

# Kejadian nematodosis gastrointestinal pada monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) di Pusat Studi Satwa Primata LPPM IPB

(Incidence of gastrointestinal nematodosis in long-tailed macaque (*Macaca fascicularis*) at the Primate Research Center of LPPM IPB)

Bahaudien Rosyid<sup>1</sup>, Huda Shalahudin Darusman<sup>2</sup>, Elok Budi Retnani<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Sarjana Kedokteran Hewan, Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis, IPB University, Bogor

<sup>2</sup> Divisi Farmakologi dan Toksikologi Veteriner, Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis, IPB University, Bogor

<sup>3</sup> Divisi Parasitologi dan Entomologi Kesehatan, Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis, IPB University, Bogor

Diterima: 21 Oktober 2022 | Revisi akhir: 9 Desember 2022 | Disetujui: 15 Desember 2022

## Abstrak

Monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) sering digunakan sebagai hewan model dalam penelitian biomedis. Nematodosis umum ditemukan pada kelompok primata yang bukan manusia atau *non-human primate*. Nematodosis gastrointestinal dapat memengaruhi hasil penelitian atau berpotensi sebagai sumber penularan ke manusia (zoonosis). Penelitian bertujuan melakukan identifikasi tipe, menghitung tingkat kejadian dan derajat infeksi kecacingan nematoda gastrointestinal pada monyet ekor panjang di kandang penangkaran Pusat Studi Satwa Primata, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat IPB (PSSP LPPM IPB) serta membandingkan dua metode pemeriksaan kuantitatif McMaster dan Kato-Katz. Sampel feses dari 24 ekor monyet ekor panjang diperiksa menggunakan metode flotasi sederhana, yaitu McMaster dan Kato-Katz. Sembilan (37,5%) dari 24 sampel terinfeksi oleh trichurid (20,8%), ascarid (12,5%), dan strongylid (4,2%), masing-masing dengan rata-rata derajat infeksi  $833,3 \pm 923,8$ ;  $32 \pm 27,7$ ; dan  $12 \pm 17$  telur tiap gram tinja (TTGT). Tingkat infeksi nematodosis pada monyet ekor panjang berdasarkan kelompok umur dan jenis kelamin berturut-turut adalah pada bayi 50%, anak 50%, remaja 16,7%, dewasa 33,3%, jantan 33,3%, dan betina 41,7%. Tingkat kejadian dan derajat infeksi nematodosis gastrointestinal pada monyet ekor panjang menunjukkan kategori sedang hingga rendah. Hasil ini dapat dijadikan pertimbangan dalam manajemen pemeliharaan, penelitian biomedis, dan mitigasi risiko potensi penularan ke manusia.

**Kata kunci:** derajat infeksi | monyet ekor panjang | nematoda gastrointestinal | tingkat infeksi

## Abstract

The long-tailed macaque (*Macaca fascicularis*) is often used as a model animal in biomedical research. Nematodosis is common among non-human primates. Gastrointestinal nematodosis may affect study results or be a potential source of transmission to humans (zoonosis). The study aimed to identify the type, calculate the degree of infection, and the prevalence of gastrointestinal nematode worms in long-tailed macaques in captivity at the Primate Research Center, Institute for Research and Community Service (PSSP LPPM) IPB University. Faeces samples from 24 long-tailed macaques were examined using the McMaster and Kato-Katz simple flotation methods. Nine (37.5%) of the 24 samples were infected by trichurid (20.8%), ascarid (12.5%), and strongylid (4.2%), each with an average degree of infection  $833.3 \pm 923.8$ ,  $32 \pm 27.7$ , and  $12 \pm 17$  eggs per gram of faeces (EPG), respectively. The

\* Penulis korespondensi: E-mail: [elokre@apps.ipb.ac.id](mailto:elokre@apps.ipb.ac.id), WA: +62 812-1302-3040.

© (Para) penulis 2022. Ini adalah artikel akses terbuka yang didistribusikan di bawah Lisensi Internasional *Creative Commons Attribution* (CC BY 4.0), yang mengizinkan penggunaan, berbagi, adaptasi, distribusi, dan reproduksi dalam media atau format apa saja, selama memberikan penghargaan yang sesuai untuk (para) penulis asli dan sumbernya, serta menyebutkan jika ada perubahan yang telah dibuat.

prevalence of nematodosis in long-tailed macaques based on age group and sex was in infants 50%, children 50%, adolescents 16.7%, adults 33.3%, males 33.3%, and females 41.7%. The incidence and degree of gastrointestinal nematodosis infection in long-tailed macaques showed a moderate to low level. These results can be considered in maintenance management, biomedical research, and mitigation of potential transmission risk to humans.

**Keywords:** gastrointestinal nematode | intensity of infection | long-tailed macaque | prevalence

## Pendahuluan

Monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) memiliki peranan penting dalam ekosistem lingkungan, di antaranya sebagai penyebar biji-bijian alami, mediator penyerbukan, dan pengendali populasi serangga (Bellantari *et al.*, 2021). Selain berperan penting dalam ekosistem lingkungan, monyet ekor panjang juga berperan penting dalam keilmuan biomedis sebagai hewan model.

Status konservasi monyet ekor panjang menurut *International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN, 2022) termasuk ke dalam kategori *endangered* atau rentan. Adapun menurut *Convention International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (CITES, 2014), monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) termasuk dalam kategori *Appendix II*. Hewan langka kategori *Appendix II* adalah hewan yang dilarang untuk diambil dan dijual apabila termasuk keturunan hewan langka yang berasal dari alam. Apabila sudah ditangkarkan maka keturunan generasi ketiga atau F2-nya dapat dimanfaatkan (Hansen *et al.*, 2021). Oleh karena itu, *Macaca fascicularis* dapat dimanfaatkan selama merupakan hasil penangkaran (Sajuthi *et al.*, 2016).

Pusat Studi Satwa Primata Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (PSSP LPPM IPB) merupakan satu di antara beberapa lembaga penelitian yang melaksanakan upaya penangkaran monyet ekor panjang untuk dimanfaatkan sebagai hewan model dalam keilmuan biomedis. PSSP LPPM IPB memiliki ruang lingkup penelitian dasar serta terapan dalam keilmuan biomedis, biologi, dan konservasi satwa primata dengan mengedepankan aspek kesejahteraan hewan. Satwa primata dapat dimanfaatkan sebagai hewan model dalam berbagai

penelitian biomedis untuk kepentingan kesehatan dan kesejahteraan manusia.

