

**DETEKSI PARASIT *Theileria equi* DAN *Babesia caballi*
SECARA CEPAT DAN AKURAT BERBASIS ALGORITMA
YOLO-V8**

FENI GEMALA KEDATON



**PROGRAM STUDI SARJANA KEDOKTERAN HEWAN
SEKOLAH KEDOKTERAN HEWAN DAN BIOMEDIS
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
Bogor Indonesia

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Deteksi Parasit *Theileria equi* dan *Babesia caballi* secara Cepat dan Akurat Berbasis Algoritma YOLO-v8” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2024

Feni Gemala Kedaton
B0401201168

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

FENI GEMALA KEDATON. Deteksi Parasit *Theileria Equi* dan *Babesia Caballi* secara Cepat dan Akurat Berbasis Algoritma YOLO-v8. Dibimbing oleh ARIFIN BUDIMAN NUGRAHA dan RIDI ARIF.

Piroplasmosis merupakan penyakit yang disebabkan oleh parasit *Theileria equi* dan *Babesia caballi*. Penyakit ini menyebabkan kerugian dalam industri kuda, diantaranya kuda mengalami anemia, ikterus, kegagalan organ, serta larangan keikutsertaan dalam kompetisi olahraga berkuda. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan membuat sistem identifikasi parasit *T. equi* dan *B. caballi* secara otomatis berdasarkan algoritma YOLO. Pembuatan sistem identifikasi dilakukan dengan melakukan pemotretan preparat ulas darah *T. equi* dan *B. caballi* yang diwarnai oleh pewarna Giemsa 10%, pembuatan dataset, anotasi dataset, pengembangan sistem, dan pengujian kemampuan sistem. Pengembangan sistem untuk mendeteksi stadium *T. equi* dan *B. caballi* dibantu oleh mitra penelitian PT. Vox Digital Kreatif. Sistem identifikasi berhasil dikembangkan dan menunjukkan kemampuannya dalam mendeteksi *T. equi* dan *B. caballi* dengan tingkat akurasi mAP50 69,8%, mAP50-95 40,5%, dan kecepatan deteksi 5,4 ms. Uji performa sistem secara manual mendapatkan nilai akurasi 91%, presisi 98%, *recall* 92%, dan *F1 Score* 95%. Hasil penelitian menunjukkan sistem berhasil mengidentifikasi parasit *B. caballi* dan *T. equi* secara cepat dengan presisi yang tinggi.

Kata kunci: *Babesia caballi*, Piroplasmosis, *Theileria equi*, YOLO

ABSTRACT

FENI GEMALA KEDATON. Fast and Accurate Detection of *Theileria equi* and *Babesia caballi* Parasite Based on Yolo-v8 Algorithm. Supervised by ARIFIN BUDIMAN NUGRAHA dan RIDI ARIF.

Piroplasmosis is a disease caused by the parasites *Theileria equi* and *Babesia caballi*. This disease causes losses in the horse industry, including horses experiencing anemia, jaundice, organ failure, and a ban on participation in equestrian sports competitions. Therefore, this study aims to create an automatic identification system for *T. equi* and *B. caballi* parasite based on YOLO algorithm. The creation of the identification system was carried out by photographing the blood smear of *T. equi* and *B. caballi* which is stained with 10% Giemsa dye, creating a dataset, dataset annotation, system development, and system capability testing. The development of the system to detect *T. equi* and *B. caballi* was assisted by research partner PT. Vox Digital Kreatif. The identification system was successfully developed and demonstrated its ability to detect *T. equi* and *B. caballi* with 69,8% mAP50 accuracy, 40,5% mAP50-95, and 5,4 ms detection speed. Manual system performance tests obtained 91% accuracy, 98% precision, 92% recall, and 95% F1 Score. The results showed that the system was able to identify *B. caballi* and *T. equi* parasites quickly with high precision.

Keywords: *Babesia caballi*, Piroplasmosis, *Theileria equi*, YOLO



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



DETEKSI PARASIT *Theileria equi* DAN *Babesia caballi* SECARA CEPAT DAN AKURAT BERBASIS ALGORITMA YOLO-V8

FENI GEMALA KEDATON

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Kedokteran hewan di
Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis

**PROGRAM STUDI SARJANA KEDOKTERAN HEWAN
SEKOLAH KEDOKTERAN HEWAN DAN BIOMEDIS
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Prof. drh. Agus Setiyono, MS., Ph.D., APVet
- 2 Dr. Siti Sa'diah S.Si., M.Si



Judul Skripsi : Deteksi Parasit *Theileria equi* dan *Babesia caballi* secara Cepat dan Akurat berbasis algoritma YOLO-v8

Nama : Feni Gemala Kedaton
NIM : B0401201168

@Hak cipta milik IPB University

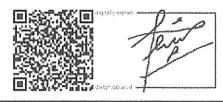
Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
drh. Arifin Budiman Nugraha, M.Si., Ph.D
NIP. 198804042014041001



Pembimbing 2:
Dr. drh. Ridi Arif
NIP. 198806032015041002



Diketahui oleh

Ketua Program Studi Sarjana Kedokteran Hewan
Dr. drh. Wahono Esthi Prasetyaningtyas, M.Si
NIP 198006182006042026



Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kemahasiswaan
Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis:
Prof. drh. Ni Wayan Kurniani Karja, MP, Ph.D.
NIP. 196902071996012001



Tanggal Ujian: 4 Juli 2024

Tanggal Lulus: 09 JUL 2024



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulis diberikan kekuatan dan kemudahan dalam penyusunan skripsi berjudul “Deteksi Parasit *Theileria equi* dan *Babesia caballi* secara Cepat dan Akurat Berbasis Algoritma YOLO-v8”.

Terima kasih sebesar besarnya penulis ucapkan kepada drh. Arifin Budiman Nugraha, M.Si., Ph.D sebagai dosen pembimbing pertama dan Dr. drh. Ridi Arif sebagai dosen pembimbing kedua dan dosen pembimbing akademik. Penulis berterima kasih atas kesempatannya dalam melakukan penelitian, memberikan arahan, dan masukan dalam proses pengerjaan skripsi ini. Terima kasih penulis ucapkan kepada PT Vox digital kreatif selaku mitra penelitian yang bekerjasama dalam mengembangkan sistem deteksi parasit *Theileria equi* dan *Babesia caballi*. Terima kasih penulis ucapkan kepada orang tua penulis, Bapak Ja’a Maliki dan Ibu Endah Purnamasari yang telah memberikan kasih sayang, doa, dukungan penuh baik moril dan material selama perkuliahan hingga pengerjaan skripsi ini. Semua bantuan dan dukungan tersebut menjadi pilar utama bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih penulis ucapkan juga kepada rekan penyusunan tugas akhir serta teman-teman yang telah menemani penulis selama perkuliahan di SKHB IPB.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, namun penulis berharap semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2024

