwa, S. and Thuma, P. E. (2009) 'Cattle , other domestic animal ownership , and distance between dwelling structures are associated with reduced risk of recurrent Plasmodium falciparum infection in southern Zambia', Tropical Medicine and International Health, 14(5), pp. 522-528. doi: 10.1111/j.1365-3156.2009.02270.x.

Burkot, T., Dye, C. and Graves, P. (1989) 'An analysis of some factors determining the sporozoite rates, human blood indexes, and biting rates of members of the Anopheles punctulatus complex in Papua New Guinea', The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene, (40), pp. 229-234.

CDC (2017) Ring-form trophozoites of *P. vivax* in thick and thin blood smears, U.S. Department of Health & Human Services. Available at: <https://www.cdc.gov/dpdx/malaria/index.html> 1 (Accessed: 19 August 2019).

Chiodini, P. ., Moody, A. . and Manser, D. . (2001) Atlas of Medical Helminthology and Protozoology. 4th edn. Edited by T. Horne. London: Churchill Livingstone.

Dinas Kesehatan Purworejo (2016) Angka Kasus Malaria. Purworejo.

Donnelly, B. et al. (2015) 'A systematic, realist review of zooprophylaxis for malaria control', Malaria Journal, 14(1), p. 313. doi: 10.1186/s12936-015-0822-0.

Efruan, M. G., Riskiyani, S. and Rahman, M. A. (2013) 'Public Behavior In Disease Prevention Measures Of Malaria In The Health Un Tual 2013', repository.unhas.ac.id, pp. 1-16. Available at: <http://repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/6082/JURNAL.pdf>.

Erdinal, Susanna, D. and Wulandari, R. A. (2006) 'Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Malaria Di Kecamatan Kampar Kiri Tengah Kabupaten Kampar', Makara Kesehatan, 10(2).

Ernawati, K., Soesilo, B. and Duarsa, A. (2011) 'Hubungan Faktor Individu Dan Lingkungan Rumah Dengan Malaria Di Punduh Pedada Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung Indonesia 2010', Makara Kesehatan, 15(2), pp. 51-57.

Freeman, R. R. and Holder, A. A. (1983) 'Light microscope morphology of Plasmodium falciparum during a synchronized growth cycle in vitro', Annals of Tropical Medicine Parasitology, 77, pp. 95-96. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6349557>.