Pemanfaatan monyet ekor panjang sebagai hewan model harus memperhatikan kesejahteraan hewan dengan menegakkan prinsip lima kebebasan hewan atau *five freedom*. Salah satu poin *five freedom* yang harus ditegakkan dalam penggunaan satwa sebagai hewan model adalah "*freedom from pain, injury, and disease*", yaitu hewan harus terbebas dari rasa sakit, luka, dan penyakit (Wahyuwardani *et al.*, 2020). Sebagai hewan model, monyet ekor panjang harus bebas dari berbagai penyakit. Satu di antara jenis penyakit yang dapat menginfeksi monyet ekor panjang yang termasuk kecacingan ialah nematodosis.

Kecacingan merupakan penyakit yang umum pada hewan maupun manusia, termasuk hewan primata. Penyakit tersebut dapat disebabkan oleh nematoda gastrointestinal yang disebut nematodosis. Nematodosis pada umumnya bersifat kronis dan jarang menyebabkan kematian (akut). Nematoda gastrointestinal yang pernah dilaporkan menginfeksi monyet ekor panjang di antaranya *Strongyloides* sp., *Trichuris* sp., *Oesophagostomum* sp., dan *Ascaris* sp. (Mul *et al.*, 2007). Menurut Kurniawati *et al.* (2020), nematoda gastrointestinal tersebut berpotensi menular ke manusia melalui interaksi yang cukup dekat antara manusia dan monyet ekor panjang (Mbutia *et al.*, 2021). Satwa primata dewasa yang terinfeksi dapat mengalami penurunan produksi, sedangkan pada satwa muda dapat mengakibatkan pertumbuhan terhambat, nafsu makan menurun, anemia, dan diare (Bellantari *et al.*, 2021). Selain itu, infeksi parasit pada monyet ekor panjang juga dapat memengaruhi interpretasi hasil studi atau penelitian (Sasseville & Diters, 2008).

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi jenis nematoda gastrointestinal serta menghitung tingkat infeksi dan derajat nematodosis pada monyet ekor panjang yang berada di kandang penangkaran PSSP LPPM IPB. Di samping itu, penelitian ini mencoba membandingkan dua metode pemeriksaan kuantitatif, yaitu McMaster dan Kato-Katz.

## Bahan dan metode

### Hewan penelitian dan pengambilan sampel

Monyet ekor panjang yang digunakan dalam penelitian ini merupakan satwa yang berada di kandang penangkaran Pusat Studi Satwa Primata LPPM IPB. Pengambilan sampel feses segar dilakukan pada bulan Maret 2022 di kandang penangkaran Pusat Studi Satwa Primata, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (PSSP LPPM IPB). Pemeriksaan sampel feses dilakukan di Laboratorium Helminologi, Divisi Parasitologi dan Entomologi Kesehatan, Departemen Ilmu Penyakit Hewan dan Kesehatan Masyarakat Veteriner, Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis, Institut Pertanian Bogor.

Sampel feses segar diambil dari 24 monyet ekor panjang yang terdiri atas 12 ekor jantan dan 12 ekor betina. Sampel juga dibedakan berdasarkan kategori umur, yaitu bayi, anak, remaja, dan dewasa. Pengambilan sampel feses segar dilakukan pada saat setelah kandang dibersihkan dan monyet ekor panjang sudah diberi makan pagi. Sampel feses diambil langsung menggunakan spatula kayu kemudian dimasukkan ke dalam *plastic ziplock* 6 cm×10 cm. *Plastic ziplock* diberi label yang berisikan data tanggal pengambilan sampel, nomor tato hewan, jenis kelamin, kategori umur, dan nomor kandang. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam *cool box* untuk pengiriman ke laboratorium.

## Pemeriksaan feses dan identifikasi tipe telur nematoda

### Metode flotasi sederhana

Metode flotasi sederhana merupakan metode pemeriksaan telur cacing secara kualitatif. Sebanyak 2 g sampel feses ditambahkan larutan gula garam jenuh sebanyak 58 mL, kemudian dihomogenkan. Suspensi feses yang sudah homogen kemudian disaring 2–3 kali dan dituangkan ke dalam tabung reaksi hingga permukaannya cembung. Mulut tabung ditutup dengan gelas penutup dan didiamkan 5–10 menit. Gelas penutup diangkat secara vertikal lalu ditempelkan pada gelas objek. Pengamatan secara mikroskopik dilakukan untuk mengidentifikasi tipe telur dengan menggunakan perbesaran 100×.

### Metode McMaster

Metode *McMaster* digunakan untuk menghitung jumlah telur cacing yang ditemukan dalam tiap gram sampel feses (telur tiap gram tinja, TTGT) (Thienpont *et al.*, 1979). Nilai TTGT menunjukkan intensitas infeksi cacing pada monyet ekor panjang. Feses sebanyak 2 g ditambah 58 mL larutan gula-garam jenuh dengan total volume suspensi feses 60 ml, dihomogenkan dan disaring menggunakan saringan teh, dan segera dimasukkan ke dalam kamar hitung McMaster menggunakan pipet. Pengamatan dan perhitungan telur dilakukan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 100×. Telur yang ditemukan dalam kedua kamar hitung kemudian dihitung menurut tipenya untuk memperoleh nilai feses TTGT (Zajac & Conboy, 2012). Nilai TTGT dihitung dengan rumus:

$$\text{TTGT} = \frac{n \times V_t}{V_k \times B_t}$$

$V_t$  : Volume sampel total (60 mL);

$V_k$  : Volume kamar hitung (0,3 mL);

$B_t$  : Bobot feses (2 g);

$n$  : Jumlah telur dalam kamar hitung

### Metode Kato-Katz

Metode Kato-Katz menggunakan cetakan berbahan plastik yang memiliki lubang di tengahnya. Volume lubang setara dengan bobot feses 41,7 mg. Cetakan Kato-Katz diletakkan di atas gelas objek. Sampel feses diletakkan di atas selembar kain tile lalu dilipat. Kemudian, feses ditekan dan dikikis menggunakan spatula kayu dan dimasukkan ke dalam lubang cetakan Kato-Katz yang diletakkan di atas gelas objek. Cetakan diangkat sehingga sampel feses tertinggal pada gelas objek sebanyak isi lubang cetakan. Sampel feses tersebut ditutup dengan selembar selofan yang telah direndam dalam *malachite green*. Selofan ditekan-tekan secara perlahan sampai feses di bawahnya tersebar merata di bawah selofan. Setelah itu, *malachite green* yang berlebihan dikeringkan menggunakan kertas tissue (Levecke *et al.*, 2011). Sediaan diperiksa di bawah mikroskop dengan perbesaran 100×.