Feni Gemala Kedaton

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Kuda	3
2.2 Equine piroplasmosis	3
2.3 <i>Theileria equi</i>	3
2.3.1 Taksonomi <i>Theileria equi</i>	3
2.3.2 Siklus Hidup <i>Theileria equi</i>	4
2.3.3 Karakteristik <i>Theileria equi</i>	4
2.4 <i>Babesia caballi</i>	5
2.4.1 Taksonomi <i>Babesia caballi</i>	5
2.4.2 Siklus Hidup <i>Babesia caballi</i>	5
2.4.3 Karakteristik <i>Babesia caballi</i>	6
2.5 Algoritma YOLO	6
III METODE	7
3.1 Waktu dan Tempat	7
3.2 Alat dan Bahan	7
3.3 Prosedur Penelitian	7
3.3.1 Pemeriksaan Preparat Ulas Darah	7
3.3.2 Pengukuran <i>Theileria equi</i> dan <i>Babesia caballi</i> menggunakan <i>Image J</i>	7
3.3.3 Pengembangan Algoritma Identifikasi <i>Theileria equi</i> dan <i>Babesia caballi</i>	7
3.3.4 Pengujian Kemampuan Algoritma YOLO dalam Identifikasi <i>Theileria Equi</i> dan <i>Babesia Caballi</i>	8
3.4 Analisis Data	8
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	9
4.1 Gambaran Hasil Pemeriksaan Ulas Darah untuk Perancangan Dataset Algoritma	9
4.2 Perancangan Dataset Algoritma YOLO	10
4.3 Hasil Uji Identifikasi <i>Theileria equi</i> dan <i>Babesia caballi</i> berdasarkan Algoritma YOLO	11
4.4 Penilaian Manual Performa Algoritma YOLO dalam Mendeteksi <i>Theileria equi</i> dan <i>Babesia caballi</i>	12
V SIMPULAN DAN SARAN	14

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



5.1	Simpulan	14
5.2	Saran	14
	DAFTAR PUSTAKA	15
	RIWAYAT HIDUP	18

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

Tabel 1 <i>Confussion matrix</i>	8
Tabel 2 Hasil data uji identifikasi <i>Theileria equi</i> dan <i>Babesia caballi</i> (Sumber : PT. Vox Digital Kreatif)	12
Tabel 3 <i>Confussion matrix</i> hasil data <i>training</i>	13

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Siklus Hidup <i>Theileria equi</i> dan <i>Babesia caballi</i> (Scoles dan Ueti 2015)	4
Gambar 2 <i>Theileria equi</i> dan <i>Babesia caballi</i> yang berada di dalam eritrosit (Kumar <i>et al.</i> 2009)	5
Gambar 3 Karakteristik <i>Theileria equi</i> dan <i>Babesia caballi</i> secara mikroskopis (Florin-Christensen dan Schnittger 2018)	6
Gambar 4 Gambar stadium trofozoit (A - F) dan merozoit (G dan H) <i>Babesia caballi</i> pada preparat ulas darah yang diwarnai pewarna Giemsa 10%	9
Gambar 5 Gambar stadium trofozoit (A-D) serta <i>maltese cross</i> (panah) merozoit (E-H) <i>Theileria equi</i> preparat ulas darah yang diwarnai pewarna Giemsa 10%	10
Gambar 6 Aplikasi <i>Visual Object Tagging Tool</i> (VoTT) yang digunakan untuk proses anotasi data	11
Gambar 7 Proses anotasi data pada masing-masing parasit	11
Gambar 8 Hasil sistem dalam mengidentifikasi <i>Theileria equi</i> dan <i>Babesia caballi</i>	12



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan infeksi piroplasmosis pada kuda menjadi salah satu penyebab kerugian ekonomi yang cukup tinggi dalam bidang industri kuda di dunia. Equine piroplasmosis disebabkan oleh hemoparasit eukariotik jenis *Theileria equi*, *Theileria haneyi*, dan *Babesia caballi* (Tirosh-Levy *et al.* 2020). Parasit ini menginfeksi hewan seperti kuda, keledai, mule dan zebra, serta dapat ditransmisikan melalui caplak *Ixodidae* dengan genus *Hyalomma*, *Rhipicephalus* dan *Dermacentor* (Onyiche *et al.* 2019). Tingkat kejadian infeksi piroplasmosis pada kuda di Indonesia baru pertama kali dilaporkan pada tahun 2018 oleh Nugraha *et al.* (2018) dengan prevalensi sebesar 8,5% untuk *T. equi* dan 2,1% untuk *B. cabali* yang diambil dari 4 daerah di Jawa Barat, yakni Bandung, Bogor, Depok, dan Tangerang.

Infeksi *T. equi* maupun *B. cabali* dapat mengakibatkan kerugian untuk sektor olahraga maupun rekreasi. Infeksi tersebut dapat menimbulkan beberapa gejala klinis, seperti demam, anemia, berkurangnya nafsu makan, edema, ikterus, hepatomegali, splenomegali, hemoglobinuria, pucat, takikardia, dan kegagalan organ (Onyiche *et al.* 2019; Tirosh-Levy *et al.* 2020). Dalam penyelenggaraan kompetisi olahraga kuda bertaraf internasional seperti Asian Games, diperlukan beberapa persyaratan yakni dinyatakan zona bebas dari penyakit kuda di seluruh wilayah penyelenggara. Penyakit equine piroplasmosis menjadi salah satu penyakit yang tercantum pada data untuk menentukan zona bebas penyakit kuda atau *Equine Disease Free Zone* (EDFZ) berdasarkan OIE (2019). Masuknya kuda yang terinfeksi penyakit piroplasmosis tanpa terdeteksi ke negara pengimpor pada tahap pre-ekspor, akan menyebabkan patogen ditransmisikan ke kuda lokal. Transmisi tersebut dapat menyebabkan munculnya atau peningkatan kasus penyakit di suatu wilayah (Dominguez *et al.* 2016).

Pendeteksian *T. equi* maupun *B. cabali* dapat menggunakan beberapa uji laboratorium seperti ulas darah, *Complement Fixation Test* (CFT), *Indirect Fluorescent Antibody Test* (IFAT), *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay* (ELISA), *immunoblot* (IB) dan uji molekular seperti *Polymerase Chain Reaction* (PCR) (Nardini *et al.* 2022). Metode yang sederhana dan umum dilakukan adalah metode ulas darah menggunakan pewarnaan Giemsa. Metode ini dilakukan dengan mengidentifikasi parasit intraeritrosit secara mikroskopis (Malekifard *et al.* 2014). Namun, dalam mendeteksi parasit menggunakan metode ulas darah dinilai kurang efisien karena memakan waktu yang cukup lama dan memiliki kesulitan yang tinggi dalam mengidentifikasi kedua spesies secara bersamaan. Uji serologis maupun molekular memiliki keuntungan dalam segi sensitifitas dan spesifitas yang lebih tinggi dalam mendeteksi *T. equi* maupun *B. cabali* (Onyiche *et al.* 2019; Tirosh-Levy *et al.* 2020). Namun uji serologis memiliki kekurangan yakni tidak dapat mendeteksi infeksi parasit secara dini dan kedua uji tersebut memiliki kekurangan dalam segi kemudahan dan biaya (Onyiche *et al.* 2019; Nardini *et al.* 2022).