- Hanafy, I., Soviana, S. and Hadi, U. K. (2015) Keanekaragaman Jenis, Kepadatan Dan Aktivitas Menghisap Darah Anopheles (Diptera: Culicidae) Pada Aplikasi Zooprofilaksis Di Daerah Endemis Malaria. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Available at: <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/77542>.
- Harijanto, P., Laihad, F. and Poesporodjo, J. (2011) 'Epidemiologi Malaria di Indonesia', Buletin Jendela Data dan Informasi Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI. Available at: <https://pusdatin.kemkes.go.id/download.php?file=download/pusdatin/buletin/buletin-malaria.pdf>.
- Healthnet, M. S. F. (1994) 'An entomological investigation of the likely impact of cattle ownership on malaria in an Afghan refugee camp in the North West Frontier Province of Pakistan', pp. 160–164.
- Hewitt, S. et al. (1994) 'An entomological investigation of the likely impact of cattle ownership on malaria in an Afghan refugee camp in the North West Frontier Province of Pakistan', Medical and Veterinary Entomology, (8), pp. 160–164.
- Hoek, W. Van der et al. (1998) 'Risk factors for malaria: a microepidemiological study in a village in Sri Lanka', Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, (95), pp. 265–269.
- Hurd, H. (2014) Can cows protect against mosquito bites ?, Biomed Central Blogs. Available at: <http://blogs.biomedcentral.com/bugbitten/2014/03/27/can-cows-protect-against-mosquito-bites-2/>.
- Keas, B. E. (1999) Microscopy - Plasmodium species, msu.edu. Available at: <https://msu.edu/course/zol/316/psppscope.htm>.
- Kirnowardoyo, S. (1985) 'Status of Anopheles malaria vectors in Indonesia', The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health, 16(1), pp. 129–132. Available at: <http://europepmc.org/abstract/med/4023805>.
- Kuswanto, K. (2015) Profil Kesehatan Dinas Kesehatan Kabupaten Purworejo 2015. Purworejo. Available at: www.depkes.go.id/.../profil/PROFIL_KAB.../3306_Jateng_Kab_Purworejo_2014.pdf.
- Lobo, C. (2005) 'Babesia divergens and Plasmodium falciparum Use Common Receptors , Glycophorins A and B , To Invade the Human Red Blood Cell', American Society for Microbiology, 73(1), pp. 649–651. doi: 10.1128/IAI.73.1.649.
- Mahande, A. et al. (2007) 'Feeding and resting behaviour of malaria vector, Anopheles arabiensis with reference to zooprophyllaxis.', Malaria journal, 6, p. 100. doi: 10.1186/1475-2875-6-100.
- Mahande, A. M. et al. (2007) 'Role of cattle treated with deltamethrine in areas with a high population of Anopheles arabiensis in Moshi, Northern Tanzania', Malar J, 6, p. 109. doi: 10.1186/1475-2875-6-109.
- Mahmud, R., Lim, Y. A. L. and Amir, A. (2017) Medical Parasitology. Cham, Switzerland: Springer International Publishing. doi: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-68795-7>.
- Massebo, F. et al. (2015) 'Zoophagic behaviour of anopheline mosquitoes in southwest Ethiopia: opportunity for malaria vector control.', Parasites & vectors, 8(1), p. 645. doi: 10.1186/s13071-015-1264-9.
- Mayagaya, V. S. et al. (2015) 'The impact of livestock on the abundance, resting behaviour and sporozoite rate of malaria vectors in southern Tanzania', Malaria Journal, 14, p. 17. doi: 10.1186/s12936-014-0536-8.
- MCD International (2009) Plasmodium falciparum: Ring form trophozoites in thick blood smears (Image Library Malaria), mcdinternational.org. Available at: https://mcdinternational.org/trainings/malaria/english/dpdx5/html/ImageLibrary/M-R/Malaria/falciparum/body_Malaria_falciparum_il4 (Accessed: 17 August 2019).
- MCD International (2011) Diagnostic Finding Malaria: Ring-form trophozoites in a thick blood smear, mcdinternational.org. Available at: https://www.mcdinternational.org/trainings/malaria/english/DPDX5/HTML/Frames/M-R/Malaria/vivax/body_malariadfivring (Accessed: 19 August 2019).
- Melvin, M. (1971) Photomicrograph of the malaria causing parasite Plasmodium vivax, in ring and young trophozoite forms, on a thick film blood smear with Giemsa stain, Alamy's library from CDC. Available at: <https://www.alamy.com/stock-photo-photomicrograph-of-the-malaria-causing-parasite-plasmodium-vivax-in-173101553.html> (Accessed: 19 August 2019).
- Muchid, Z., Annawaty, A. and Fahri, F. (2015) 'Studi Keanekaragaman Nyamuk Anopheles spp . Pada Kandang Ternak Sapi Di Kota Palu Provinsi Sulawesi Tengah (Study on Anopheles spp . Diversity at Cattle Cages in Palu City-Central Sulawesi Province)', Online Journal of Natural Science, 4(3), pp. 369–376.
- Mulyono, A. et al. (2013) 'Hubungan Keberadaan Ternak Dan Lokasi Pemeliharaan Terhadap Kasus Malaria di Provinsi NTT (Analisis lanjut Data Riskesdas 2007)', Jurnal Vektora, V(2), pp. 73–77.
- Munif, A. (2009) 'Nyamuk Vektor Malaria dan Hubungannya Dengan Aktivitas Kehidupan Manusia Di Indonesia', Aspirator, 1(2), pp. 94–102. Available at: <http://ejournal.litbang.depkes.go.id/index.php/aspirator/article/view/2936/2121>.
- Pan, J.-Y. et al. (2012) 'Vector capacity of Anopheles sinensis in malaria outbreak areas of central China', Parasites & Vectors, 5(1), p. 136. doi: 10.1186/1756-3305-5-136.
- Resmawan, R. (2019) 'Efektifitas Vaksinasi dan Pengasapan pada Model Epidemik Transmisi Penyakit Malaria', Jambura Journal of Mathematics, 1(1), pp. 25–35.

- Santoso, B. and Ahyanti, M. (2014) 'Kombinasi Zooprofilaksis Dan Pembaluran Insektisida Deltrametrin Pada Ternak Sapi Sebagai Upaya Pengendalian Anopheles', *Jurnal Kesehatan*, 5(1), pp. 53–59. doi: <http://dx.doi.org/10.26630/jk.v5i1.66>.
- Saputro, K. P. and Siwiendrayanti, A. (2015) 'Hubungan Lingkungan Sekitar Rumah Dan Praktik Pencegahan Dengan Kejadian Malaria Di Desa Kendaga Kecamatan Banjarmangu Kabupaten Banjarnegara.', *Unnes Journal of Public Health*, 4(2).
- Seyoum, A. et al. (2002) 'Impact of cattle keeping on human biting rate of anopheline mosquitoes and malaria transmission around Zaway Ethiopia.', *East African Medical Journal*, (79), pp. 485–490.
- Shinta, S. et al. (2013) 'Beberapa Aspek Perilaku Anopheles maculatus Theobald di Pituruh, Kabupaten Purworejo, Jawa Tengah', *Buletin Penelitian Kesehatan*, 41(3), pp. 131–141. Available at: <http://ejournal.litbang.depkes.go.id/index.php/BPK/article/view/3284/3278>.
- Susanna, D. and Eryando, T. (2010) 'Faktor Dominan yang Mempengaruhi Kejadian Malaria di Perdesaan', *Kesehatan Masyarakat Nasional*, 4(4), pp. 180–185.
- Yakubu, A. . and Singh, A. (2008) 'Livestock : An alternative mosquito control measure', *Sokoto Journal of Veterinary Sciences*, 7(1). Available at: <https://www.ajol.info/index.php/sokjvs/article/download/72719/61635>.