### Analisis data

Tipe telur nematoda yang ditemukan dideskripsikan menurut Zajac dan Conboy (2012). Tingkat infeksi nematodosis dan derajat infeksi dihitung untuk kategori kelompok umur dan jenis kelamin dan dianalisis secara deskriptif. Nilai TTGT hasil pemeriksaan metode McMaster dan Kato-Katz dipilih secara deskriptif untuk menentukan metode yang lebih efektif dan efisien untuk monitoring kasus nematodosis di kandang penangkaran PSSP LPPM IPB.

## Hasil

### Identifikasi telur nematoda gastrointestinal

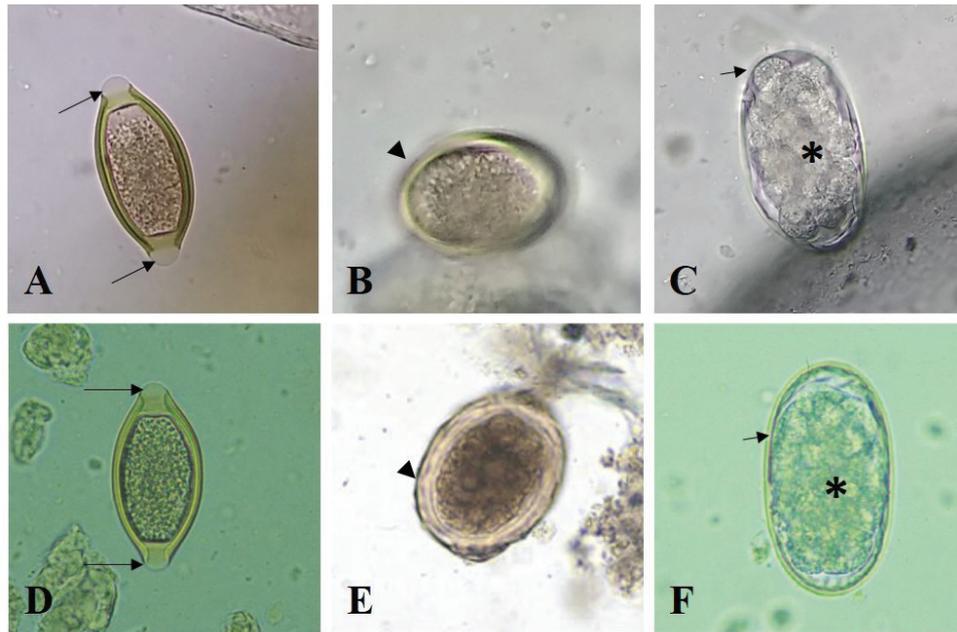
Telur nematoda gastrointestinal yang ditemukan merupakan telur cacing dari golongan yang penularannya melalui tanah (*soil transmitted helminth*, STH), dengan tipe trichurid, ascarid, dan strongylid (**Gambar 1**). Morfologi telur tipe

trichurid memiliki bentuk oval seperti tong anggur (*barrel shaped*). Kedua ujung telur membentuk penonjolan (kutub) yang dikenal sebagai *bipolar-plugged* (Gambar 1A, 1D). Tipe telur ascarid yang ditemukan dalam sampel feses monyet ekor panjang merupakan telur yang dibuahi (*fertilized*), berwarna kuning kecokelatan dengan bentuk bulat, dan tanpa adanya lapisan luar cangkang yang kasar (*decorticated egg*) (Gambar 1B, 1E). Telur tipe strongylid yang ditemukan dalam sampel feses monyet ekor panjang memiliki bentuk *elips* dengan dinding telur yang tipis dan terdapat sel berwarna keabuan (morula) di dalamnya (Gambar 1C, 1F).

### Tingkat infeksi nematodosis berdasarkan kelompok umur

Sebanyak 9 dari 24 monyet ekor panjang mengalami nematodosis dengan tingkat infeksi 37,5%. Telur tipe trichurid paling banyak ditemukan menginfeksi monyet ekor panjang, disusul telur tipe ascarid, dan telur tipe strongylid memiliki tingkat infeksi terendah.

Nilai tingkat infeksi nematodosis pada monyet ekor panjang berdasarkan kelompok umur disajikan pada **Tabel 1**. Tingkat infeksi total nematodosis paling tinggi terjadi pada kelompok umur bayi dan anak, yaitu sebesar 50%. Tingkat infeksi total paling rendah terdapat pada kelompok umur remaja sebesar 16,7%, sedangkan pada kelompok umur dewasa sebesar 33,3%. Tipe telur trichurid ditemukan menginfeksi semua kelompok umur dalam bentuk infeksi tunggal maupun campuran. Tingkat infeksi trichurid paling tinggi ditemukan pada kelompok umur anak, yaitu sebesar 33,3% dalam bentuk infeksi tunggal. Tipe telur ascarid ditemukan dalam bentuk infeksi campuran dengan tipe telur trichurid pada kelompok umur anak dan bayi. Tingkat infeksi campuran ascarid dan trichurid paling tinggi ditemukan pada kelompok umur bayi, yaitu sebesar 33,3%.



**Gambar 1** Morfologi telur tipe trichurid, ascarid, dan strongylid pada *Macaca fascicularis* hasil penelitian (A, B, dan C) dan referensi dari Zajac dan Conboy (2012) (D, E, dan F). A dan D telur tipe trichurid, tanda panah menunjukkan *bipolar-plugged*. B dan E telur tipe ascarid, tanda kepala panah menunjukkan telur dekortikasi tanpa lapisan *mammilated eksternal*. C dan F telur tipe strongylid, tanda panah menunjukkan dinding telur yang tipis, tanda bintang (\*) menunjukkan kelompok sel morula (berbentuk seperti anggur). A-C pembesaran 100 $\times$ .