Berdasarkan kurangnya efektifitas waktu dalam uji deteksi equine piroplasmosis khususnya metode ulas darah, diperlukannya sistem yang dapat memudahkan dan mengefisienkan proses identifikasi *T. equi* dan *B. caballi* secara cepat *real-time*, akurat, serta pengaplikasiannya yang mudah sesuai dengan kondisi

lapang. Penggunaan *Artificial Intelligence* (AI) menggunakan algoritma *You Only Look Once* (YOLO) dapat dikembangkan untuk mengidentifikasi kasus equine piroplasmosis dengan cepat dan tepat.

Algoritma YOLO merupakan algoritma yang sering digunakan untuk melakukan pendeteksian objek secara *realtime* (Geraldly dan Lubis 2017). Algoritma YOLO juga dinilai cepat, generalisasinya yang kuat, dan menyajikan informasi secara global sehingga mengurangi kesalahan dalam mendeteksi latar belakang objek (Jiang *et al.* 2022). Identifikasi keberadaan parasit dari *T. equi* dan *B. caballi* dapat dilakukan dengan YOLO dengan memerlukan dataset yang mencukupi. Penggunaan algoritma YOLO baru-baru ini telah dilakukan dalam mendeteksi infeksi parasit contohnya infeksi cacing dan penyakit malaria (Krishnadas *et al.* 2022; Naing *et al.* 2022).

1.2 Rumusan Masalah

Identifikasi keberadaan parasit *Theileria equi* dan *Babesia caballi* diperlukan sebagai upaya dalam mendeteksi equine piroplasmosis, sehingga dapat dilakukan penanganan serta pencegahan dengan cepat dan tepat.

1.3 Tujuan

Penelitian ini bertujuan membuat sistem identifikasi parasit *Theileria equi* dan *Babesia caballi* secara cepat dan akurat.

1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memudahkan dalam mendeteksi secara otomatis keberadaan parasit *Theileria equi* dan *Babesia caballi*.

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kuda

Kuda (*Equus caballus*) merupakan mamalia ungulata (hewan berkuku) yang menjadi salah satu keanekaragaman satwa di Indonesia. Ternak ini bersifat nomadik, kuat, dan memiliki tingkat kecerdasan yang tinggi (Wibisono *et al.* 2017). Berdasarkan Radiopetra (1997 di dalam Hasan (2014)), klasifikasi taksonomi dari kuda sebagai berikut;

Kerajaan	: Animalia
Filum	: Chordata
Kelas	: Mammalia
Ordo	: Perissodactyla
Famili	: Equidae
Genus	: <i>Equus</i>
Species	: <i>Equus caballus</i>

Indonesia memiliki beragam jenis kuda lokal yang hingga saat ini di ternakkan, diantaranya kuda Makassar, kuda Gorontalo dan Minahasa, kuda Sumatera yang terdiri dari 4 jenis, yaitu kuda Padang, kuda Gayo, kuda Batak, dan kuda Agam, kuda Sumba atau *Sandalwood*, kuda Sumbawa, kuda Bima, kuda Flores, kuda Sabu, kuda Rote, kuda Timur, kuda Bali, kuda Lombok, dan kuda Kuningan (Soeharjono 1900 didalam Sipul *et al.* 2020). Kuda merupakan salah satu hewan yang berperan dalam perdagangan maupun kompetisi olahraga, baik pada tingkat nasional maupun internasional. Hubungan kuda dengan manusia telah terlihat selama ribuan tahun, yakni peranan sebagai alat transportasi, rekreasi, olahraga dan sumber pangan (Wibisono *et al.* 2017). Dengan keunikannya kuda menjadi salah satu hewan yang memiliki performa yang baik dalam cabang atletik (Reed 2022).

2.2 Equine piroplasmosis

Equine piroplasmosis (EP) merupakan penyakit yang menginfeksi kuda dan genus *Equidae* lainnya seperti keledai, mule, dan zebra. Penyakit ini disebabkan oleh protozoa darah *T. equi* atau *B. caballi* dan ditandai dengan gejala klinis demam, berkurangnya nafsu makan, peningkatan denyut nadi, anoreksia, diare, takikardia, petechiae, splenomegali, trombositopenia, anemia hemolitik, dan ikterus (Scoles dan Ueti 2015). Penyakit ini ditransmisikan oleh caplak *Ixodidae* sebagai vektor diantaranya *Amblyomma*, *Dermacentor*, dan *Hyalomma* (Scoles dan Ueti 2015). Penyakit ini ditemukan secara global yang berhubungan dengan keberadaan vektor caplak, endemik di daerah tropis, dan subtropis (Rothschild 2013).

Equine piroplasmosis dapat menimbulkan beberapa kerugian ekonomi bagi peternak diakibatkan biaya pengobatan, aborsi, maupun kematian. Kerugian lainnya dapat dikarenakan pembatasan persyaratan internasional terkait ekspor maupun partisipasi dalam olahraga berkuda (Rothschild 2013).

2.3 *Theileria equi*

2.3.1 Taksonomi *Theileria equi*

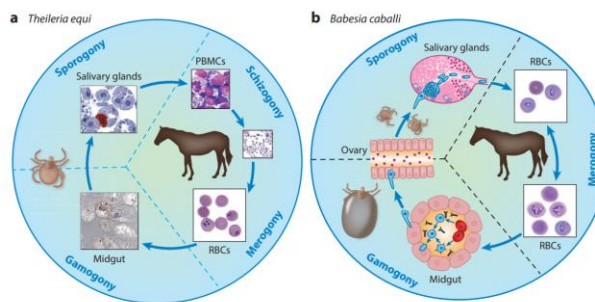
Berdasarkan Florin-Christensen dan Schnittger (2018), klasifikasi taksonomi dari *T. equi* sebagai berikut;

Kerajaan	: SAR (<i>Alveolata</i> , <i>Rhizaria</i> , dan <i>Stramenopiles</i>)
----------	---

Filum : Apicomplexa
 Kelas : Aconoidasida
 Ordo : Haemosporidia
 Famili : Piroplasmida
 Genus : *Theileria*
 Spesies : *Theileria equi*

2.3.2 Siklus Hidup *Theileria equi*

Siklus hidup *T. equi* memiliki empat stadium replikasi. Stadium pertama yakni replikasi parasit secara aseksual atau tahap skizogoni. Tahap skizogoni terjadi dalam sel limfosit setelah caplak yang terinfeksi menghisap darah inang. Replikasi kedua secara aseksual dari parasit terjadi di dalam eritrosit (merogoni). Caplak baru yang tidak terinfeksi mengambil eritrosit dari kuda yang terinfeksi, sehingga terjadi reproduksi seksual parasit di usus tengah dari caplak (gamogoni). Kemudian terjadi stadium terakhir yakni replikasi aseksual pada kelenjar ludah caplak (sporogoni) (Scoles dan Ueti 2015).