**Tabel 1** Tingkat infeksi nematodosis pada monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) berdasarkan umur

Kelompok Umur	N (ekor)	Tingkat infeksi (%)			
		Total	Trichurid	Trichurid + Ascarid	Strongylid
Dewasa	6	33,3	16,7	0	16,7
Remaja	6	16,7	16,7	0	0
Anak	6	50	33,3	16,7	0
Bayi	6	50	16,7	33,3	0

### Tingkat infeksi nematodosis berdasarkan jenis kelamin

Nilai tingkat infeksi nematodosis gastrointestinal pada monyet ekor panjang berdasarkan jenis kelamin disajikan pada **Tabel 2**. Tingkat infeksi nematodosis paling tinggi terdapat pada kelompok jenis kelamin betina dengan tingkat infeksi total 41,7%. Tingkat infeksi total pada kelompok jenis kelamin jantan sebesar 33,3%. Telur tipe trichurid ditemukan menginfeksi semua kelompok jenis kelamin dalam bentuk infeksi tunggal maupun campuran. Tingkat infeksi tunggal telur tipe trichurid paling tinggi ditemukan pada kelompok jenis kelamin betina,

yaitu sebesar 25%. Tingkat infeksi campuran trichurid dan ascarid paling tinggi ditemukan pada kelompok umur jantan, yaitu sebesar 16,7%. Tipe telur strongylid hanya ditemukan pada kelompok jenis kelamin betina dalam bentuk infeksi tunggal. Tingkat infeksi telur tipe strongylid pada kelompok jenis kelamin betina adalah sebesar 8,3%.

### Derajat infeksi nematodosis

Nilai rata-rata TTGT monyet ekor panjang di kandang penangkaran PSSP LPPM IPB disajikan pada **Tabel 3**. Infeksi telur tipe ascarid dan strongylid berdasarkan nilai rata-rata TTGT metode McMaster tidak terdeteksi di kandang penangkaran

**Tabel 2** Tingkat infeksi nematodosis pada monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) berdasarkan jenis kelamin

Kelompok Umur	N (ekor)	Tingkat infeksi (%)			
		Total	Trichurid	Trichurid + Ascarid	Strongylid
Jantan	12	33,3	16,7	16,7	0
Betina	12	41,7	25	8,3	8,3

**Tabel 3** Nilai rata-rata jumlah telur tiap gram tinja (TTGT) monyet ekor panjang yang terinfeksi ascarid, trichurid, dan strongylid berdasarkan metode McMaster dan Kato-Katz

Monyet Ekor Panjang	N (ekor)	McMaster (TTGT)			Kato-Katz (TTGT)		
		ascarid	trichurid	strongylid	ascarid	trichurid	strongylid
Betina dewasa	2	0	50 ± 70,7	0	0	36 ± 50,9	12 ± 17
Betina anak	3	0	833,3 ± 923,8	0	16 ± 27,7	312 ± 292	0
Jantan bayi	3	0	366,7 ± 305,5	0	32 ± 27,7	240 ± 231,4	0
Jantan remaja	1	0	400	0	0	168	0

PSSP LPPM IPB (0 TTGT). Infeksi telur tipe trichurid berdasarkan nilai rata-rata TTGT metode McMaster tergolong dalam derajat infeksi sedang hingga rendah. Nilai rata-rata TTGT telur tipe ascarid, trichurid, dan strongylid menggunakan metode Kato-Katz tergolong dalam derajat infeksi rendah. Secara keseluruhan, derajat infeksi paling tinggi hingga paling rendah dari setiap tipe telur cacing, berturut-turut adalah trichurid (833,3 ± 923,8 TTGT), ascarid (32 ± 27,7 TTGT), dan strongylid (12 ± 17 TTGT).

## Pembahasan

Telur tipe trichurid yang ditemukan dalam sampel feses monyet ekor panjang sesuai dengan yang dilaporkan oleh Zajac dan Conboy (2012). Morfologi telur tipe trichurid memiliki bentuk oval seperti tong anggur (*barrel shaped*), dengan panjang 70–80 µm dan lebar 30–42 µm. Kedua ujung telur membentuk penonjolan (kutub) yang dikenal sebagai *bipolar-plugged*. Lapisan luar telur berwarna kekuningan dan lapisan dalamnya berwarna jernih (Zajac & Conboy 2012). Telur tipe trichurid berisi embrio (Ideham & Pusarawati, 2007). Cacing nematoda tipe trichurid yang dapat menginfeksi primata menurut Siagian *et al.* (2021) adalah *Trichuris trichuria*.

Morfologi telur tipe ascarid dapat dibedakan menjadi telur yang dibuahi (*fertilized*) dan telur yang tidak dibuahi (*unfertilized*) (CDC, 2019). Menurut Zajac dan Conboy (2012), telur ascarid mengandung sel tunggal yang dikelilingi oleh lapisan cangkang yang tebal (*mammillated eksternal*) ketika pertama kali telur dikeluarkan. Dalam beberapa kasus, lapisan luar cangkang yang tebal tersebut tidak ada, yang dikenal sebagai *decorticated egg* atau telur dekortikasi. Tipe telur ascarid yang ditemukan dalam sampel feses monyet ekor panjang merupakan telur yang dibuahi (*fertilized*), berwarna kuning kecokelatan dengan bentuk bulat tanpa adanya lapisan luar cangkang yang kasar (*decorticated egg*). Telur yang dibuahi memiliki panjang antara 45–75 µm. Telur yang tidak dibuahi memiliki bentuk memanjang dan lebih besar daripada telur yang dibuahi (panjangnya hingga 90 µm). Lapisan luar telur yang tidak dibuahi lebih tipis dan lapisan *mammillated eksternal*-nya lebih bervariasi, baik dengan tonjolan besar atau praktis tidak ada. Telur yang tidak dibuahi terutama mengandung massa butiran refraktif (CDC, 2019). Menurut Riwidharso *et al.* (2020) cacing nematoda tipe ascarid yang sering menginfeksi primata adalah *Ascaris lumbricoides*.

Telur tipe strongylid yang ditemukan dalam sampel feses monyet ekor panjang sesuai dengan

yang dilaporkan oleh Zajac dan Conboy (2012). Telur memiliki bentuk *elips* dengan dinding telur yang tipis dan terdapat sel berwarna keabuan (morula) di dalamnya. Sel tersebut dapat berjumlah 4, 8, 16, dan seterusnya. Telur tipe strongylid memiliki ukuran kira-kira 65–100  $\mu\text{m}$  × 34–50  $\mu\text{m}$ , bergantung pada spesiesnya (Zajac & Conboy, 2012). Spesies cacing nematoda tipe strongylid yang dapat menginfeksi satwa primata terdiri atas 3 spesies, yaitu *Ancylostoma duodenale* (*old world hookworm*) (Mukhlisah *et al.*, 2017), *Necator spp.* (*new world hookworm*) (Hasegawa *et al.*, 2014), dan *Oesophagostomum sp.* (Terio *et al.*, 2018). Genus strongylid dapat diketahui dari hasil identifikasi larva stadium tiga (L3) setelah pemupukan feses. Tipe telur strongylid pada penelitian ini hanya ditemukan pada kelompok umur dewasa dalam bentuk infeksi tunggal dengan tingkat infeksi 16,7%.

Tingkat infeksi total nematodosis gastrointestinal yang tinggi pada kelompok umur bayi dan anak karena hewan muda belum memiliki sistem imun spesifik. Menurut Siagian *et al.* (2021), hewan muda lebih rentan terinfeksi daripada hewan dewasa karena sistem imun spesifik belum terbentuk secara sempurna pada hewan muda. Fungsi utama sistem imun spesifik adalah untuk pertahanan terhadap infeksi benda asing, seperti endoparasit cacing. Sistem imun spesifik didapatkan ketika tubuh pernah terpapar benda asing. Sistem imun spesifik yang berkaitan dengan infeksi cacing adalah Sel T *helper-2* (Sher & Coffman, 2020). Sistem imun mengalami perubahan akibat perbedaan jenis kelamin dan penambahan usia (Márquez *et al.*, 2020). Sistem imun spesifik yang belum terbentuk pada kelompok umur bayi dan anak kemungkinan sebagai penyebab hewan akan lebih mudah terinfeksi oleh tipe cacing gastrointestinal lain. Hal tersebut yang mengakibatkan infeksi campuran juga banyak terjadi pada kelompok umur bayi dan anak.

Tingkat infeksi nematodosis yang tinggi pada kelompok jenis kelamin betina diduga karena sistem fisiologis dan kekebalan tubuh monyet

betina yang berbeda dari jantan. Siklus reproduksi yang dipengaruhi oleh hormon kelamin betina menyebabkan perbedaan proses fisiologis pada tubuh betina, terutama pada masa kebuntingan, pascamelahirkan, dan pada masa menyusui. Tingkat stres juga dapat mengarah ke penekanan sistem kekebalan (Yoseph *et al.*, 2018). Penelitian yang dilakukan Hughes *et al.* (2013) menegaskan bahwa kondisi hormon progesteron yang tinggi akan berkontribusi dalam penurunan (imunosupresi) sistem kekebalan tubuh. Pada kondisi ini, monyet lebih rentan terhadap infeksi endoparasit. Kondisi immunosupresi pada inang juga akan memperpanjang durasi dan intensitas infeksi endoparasit (Viney & Lok, 2007).

Pengukuran derajat infeksi nematodosis di kandang penangkaran PSSP LPPM IPB sudah pernah dilakukan oleh Purnama *et al.* (2021) dengan hasil yang juga rendah. Kategori derajat infeksi nematodosis mengacu pada Thienpont *et al.* (1979). Menurut Thienpont *et al.* (1979), hewan yang terinfeksi dengan jumlah TTGT 1–499 dikategorikan mengalami infeksi rendah, jumlah TTGT 500–5000 dikategorikan mengalami infeksi sedang, dan jumlah TTGT lebih dari 5000 dikategorikan mengalami infeksi tinggi. Berdasarkan hasil penelitian ini, derajat infeksi nematodosis di kandang penangkaran PSSP LPPM IPB juga tergolong dalam kategori derajat infeksi rendah. Nematodosis dapat menyebabkan gangguan saluran pencernaan meskipun hanya termasuk kategori infeksi rendah serta tanpa gejala klinis. Infeksi cacing parasit juga mampu menurunkan imunitas (imunosupresi) untuk melawan patogen usus lain (Sultan *et al.*, 2013).

Derajat infeksi di kandang penangkaran PSSP LPPM IPB dapat dipengaruhi oleh jumlah populasi, perilaku satwa, sistem perkandangan, dan manajemen pemeliharaan. Populasi monyet ekor panjang yang berada di kandang penangkaran PSSP LPPM IPB dipisahkan ke dalam dua kandang, masing-masing berisi monyet ekor panjang yang

berada dalam kandang individu sehingga interaksi sosial antarsatwa terbatas. Kandang secara rutin dibersihkan setiap 2 kali sehari, yaitu setiap pagi dan sore hari. Pemberian pakan dilakukan setelah kandang dibersihkan dan diletakkan pada wadah yang jauh di atas dari lantai kandang.

Tempat pakan dan minum dibersihkan dan diganti dengan tempat yang kering dan bersih setiap hari. Petugas yang masuk kandang dibatasi maksimal dua orang dan harus memakai *personal protective equipment* (PPE) yang meliputi *scrub*, *hair cap*, *gloves*, baju khusus kandang, dan sepatu *boots*. Petugas yang akan memasuki kandang juga diwajibkan mencelupkan kaki ke dalam bak chlorine yang berbeda di setiap pintu masuk kandang guna mencegah transmisi agen penyakit melalui tanah yang dibawa oleh petugas. Meskipun begitu, kejadian nematodosis di kandang penangkaran PSSP LPPM IPB masih tetap ada walaupun dalam derajat infeksi yang rendah sehingga tetap perlu dilakukan tindakan pengendalian dan pencegahan.

Program pengobatan dengan pemberian antelmintik perlu dilakukan selain memperhatikan kebersihan kandang, makanan, dan minuman. Menurut Haryuningtyas dan Beriajaya (2002), pemberian antelmintik merupakan usaha pengendalian dan pencegahan infeksi cacing. Keberadaan telur tipe trichurid yang sulit dikendalikan di kandang penangkaran PSSP LPPM IPB dapat disebabkan karena penggunaan antelmintik yang kurang tepat. Antelmintik yang ideal untuk pengobatan haruslah efektif, spektrum luas, mempunyai efek ovisidal dan larvasidal sehingga telur yang mencemari tanah juga mati (Hendra, 2018). Antelmintik yang direkomendasikan oleh WHO (1998) dalam penanganan dan kontrol STH adalah albendazol, mebendazol, levamisol, dan pirantel pamoat. Pengendalian nematodosis dapat dilakukan dengan antelmintik kombinasi. Menurut penelitian Kagira *et al.* (2011), kombinasi ivermectin dan albendazol dalam upaya pengendalian nematoda

gastrointestinal pada *non-human primate* (NHP) cukup efektif dalam mengobati infeksi *Trichuris trichiura* dan strongylid pada monyet vervet dan babon.