Gambar 1 Siklus Hidup *Theileria equi* dan *Babesia caballi* (Scoles dan Ueti 2015)

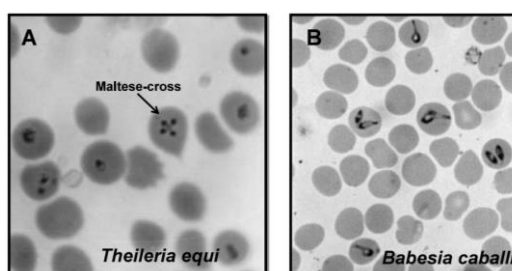
Caplak infeksi yang menghisap darah inang akan mengeluarkan sporozoit matang yang akan melakukan penetrasi di limfosit (Onyiche *et al.* 2019). Sporozoit akan menghasilkan mikroskizon dan makroskizon sebagai tahap skizogoni. Makroskizon akan menghasilkan kurang lebih 200 merozoit per sel terinfeksi yang akan menginvasi eritrosit. Merozoit akan bereplikasi secara aseksual membentuk *maltese cross*. Eritrosit infeksi yang pecah akan mengeluarkan merozoit dan menginvasi eritrosit kembali sehingga terus bereplikasi. Merozoit akan membentuk gamet yang terbagi menjadi mikrogamet dan makrogamet untuk melakukan reproduksi seksual di usus tengah caplak. Fertilisasi akan menghasilkan zigot yang terdapat kinet. Kinet akan menembus kelenjar ludah dari caplak dan akan melakukan tahap sporogoni atau pembuatan sporozoit untuk diinfeksi ke inang baru (Rothschild 2013).

2.3.3 Karakteristik *Theileria equi*

Secara mikroskopis menggunakan metode ulas darah, *T. equi* memiliki ukuran lebih kecil apabila dibandingkan dengan *B. caballi*. Menurut Rothschild (2013), merozoit yang dihasilkan berukuran 1,5-2

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

μm yang disebut *maltese cross*. *Maltese cross* berbentuk konfigurasi tetra di dalam eritrosit dan menjadi karakteristik khas dari *T. equi* (Gambar 2).



Gambar 2 *Theileria equi* dan *Babesia caballi* yang berada di dalam eritrosit (Kumar *et al.* 2009)

2.4 *Babesia caballi*

2.4.1 Taksonomi *Babesia caballi*

Berdasarkan Florin-Christensen dan Schnittger (2018), klasifikasi taksonomi dari *Babesia caballi* sebagai berikut;

Kerajaan	: SAR (Alveolata, Rhizaria, and Stramenopiles)
Filum	: Apicomplexa
Kelas	: Aconoidasida
Ordo	: Haemosporidia
Famili	: Piroplasmida
Genus	: <i>Babesia</i>
Spesies	: <i>Babesia caballi</i>

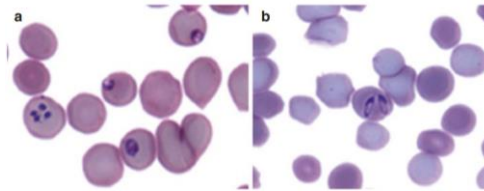
2.4.2 Siklus Hidup *Babesia caballi*

Siklus hidup *B. caballi* sama seperti spesies *Babesia* lainnya di mamalia yang memerlukan vektor yakni caplak. Spesies caplak yang paling sering menjadi vektor adalah *Dermacentor nitens* (Rothschild 2013). Siklus dimulai ketika caplak yang terinfeksi menghisap darah inang yakni kuda, sehingga sporozoit matang akan dikeluarkan ke inang melalui air liur caplak. Sporozoit akan secara langsung menyerang sel darah merah (eritrosit) dan berkembang menjadi badan plasmoid kecil (trofozoit) di dalam eritrosit (Onyiche *et al.* 2019). Trofozoit akan mengalami pertumbuhan dan membelah menjadi dua bagian piriform besar yang disebut merozoit (Rothschild 2013). Merozoit akan memperbanyak diri kemudian menginfeksi eritrosit lainnya (Onyiche *et al.* 2019). Ketika caplak yang tidak terinfeksi kemudian menghisap darah dari kuda yang terinfeksi, beberapa merozoit akan dihancurkan di usus bagian tengah dari caplak. Namun beberapa merozoit akan bertahan hidup membentuk tubuh berbentuk bulat kecil yang mengapung di usus caplak. Parasit mengalami gametogenesis menghasilkan mikrogamet dan makrogamet yang akan fertilisasi. Fertilisasi akan menghasilkan fusi gamet membentuk zigot diploid yang menyerang sel epitel usus tengah caplak dan berkembang menjadi ookinet. Ookinet akan multiplikasi secara aseksual dengan menginvasi jaringan tebal dan menuju ke kelenjar ludah caplak. Sporogoni yang dihasilkan di kelenjar ludah dan sporozoit matang akan diteruskan kembali kepada inang yang baru (Onyiche *et al.* 2019).

Siklus *T. equi* dan *B. caballi* memiliki kemiripan, namun ada hal yang membedakannya. Pada dasarnya *T. equi* dan *B. caballi* mengalami tiga tahap replikasi yakni merogoni, gamogoni, dan akhirnya sporogoni. Perbedaan dari kedua parasit tersebut terdapat pada saat sporozoit. *T. equi* vektor caplak yang terinfeksi akan mengalami tahap skizogoni di limfosit, berbeda dengan *B. caballi* yang langsung menginvasi eritrosit (Scoles dan Ueti 2015).

2.4.3 Karakteristik *Babesia caballi*

Secara mikroskopis merozoit *B. caballi* berukuran antara 2-5 μm dan 1,3-3,0 μm yang berada di dalam eritrosit. Bentuk dari merozoitnya seperti buah pir yang berpasangan dengan ujung posterior yang bergabung (Onyiche *et al.* 2019). Trofozoitnya dapat diamati dengan bentuk bervariasi dari bulat ke oval atau elips yang berukuran 1,5-3 μm (Rothschild 2013)



Gambar 3 Karakteristik *Theileria equi* dan *Babesia caballi* secara mikroskopis (Florin-Christensen dan Schnittger 2018)

2.5 Algoritma YOLO

Algoritma *You Only Look Once* (YOLO) merupakan salah satu algoritma yang dikenalkan pada tahun 2015. YOLO dinilai terkenal dan paling sering digunakan untuk mendeteksi objek (Jiang *et al.* 2022). Penggunaannya telah dilakukan dalam mendeteksi infeksi parasit contohnya infeksi oleh *helminth* dan penyakit malaria (Krishnadas *et al.* 2022; Naing *et al.* 2022). Struktur YOLO sangat mudah, yang bisa secara langsung menampilkan posisi dan kategori kotak pembatas (*bounding box*) melalui jaringan saraf. Kecepatannya dinilai cepat dengan hanya memerlukan gambar yang dimasukkan ke dalam jaringan untuk mendapatkan hasil deteksi akhir (Jiang *et al.* 2022).