Metode Kato-Katz adalah metode diagnostik yang direkomendasikan oleh WHO untuk memantau program pengobatan dan pengendalian nematodosis STH dalam kesehatan masyarakat. Metode McMaster, meskipun umum digunakan dalam parasitologi veteriner, tetapi jarang digunakan untuk mendeteksi cacing STH dalam feses manusia (Levecke *et al.*, 2011).

Nilai TTGT yang diperoleh pada metode McMaster dan Kato-Katz menunjukkan hasil yang berbeda. Nilai TTGT telur cacing yang diperoleh dengan metode Kato-Katz menunjukkan nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan metode McMaster. Perbedaan tersebut terjadi karena pada metode Kato-Katz membutuhkan waktu inkubasi hingga semua telur cacing dapat terlihat (*clearing time*) (Summit, 2022). Lama waktu inkubasi akan mempengaruhi penyerapan *malachite green* ke dalam lapisan telur cacing. Menurut WHO (1998), rentang waktu inkubasi yang baik adalah 30–60 menit, sedangkan dalam penelitian ini lama waktu yang digunakan adalah 32 menit. Apabila waktu inkubasi lebih dari 60 menit maka telur tipe strongylid akan menghilang. Hal tersebut disebabkan sifat toksik *malachite green* yang dapat merusak lapisan telur cacing (Bosch *et al.*, 2021).

Tipe telur ascarid dan strongylid pada metode McMaster tidak terdeteksi (0 TTGT). Hal tersebut terjadi karena sensitivitas metode McMaster terbatas pada nilai  $\geq 100$  TTGT sehingga dapat menimbulkan hasil negatif palsu (Zajac & Conboy, 2012). Penggunaan metode kuantitatif seperti McMaster dapat digunakan jika ditunjang dengan metode kualitatif untuk menghindari negatif palsu. Sementara itu, pada metode Kato-Katz ketiga tipe telur cacing gastrointestinal yang tergolong dalam kelompok cacing STH dapat terdeteksi. Hal tersebut

karena metode Kato-Katz merupakan *golden standard* untuk mendeteksi cacing STH (WHO, 1998). Hal ini didukung oleh hasil penelitian Levecke *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa metode Kato-Katz lebih sensitif dibandingkan dengan metode McMaster dalam pendeteksian infeksi *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, dan cacing tambang.

Metode McMaster membutuhkan kamar hitung khusus (mahal) dan preparasi sampel yang cukup rumit sehingga kurang efisien dalam waktu pengerjaan. Metode McMaster memiliki keuntungan seperti tampilan mikroskopis yang lebih bersih dan jelas sehingga memudahkan dalam penghitungan telur (Levecke *et al.*, 2020). Penelitian Levecke *et al.* (2009) tentang metode deteksi cacing *Trichuris* sp. pada *non-human primates* menunjukkan bahwa metode McMaster menjanjikan untuk penilaian kemanjuran obat cacing berdasarkan FECR (*fecal egg count reduction*). Metode ini mampu memberikan perkiraan FEC (*fecal egg count*) yang akurat dan sangat mudah digunakan.

Metode Kato-Katz memiliki kelebihan seperti biaya murah, waktu preparasi sampel singkat, penanganan, dan peralatan dasar yang sederhana (Glinz *et al.*, 2010). Berdasarkan sensitivitas uji dan kelebihan yang dimiliki oleh kedua metode kuantitatif tersebut, metode Kato-Katz diduga lebih efektif dan efisien digunakan dalam program pengendalian dan monitoring nematodosis pada kandang penangkaran monyet ekor panjang PSSP LPPM IPB.

Derajat nematodosis yang rendah pada kandang penangkaran PSSP LPPM IPB tidak menjamin peluang transmisi yang rendah tanpa diikuti oleh perbaikan sanitasi lingkungan kandang. Transmisi nematodosis berhubungan dengan siklus hidup setiap jenis cacing parasit. Infeksi cacing gastrointestinal pada primata umumnya melalui dua rute transmisi, yaitu oral dan transkutan. Ascarid dan trichurid menginfeksi satwa primata melalui rute oral. Adapun stadium infeksiif larva tiga (L3) strongylid

mampu menginfeksi satwa primata melalui rute oral dan transkutan (Pourrut *et al.*, 2010). Transmisi nematoda golongan STH terjadi melalui kontak dengan tanah atau konsumsi pangan/pakan yang terkontaminasi telur atau larva infeksiif yang berada di tanah oleh inang (Al-Tameemi *et al.*, 2019).

Telur trichurid dapat hidup di tanah yang lembap dan terhindar dari sinar matahari dengan suhu 25–28°C (Supali *et al.*, 2009). Telur trichurid sangat resistan terhadap lingkungan sehingga tahan lebih lama berada di kandang pemeliharaan. Hal tersebut diduga menjadi penyebab tingkat infeksi trichurid yang tinggi pada monyet ekor panjang di kandang penangkaran PSSP LPPM IPB. Taniawati *et al.* (2008) menyebutkan bahwa infeksi cacing trichurid yang berat dan menahun akan menimbulkan gejala diare yang sering diselingi sindrom disentri, anemia, bobot badan turun, dan kadang-kadang disertai prolapsus rektum. Infeksi berat sering disertai dengan infeksi cacing lain, seperti ascarid. Infeksi ringan biasanya tidak menunjukkan gejala klinis yang jelas atau tanpa gejala (Bethony *et al.*, 2006).

Cacing ascarid dewasa dalam usus halus inang setelah berkopulasi akan menghasilkan telur yang akan dikeluarkan bersamaan dengan feses inang. Ketahanan telur ascarid di lingkungan dipengaruhi oleh adanya lapisan albumin tebal yang berfungsi sebagai pelindung terhadap situasi lingkungan yang tidak kondusif sehingga telur dapat bertahan hidup di lingkungan sampai berbulan-bulan bahkan bertahun-tahun (Widoyono, 2011).

Telur strongylid menetas menjadi larva di lingkungan (tanah) pada suhu optimal 23–33°C dan kelembapan yang sesuai. Rute transmisi strongylid melalui kulit, terutama telapak kaki (transkutan), kemudian masuk ke aliran darah. Rute infeksi strongylid juga terjadi per-oral dengan tertelannya L3 dari pakan atau minuman yang tercemar (Elfred *et al.*, 2016). Tidak adanya tanah sebagai media perkembangan larva infeksiif di dalam kandang diduga menjadi penyebab tingkat infeksi infeksi strongylid yang rendah pada monyet ekor panjang

di penangkaran.