Proses algoritma YOLO dalam mendeteksi objek menggunakan pendekatan jaringan saraf tiruan (JST) (Geraldly dan Lubis 2017). Algoritma ini akan membagi gambar input menjadi beberapa kisi $S \times S$. Objek yang berada di dalam kisi, akan dideteksi oleh masing masing sel kisi tersebut. Setiap sel kisi akan memprediksi kotak pembatas serta nilai *confidence* dari tiap kotak. Nilai *confidence* tersebut mencerminkan keakuratan kotak berisikan objek (Redmon *et al.* 2016). Selain kotak pembatas, setiap sel kisi memprediksi dari probabilitas untuk setiap wilayah yang akan dibandingkan dengan kotak pembatas (Geraldly dan Lubis 2017).

Pelatihan YOLO dalam pemahaman mendeteksi objek memerlukan anotasi. Anotasi data merupakan proses pemberian label pada gambar input sehingga dapat membentuk dataset. Anotasi dilakukan dengan pelabelan pada semua gambar dan akan menghasilkan kotak pembatas di sekitaran objek (Sarosa dan Muna 2021). Pengujian deteksi dan pengenalan objek dapat dilakukan menggunakan dataset. Dataset yang bervariasi dan memiliki objek yang jelas dapat mencegah terjadinya kesalahan deteksi pada sistem YOLO (Sarosa dan Muna 2021).

III METODE

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2023 hingga Februari 2024 di Laboratorium Protozoologi, Divisi Parasitologi dan Entomologi Kesehatan, Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis IPB *University*.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah *Indomikro HDMI camera*, software *Image J*, aplikasi *Visual Object Tagging Tool (VOTT)*, komputer, *SD Card*, mikroskop, slide kalibrasi, tisu, dan pipet. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah preparat ulas darah *Babesia caballi* dan *Theileria equi* yang diwarnai dengan pewarna giemsa 10% dan minyak emersi.

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Pemeriksaan Preparat Ulas Darah

Preparat ulas darah *T. equi* dan *B. caballi* yang diwarnai dengan pewarna Giemsa 10% diperiksa dengan mikroskop pada perbesaran 1000×. Pemeriksaan preparat ulas darah dilakukan hingga mendapatkan dokumentasi sebanyak 1000 gambar. Keberadaan masing-masing stadium trofozoit dan merozoit dari *T. equi* dan *B. caballi* didokumentasikan menggunakan *Indomikro HDMI camera*.

3.3.2 Pengukuran *Theileria equi* dan *Babesia caballi* Menggunakan *Image J*

Gambar hasil dokumentasi dilakukan pengukuran menggunakan software *Image J*. Pengukuran dilakukan pada parasit *T. equi* serta *B. caballi*. Kalibrasi dari *Image J* dilakukan menggunakan slide kalibrasi yang telah diperiksa menggunakan mikroskop pada perbesaran 1000×. Gambar parasit dimasukkan kedalam software *Image J* dan dipilih parasit yang dilakukan pengukuran. Masing-masing parasit diukur dan dibuat skala bar pada gambar.

3.3.3 Pengembangan Algoritma Identifikasi *Theileria equi* dan *Babesia caballi*

Pengembangan algoritma dilakukan dengan dibuatnya dataset yang berisikan gambar *T. equi* dan *B. caballi*. Gambar yang telah terkumpul dilakukan proses anotasi menggunakan perangkat lunak *Visual Object Tagging Tool (VoTT)*. Proses anotasi merupakan proses pengelompokan objek ke dalam kelas yang digunakan sebagai dasar pelatihan model sistem deteksi objek. Pada proses anotasi masing-masing parasit dikelompokkan menjadi empat kelas yakni, stadium trofozoit, stadium merozoit, eritrosit normal, serta eritrosit terinfeksi. Pengembangan algoritma YOLO dibantu oleh mitra penelitian dari PT Vox Digital Kreatif.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

3.3.4 Pengujian Kemampuan Algoritma YOLO dalam Identifikasi *Theileria Equi* dan *Babesia Caballi*

Pengujian algoritma YOLO untuk melakukan identifikasi dilakukan dengan menguji kemampuan sistem dalam mengenali bentuk dari *T. equi* dan *B. caballi*. Hasil identifikasi mengenai kemampuan mendeteksi bentuk dari *T. equi* dan *B. caballi* dicatat dan dijelaskan secara deskriptif.

3.4 Analisis Data

Hasil performa algoritma YOLO dijelaskan secara kuantitatif dan data hasil uji dianalisis menggunakan *confussion matrix* untuk mengevaluasi sistem algoritma YOLO (Tabel 1). Pada *confussion matrix* terdapat empat klasifikasi yakni *True Negative* (TN), *True Positive* (TP), *False Negative* (FN), dan *False Positive* (FP) (Tabel 1).

Pengelompokkan *True Positive* (TP) mengacu saat sistem bisa dan benar dalam mendeteksi atau mengklasifikasikan stadium parasit *B. caballi* atau *T. equi*. Kelompok *True Negative* (TN) mengacu saat sistem benar dalam mengidentifikasi tidak adanya parasit. Kelompok *False Positive* (FP) mengacu saat sistem salah dalam mengidentifikasi keberadaan dan mengklasifikasikan stadium parasit. Sedangkan pengelompokan *False Negative* (FN) dilakukan jika sistem salah dalam mengartikan tidak adanya parasit. Nilai *True Negative* (TN) pada *confussion matrix* tidak dihitung karena bukan termasuk kedalam objek penelitian (Sarosa dan Muna 2021).

Tabel 1 *Confussion matrix*

		<i>Prediction class</i>	
		Positif	Negatif
<i>Actual class</i>	Positif	TP	FN
	Negatif	FP	TN

Hasil *confussion matrix* digunakan untuk menghitung nilai akurasi, presisi, *recall*, dan *F1 score* (Rahayu et al. 2021; Sarosa dan Muna 2021). Nilai akurasi, presisi, *recall*, dan *F1 Score* diperoleh dengan persamaan berikut;

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{TP} + \text{TN}}{\text{TP} + \text{FP} + \text{FN} + \text{TN}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Presisi} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FP}} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{Recall} = \frac{\text{TP}}{\text{TP} + \text{FN}} \times 100\% \quad (3)$$

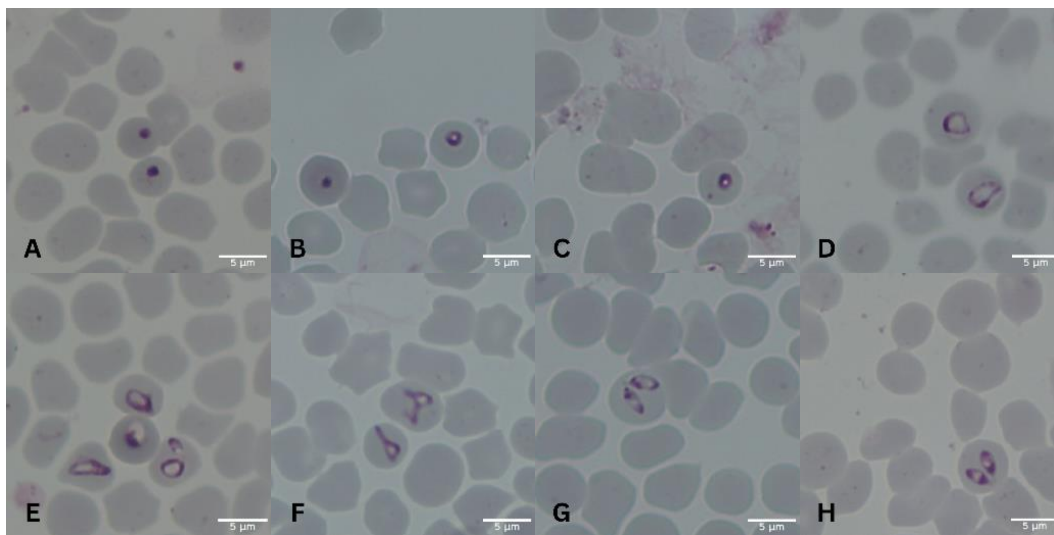
$$\text{F1 Score} = \frac{2 \times \text{Presisi} \times \text{Recall}}{\text{Presisi} + \text{Recall}} \times 100\% \quad (4)$$