## Simpulan

Tiga tipe telur cacing nematoda golongan STH ditemukan menginfeksi monyet ekor panjang di kandang penangkaran PSSP LPPM IPB, yaitu trichurid, ascarid, dan strongylid. Tingkat infeksi nematodosis lebih tinggi terjadi pada kelompok umur bayi, kelompok umur anak, dan kelompok jenis kelamin betina. Derajat infeksi nematoda gastrointestinal di kandang penangkaran PSSP LPPM IPB termasuk kategori sedang hingga rendah. Metode Kato-Katz mampu mengidentifikasi tiga tipe telur nematoda golongan STH dari pada metode McMaster.

**Ucapan Terima Kasih:** tidak ada

**Pendanaan:** tidak ada

**Konflik kepentingan:** Semua penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan dalam penelitian ini.

**Kontribusi penulis:** HSD dan EBR merancang penelitian; BR dan EBR melaksanakan penelitian; BR, HSD, dan EBR menulis naskah.

## Referensi

- Al-Tameemi K, Dayoub A, Mazloom M. 2019. Contamination of water with helminth eggs: A case study of Sourani dam Lake-Tartus governorate. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 12(10): 1–3. DOI: 10.22159/ajpcr.2019.v12i10.35101.
- Bellantari M, Wandia IN, Dwinata IM. 2021. Tingkat infeksi dan identifikasi cacing gastrointestinal pada monyet ekor panjang di kawasan Pura Pulaki, Banyupoh, Gerokgak, Buleleng, Bali. *Indonesia Medicus Veterinus*, 10(1): 51–60. DOI:10.19087/IMV.2021.10.1.51.
- Bethony J, Brooker S, Albonico M, Geiger SM, Loukas A, Diemert D, Hotez PJ. 2006. Soil-transmitted helminth infections: ascariasis, trichuriasis, and hookworm. *Lancet*, 367(9521): 1521–1532. DOI: 10.1016/S0140-6736(06)68653-4.
- Bosch F, Palmeirim MS, Ali SM, Ame SM, Hattendorf J, Keiser J. 2021. Diagnosis of soil-transmitted helminths using the Kato-Katz technique: What is the influence of stirring, storage time and storage temperature on stool sample egg counts. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 15(1): e0009032. DOI: 10.1371/journal.pntd.0009032.
- CDC [Centers for Diseases Control and Prevention]. 2019. Ascariasis [Internet]. Diakses pada [2022 April 28]. Tersedia pada: <https://www.cdc.gov/dpdx/ascariasis/index.html>.
- CITES [Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora]. 2014. Review of significant trade of appendix-II species [Internet]. Diakses pada [2022 Agustus 7]. Tersedia pada: <https://cites.org/sites/default/files/eng/com/ac/27/wg/E-AC27-WG-01.pdf>
- Elfred, Arwati, H, Suwarno. 2016. Gambaran basofil, TNF- $\alpha$ , dan IL-9 pada petani terinfeksi STH di Kabupaten Kediri. *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 18(3): 230–242. DOI: 10.20473/jbp.v18i3.2016.230-254.
- Glinz D, Silue KD, Knopp S, Lohourignon KL, Yao PK, Steinmann P, Rinaldi L, Cringoli G, N’Goran EK, Utzinger J. 2010. Comparing diagnostic accuracy of Kato Katz, koga agar plate, ether-concentration, and FLOTAC for *Schistosoma mansoni* and soil-transmitted helminth. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 4(7): e754. DOI:10.1371/journal.pntd.0000754.
- Hansen MF, Gill M, Nawangsari VA, Sanchez, Cheyne SM, Nijman V, Fuentes A. 2021. Conservation of Long-tailed Macaques: Implications of the updated IUCN status and the CoVID-19 pandemic. *Primate Conservation*, 1(35): 207–217. DOI: 10.3389/fcosc.2022.839131.
- Haryuningtyas D, Beriajaya. 2002. Metode deteksi resistensi terhadap antelmintik pada domba kambing. *Wartazoa* 12(2): 72–79.
- Hasegawa H, Modrý D, Kitagawa M, Shutt KA,

- Todd A, Kalousová B, Ilona Profousová I, Petrželková KJ. 2014. Humans and great apes cohabiting the forest ecosystem in central african republic harbour the same hookworms. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 8(3): e2715. DOI: 10.1371/journal.pntd.0002715.
- Hendra MKT. 2018. Pengaruh albendazol dan mebendazol terhadap perkembangan telur *Trichuris trichiura* [Thesis]. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Hughes GC, Clark EA, Wong AH. 2013. The intracellular progesterone receptor regulates CD4+ T cells and T cell-dependent antibody responses. *Journal of Leukocyte Biology*, 93(3): 369–375. DOI: 10.1189/jlb.1012491.
- Ideham B, Pusarawati S. 2007. Helmintologi kedokteran. Surabaya (ID): Airlangga University Press.
- IUCN [International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources]. 2022. The IUCN Red List of Threatened Species [Internet]. Diakses pada [2022 Agustus 7]. Tersedia pada: file:///C:/Users/Aspire%203/Downloads/10.2305\_IUCN.UK.2022-1.RLTS.T12551A199563077.en.pdf
- Kagira JM, Oluoch G, Waititu K, Mulei I, Maingi N, Ngotho M. 2011. High efficacy of combined albendazole and ivermectin treatment against gastrointestinal nematodes in Vervet Monkeys and Baboons. *Scandinavian Journal of Laboratory Animal Science*, 38(3): 137–193.
- Kurniawati DA, Suwanti LT, Lastuti NDR, Kusdarto S, Suprihati E, Mufasirin M, Pratiwi A. 2020. Zoonotic potential of gastrointestinal parasite in long-tailed macaque *Macaca fascicularis* at Baluran National Park, Situbondo, East Java, Indonesia. *Aceh Journal of Animal Science*, 5(1): 47–56. DOI: 10.13170/ajas.5.1.15397.
- Levecke B, Behnke JM, Ajjampur SSR, Albonico M, Ame SM, Charlier J, Geiger SM, Hoa NTV, Ngassam RIK, Kotze AC, McCarthy JS, Montresor A, Periago MV, Roy S, Tchuente' LAT, Thach DTC, Vercruyse J. 2011. A comparison of the sensitivity and fecal egg counts of the McMaster egg counting and Kato-Katz thick smear methods for Soil-Transmitted Helminths. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 5(6): e1201. DOI: 10.1371/journal.pntd.0001201.
- Levecke B, Cools P, Albonico M, Ame S, Angebault C, Ayana M, Behnke JM, Bethony JM, Cringoli G, Dana D, Guillard B, Viet Hoa NT, Kang G, Kattula D, Keiser J, Kotze AC, Matoso LF, Maurelli MP, McCarthy JS, Mekonnen Z, Mirams G, Montresor A, Oliveira RC, Periago MV, Pinto SA, Rinaldi L, Sayasone S, Sumo L, Tchuem-Tchuente LA, Cam Thach DT, Thomas E, Zeynudin A, Verweij JJ, Vlaminck J, Vercruyse J. 2020. Identifying thresholds to classify moderate-to heavy soil-transmitted helminth intensity infections for FECPAKG2, McMaster, Mini-FLOTAC and qPCR. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 14(7): e0008296. DOI: 10.1371/journal.pntd.0008296.
- Levecke B, De Wilde N, Vandenhoute E, Vercruyse J. 2009. Field validity and feasibility of four techniques for the detection of Trichurid in simians: a model for monitoring drug efficacy in public health. *PLoS Neglected Tropical Diseases* 3(1): e366. DOI: 10.1371/journal.pntd.0000366.
- Márquez EJ, Chung CH, Marches R, Rossi RJ, Nehar-Belaid D, Eroglu A, Mellert DJ, Kuchel GA, Banchereau J, Ucar D. 2020. Sexual-dimorphism in human immune system aging. *Nature Communications*, 11(1): 751. DOI: 10.1038/s41467-020-14396-9.
- Mbuthia P, Murungi E, Owino V, Akinyi M, Eastwood G, Nyamota R, Lekool I, Jeneby M. (2021). Potentially zoonotic gastrointestinal nematodes co-infecting free ranging non-human primates in Kenyan urban centres. *Veterinary Medicine and Science*, 7(3): 1023–1033. DOI: 10.1002/vms3.424.
- Mukhlisah N, Rell F, Muslimin L. 2017. Identifikasi