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Hasil Pemeriksaan Ulas Darah untuk Perancangan Dataset Algoritma

Kesuksesan sistem algoritma YOLO dalam mendeteksi objek secara akurat bergantung pada dataset yang digunakan. Dataset pada penelitian ini bersumber dari hasil preparat pemeriksaan ulas darah. Gambar yang digunakan sebagai dataset memiliki total 2.000 gambar dengan tingkat densitas pixel sebesar 1980×1080 pixel. Total gambar yang digunakan merupakan gabungan dokumentasi yang terdiri dari 1000 gambar untuk *T. equi* dan 1.000 gambar untuk *B. caballi*. Pada gambar dapat ditemukan stadium trofozoit dan merozoit dari parasit *B. caballi* dan *T. equi*, serta eritrosit.

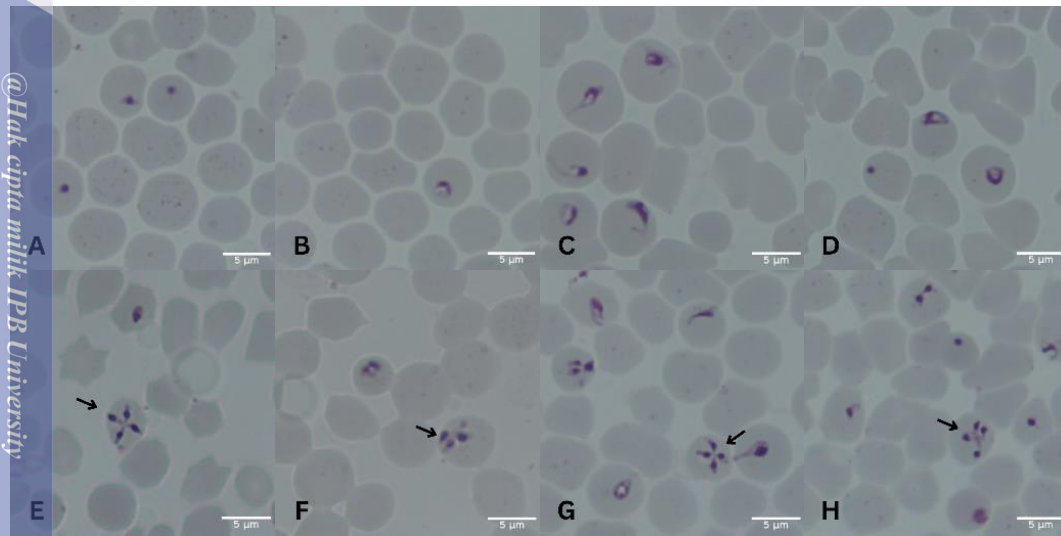
Pemilihan gambar yang digunakan sebagai dataset memiliki beberapa kriteria yakni, gambar memiliki kualitas yang baik, variasi gambar dan kondisi yang beragam, dan terlihatnya parasit secara jelas. Gambar parasit *B. caballi* yang digunakan sebagai dataset ditampilkan pada Gambar 4. Dapat terlihat pada gambar adanya stadium trofozoit dan merozoit dari *B. caballi*. Stadium trofozoit terlihat memiliki beragam bentuk, baik bulat, oval, atau cincin. Sedangkan stadium merozoit memiliki ukuran $3,2 \mu\text{m}$ dan berbentuk seperti buah pir yang berpasangan dengan ujung yang bergabung. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Almazán *et al.* (2022) yang menyatakan *B. caballi* berbentuk buah pir yang terpisah dengan panjang $2,5 - 5,0 \mu\text{m}$. Selain itu, bentuk bulat dari *B. caballi* memiliki ukuran $2,53 \pm 0,28 \mu\text{m}$ (Malekifard *et al.* 2014).



Gambar 4 Gambar stadium trofozoit (A-F) dan merozoit (G dan H) *Babesia caballi* pada preparat ulas darah yang diwarnai pewarna Giemsa 10%

Stadium trofozoit dan merozoit dari *T. equi* tertera pada Gambar 5. Stadium merozoit memiliki bentuk bulat dan terkadang membentuk tetrad berukuran $1,9 \mu\text{m}$ yang dikenal sebagai *maltese cross*. Sedangkan stadium trofozoit dari *T. equi* berbentuk cincin. Hasil stadium yang terlihat pada hasil ulas darah sesuai dengan pernyataan Almazan *et al.* (2022), yang menyatakan merozoit *T. equi* berbentuk

piriform, bulat, atau oval berukuran 2-3 μm dan dapat berinklusi menjadi *maltese cross* yang berbentuk tetrad dengan panjang 1,9 μm dan lebar 0,9 μm .

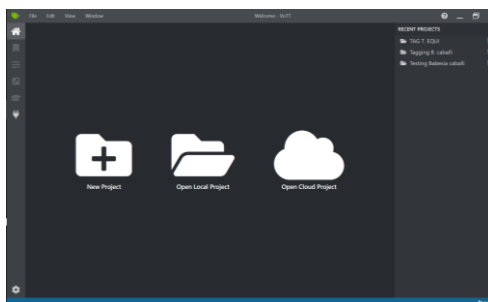


Gambar 5 Gambar stadium trofozoit (A-D) dan merozoit serta *maltese cross* (panah) (E-H) *Theileria equi* pada preparat ulas darah yang diwarnai pewarna Giemsa 10%

Pengembangan sistem dilakukan untuk mengidentifikasi dua stadium *B. caballi* dan *T. equi*, yaitu trofozoit dan merozoit. *B. caballi* dan *T. equi* merupakan parasit yang menyebabkan penyakit yang sama yakni equine piroplasmosis dan memiliki kemiripan dalam siklus hidup dan tahap perkembangan (Scoles dan Ueti 2015). Identifikasi stadium ini digunakan untuk mendapatkan klasifikasi yang akurat serta untuk memahami perbedaan morfologis stadium trofozoit dan merozoit dari kedua parasit.