- nematoda gastrointestinal *Macaca maura* di Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung, Sulawesi Selatan. *Jurnal Primatologi Indonesia*, 14(1): 22–27.
- Mul IF, Paembonan W, Singleton I, Wich SA, Bolhuis HG. 2007. Intestinal parasites of free-ranging, semicaptive, and captive *Pongo abelii* in sumatra, Indonesia. *International Journal of Primatology*, 28: 407–420.
- Pourrut X, Diffo JLD, Somo RM, Bilong Bilong CF, Delaporte E, LeBreton M, Gonzalez JP. 2010. Prevalence of gastrointestinal parasites in primate bushmeat and pets in Cameroon. *Veterinary Parasitology*, 5: 1–5. DOI: 10.1016/j.vetpar.2010.09.023.
- Purnama RD, Tiuria R, Darusman HS. 2021. Kecacingan pada saluran pencernaan monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*). *ARSHI Veterinary Letters*, 5(2): 37–38. DOI: 10.29244/avl.5.2.37-38.
- Riwidiharso E, Nasution EK, Aji HT. 2020. Keragaman dan tingkat infeksi nematoda parasit usus pada monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis*) di kawasan wisata Masjid Saka Tunggal. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera*, 37(1): 55–59. DOI: 10.20884/1.MIB.2020.37.1.1136.
- Sajuthi D, Astuti DA, Perwitasari D, Iskandar E, Sulistiawati E, Suparto IH, Kyes RC. 2016. Hewan model satwa primata vol 1, *Macaca fascicularis*: kajian populasi, tingkah laku, status nutrien, dan nutrisi untuk model penyakit. Bogor (ID): IPB Press.
- Sasseville VG, Diters RW. 2008. Impact of infections and normal flora in nonhuman primates on drug development. *ILAR Journal*, 49(2): 179–190. DOI: 10.1093/ilar.49.2.179.
- Sher A, Coffman RL. 1992. Regulation of immunity to parasites by T cells and T cell-derived cytokines. *Annual Review of Immunology*, 10: 385–409. DOI: 10.1146/annurev.iy.10.040192.002125.
- Siagian TB, Octavia D, Masnur I. 2021. Tingkat infeksi kecacingan saluran pencernaan pada primata di Pusat Rehabilitasi Primata Jawa. *Jurnal Sains Terapan*, 11(2): 42–48. DOI: 10.29244/jstsv.11.2.42-48.
- Sultan A, Ayele G, Tadesse B, Ahmed A. 2013. Prevalence of gastrointestinal parasites of horses and donkeys in Kurfa Chale District, East Hararghe, Ethiopia. *Livestock Research for Rural Development*, 26(7): 119–125.
- Summit DJ. 2022. The comparison of three different fecal egg counting techniques and their ability techniques to perform a fecal egg count reduction test [Thesis]. Springfield (US): Missouri State University.
- Supali, T. Margono, S. Abidin. 2009. Nematoda usus. Ed 4. Jakarta (ID): Balai Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Terio, KA, Lonsdorf EV, Kinsel MJ, Raphael J, Lipende I, Collins A, Li Y, Hahn BH, Travis DA, Gillespie TR. (2018). Oesophagostomiasis in non-human primates of Gombe National Park, Tanzania. *American Journal of Primatology*, 80(1): e22572. DOI: 10.1002/ajp.22572.
- Thienpont DE, Rochette F, Vanparus OFJ. 1979. Diagnosing helminthiasis through coprological examination. Beerse (BE): Janssen Pharmaceutica.
- Viney ME, Lok JB. 2007. *Strongyloides spp. WormBook*, 23: 1–15.
- Wahyuwardani S, Noor SM, Bakrie B. 2020. Etika kesejahteraan hewan dalam penelitian dan pengujian: implementasi dan kendalanya. *Wartazoa*, 30(4): 211–220. DOI: 10.14334/wartazoa.v30i4.2529.
- WHO [World Health Organization]. 1998. Guidelines for the evaluation of soil-transmitted helminthiasis and schistosomiasis at community level. a guide for control programme managers. Geneva (CH): World Health Organization.
- Widoyono. 2011. Penyakit tropis: epidemiologi, penularan, pencegahan, dan pemberantasannya. Jakarta (ID): Erlangga.

- Yoseph VV, Dwinata IM, Oka IBM. 2018. Tingkat infeksi dan faktor risiko infeksi *Trichuris suis* pada babi yang dipelihara di tempat pembuangan akhir Denpasar. *Indonesia Medicus Veterinus*, 7(4): 393–401. DOI: 10.19087/imv.2018.7.4.393.
- Zajac AM, Conboy GA. 2012. Veterinary clinical