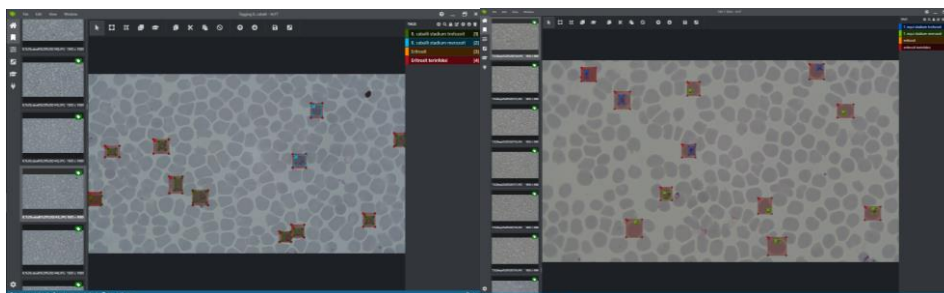
4.2 Perancangan Dataset Algoritma YOLO

Dataset gambar parasit *T. equi* dan *B. caballi* digunakan untuk proses anotasi data menggunakan aplikasi *Visual Object Tagging Tool* (VoTT) (Gambar 6). Proses anotasi merupakan proses pelabelan objek yang bertujuan untuk mentransfer pengetahuan manusia ke algoritma (Aljabri *et al.* 2022). Anotasi dilakukan dengan melabelkan objek pada semua gambar secara manual sehingga dihasilkan kotak pembatas tepat di sekitar objek (Sarosa dan Muna 2021). Pada proses anotasi masing-masing parasit dikelompokkan menjadi empat kelas yakni, stadium trofozoit, stadium merozoit, eritrosit normal, serta eritrosit yang terinfeksi. Berdasarkan karakteristik dari masing-masing stadium *T. equi* dan *B. caballi*, dilakukan pelabelan dengan membentuk kotak pembatas sesuai kelompok kelas (Gambar 7).



Gambar 6 Aplikasi *Visual Object Tagging Tool* (VoTT) yang digunakan untuk proses anotasi data

Proses anotasi dataset menghasilkan kotak pembatas *B. caballi* sebanyak 779 untuk stadium merozoit dan 7.626 stadium trofozoit. *T. equi* dianotasi sebanyak 4.841 untuk stadium merozoit dan 6.822 untuk stadium trofozoit. Sedangkan untuk eritrosit normal dianotasi sebanyak 1.841 dan eritrosit terinfeksi sebanyak 20.054. Hasil dari anotasi dataset diekspor dan disimpan ke dalam format VOTT JSON. Hasil ekspor data diserahkan kepada mitra penelitian dari PT Vox Digital Kreatif untuk dilakukan pengembangan algoritma YOLO.



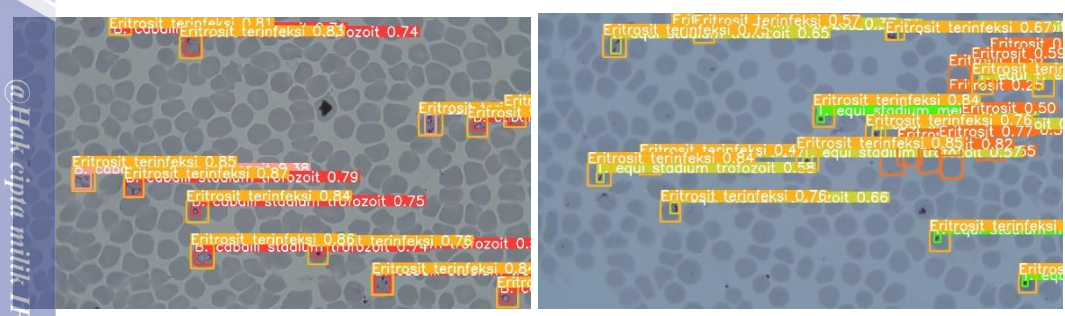
Gambar 7 Proses anotasi data pada masing masing parasit

4.3 Hasil Uji Identifikasi *Theileria equi* dan *Babesia caballi* berdasarkan Algoritma YOLO

Pada penelitian ini digunakan 2.000 gambar dari *B. caballi* dan *T. equi* untuk membangun sistem identifikasi stadium kedua parasit. Hasil sistem dalam mengidentifikasi parasit dilampirkan pada Gambar 8. Berdasarkan hasil tersebut, sistem dapat mengenali parasit *B. caballi*, *T. equi*, eritrosit terinfeksi, dan eritrosit normal.

Dalam mengidentifikasi parasit *B. caballi*, *T. equi*, dan eritrosit terinfeksi, sistem dapat mengidentifikasi stadium trofozoit dan merozoit sangat baik dengan terlihatnya kotak pembatas beserta label kelas di sekitar objek deteksi. Namun deteksi pada eritrosit normal memiliki kemampuan yang terbatas, sehingga hanya sedikit eritrosit normal yang dapat diidentifikasi. Kesalahan dan kegagalan deteksi dari eritrosit dapat disebabkan oleh kurangnya variasi gambar dalam dataset, karena hanya 1.841 eritrosit yang dilakukan anotasi. Sedikitnya jumlah eritrosit yang dianotasi menyebabkan ketidakseimbangan dataset. Ketidakseimbangan ini dapat mengakibatkan kesalahan dalam pengklasifikasian, sehingga kelas minoritas yaitu eritrosit, mungkin terabaikan oleh algoritma (Kaope dan Pristyanto 2023). Kualitas gambar yang menyebabkan objek tidak tampak jelas, pembuatan preparat ulas yang

kurang baik, dan kepadatan eritrosit yang tinggi juga dapat menjadi faktor kegagalan deteksi (Sheeba *et al.* 2017).



Gambar 8 Hasil sistem dalam mengidentifikasi *Theileria equi* dan *Babesia caballi*

Hasil analisis uji identifikasi oleh sistem tertera pada Tabel 2. Proses *training* atau pengenalan gambar ke sistem dilakukan dengan menggunakan 2.000 gambar sebagai sampel serta membutuhkan waktu selama 1,25 jam. Pada hasil analisis didapatkan nilai *mean Average Precision* 50 (mAP50) sebesar 69% dan nilai *mean Average Precision* 50-95 (mAP50-95) sebesar 40,5%. Nilai mAP menunjukkan kinerja sistem dalam mendeteksi parasit dengan presisi rata-rata di atas ambang batas *Intersection over Union* (IoU) sebesar 0,5 atau 0,5-0,95. Nilai mAP yang semakin besar maka semakin baik akurasi sistem dalam mendeteksi parasit (Chitraningrum *et al.* 2024). Nilai mAP menunjukkan bahwa sistem cukup baik dalam mendeteksi parasit dengan ketepatan yang cukup baik. Hasil sistem dalam mengidentifikasi juga dinilai sangat baik. Sistem berhasil dalam mendeteksi parasite secara cepat yakni yakni 5,4 ms.

Tabel 2 Hasil data uji identifikasi *Theileria equi* dan *Babesia caballi* (Sumber : PT. Vox Digital Kreatif)

Hasil	Sampel	mAP50 (%)	mAP50-95 (%)	Waktu Training (jam)	Kecepatan Deteksi (ms)
Berhasil	2000	69,8	40,5	1,25	5,4

4.4 Penilaian Manual Performa Algoritma YOLO dalam Mendeteksi *Theileria equi* dan *Babesia caballi*

Analisis performa sistem algoritma YOLO dalam mengidentifikasi *B. caballi* dan *T. equi* dilakukan secara kuantitatif menggunakan *confussion matrix*. *Confussion matrix* merupakan suatu tabel yang digunakan untuk mengevaluasi kinerja pembelajaran dari sistem. Tabel 3 merupakan hasil *confussion matrix* yang didapatkan secara manual menggunakan 20 gambar parasit *B. caballi* dan *T. equi*. Hasil *confussion matrix* didapatkan jumlah *true positive* sebanyak 526, *false positive* sebanyak 7 dan jumlah *false negative* sebanyak 42.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tabel 3 *Confussion matrix* Hasil Data *Training*

<i>True Positive</i> (TP)	<i>False Positive</i> (FP)	<i>False Negative</i> (FN)	<i>True Negative</i> (TN)
526	7	42	0

Berdasarkan nilai *true positive*, *false negative*, dan *false positive* dapat diperoleh nilai akurasi, presisi dan *recall*. Hasil evaluasi *training* berupa akurasi, presisi dan *recall* didapatkan nilai masing-masing sebesar 91%, 98%, dan 92%. Nilai akurasi 91% menggambarkan keakuratan algoritma dalam mengklasifikasikan data sangat baik. Namun nilai akurasi dinilai dapat menjadi bias jika adanya ketidakseimbangan data, sehingga diperlukan dua parameter yakni presisi dan *recall* (Satria *et al.* 2020). Nilai presisi mencapai 98%, menandakan tingkat akurasi yang tinggi dengan sedikitnya kesalahan *false positive*. Sementara itu, *recall* yang mencapai 92% menunjukkan minimnya jumlah *false negative* (Kristiawan dan Widjaja 2021). Hasil presisi dan *recall* digunakan untuk mengetahui nilai *F1 Score*. *F1 Score* merupakan nilai rata-rata harmonik dari presisi serta *recall* (Hicks *et al.* 2022).

Perhitungan *F1 Score* mendapatkan nilai 95%, sehingga dapat dinyatakan bahwa sistem baik dalam mendeteksi dan mengklasifikasi stadium parasit. Nilai *F1 Score* yang tinggi menunjukkan algoritma memiliki keseimbangan yang baik antara nilai presisi dan *recall*, serta mengindikasikan performa keseluruhan yang baik dari sistem (Alomari *et al.* 2023; Ayunda *et al.* 2023).

Sistem deteksi stadium *B. caballi* dan *T. equi* yang telah dikembangkan menunjukkan kemampuan yang cukup baik dalam mengidentifikasi stadium kedua parasit. Meskipun kemampuan deteksi yang baik, terdapat beberapa faktor yang dapat menyebabkan kesalahan deteksi, seperti objek deteksi yang kecil sehingga tidak jelas saat diidentifikasi dan dapat dikarenakan dataset yang kurang bervariasi (Sarosa dan Muna 2021). Keterbatasan sistem dapat diatasi dengan meningkatkan resolusi dataset maupun penambahan data dengan kondisi dan pencahayaan yang berbeda.



V SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Pada penelitian ini, model algoritma YOLO digunakan dalam mengidentifikasi parasit *Babesia caballi* dan *Theileria equi*. Hasil penelitian menunjukkan sistem berhasil mengidentifikasi serta mengklasifikasikan parasit *B. caballi* dan *T. equi* dengan cepat dan presisi yang tinggi.

5.2 Saran

Sistem yang telah dibuat memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut dengan meningkatkan kemampuannya dalam mendeteksi eritrosit normal agar dapat digunakan untuk perhitungan parasitemia hewan pada penyakit equine piroplasmosis. Penambahan dan peningkatan kualitas dataset dapat dilakukan untuk meningkatkan performa sistem algoritma YOLO dan mengurangi nilai *True Negative*.

@Fauziah_mak IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR PUSTAKA

- Aljabri M, AlAmir M, AlGhamdi M, Abdel-Mottaleb M, Collado-Mesa F. 2022. Towards a better understanding of annotation tools for medical imaging: a survey. *Multimed Tools Appl.* 81(18):25877–25911. doi:10.1007/s11042-022-12100-1.
- Almazán C, Scimeca RC, Reichard M V, Mosqueda J. 2022. Babesiosis and Theileriosis in North America. *Pathogens.* 11(2):1–21. doi:10.3390/pathogens11020168.
- Alomari A, Faris H, Castillo PA. 2023. Specialty detection in the context of telemedicine in a highly imbalanced multiclass distribution. *PLoS One.* 18(11):1–17. doi:10.1371/journal.pone.0290581.
- Ayunda NA, Haryatmi E, Riyadi TA. 2023. Classification of tomato ripeness based on convolutional neural network methods. *J Inf Syst Informatics.* 5(4):1658–1675. doi:10.51519/journalisi.v5i4.613.
- Chitraningrum N, Banowati L, Herdiana D, Mulyati B, Sakti I, Fudholi A, Saputra H, Farishi S, Muchtar K, Andria A. 2024. Comparison study of corn leaf disease detection based on deep learning YOLO-v5 and YOLO-v8. *J Eng Technol Scien.* 56(1):61–70. doi:10.5614/j.eng.technol.sci.2024.56.1.5.
- Dominguez M, Münstermann S, de Guindos I, Timoney P. 2016. Equine disease events resulting from international horse movements: Systematic review and lessons learned. *Equine Vet J.* 48(5):641–653. doi:10.1111/evj.12523.
- Florin-Christensen M, Schnittger L. 2018. *Parasitic Protozoa of Farm Animals and Pets.* Florin-Christensen M, Schnittger L, editor. Argentina: Springer International Publishing AG.
- Geraldly C, Lubis C. 2017. Pendeteksian dan pengenalan jenis mobil menggunakan Algoritma *You Only Look Once* dan Convolutional Neural Network. *JIKSI.* 8(2):197–199. [diakses 2023 Agu 13]. <https://journal.untar.ac.id/index.php/jiksi/article/view/11495/7179>.
- Hasan AMA. 2014. Identifikasi penyebab dan nilai ekonomi kerugian mortalitas ternak kuda di Kecamatan Campalagian Kabupaten Polewali Mandar [Skripsi]. Makassar: Universitas Hasanudin.
- Hicks SA, Strümke I, Thambawita V, Hammou M, Riegler MA, Halvorsen P, Parasa S. 2022. On evaluation metrics for medical applications of artificial intelligence. *Sci Rep.* 12(1):1–9. doi:10.1038/s41598-022-09954-8.
- Jiang P, Ergu D, Liu F, Cai Y, Ma B. 2022. A review of YOLO algorithm developments. *Procedia Comput Sci.* 199(2022):1066–1073. doi:10.1016/j.procs.2022.01.135.
- Kaope C, Pristyanto Y. 2023. The effect of class imbalance handling on datasets toward classification algorithm performance. *MATRIK : Jurnal Manajemen, Teknik Informatika dan Rekayasa Komputer.* 22(2):227–238. doi:10.30812/matrik.v22i2.2515.
- Krishnadas P, Chadaga K, Sampathila N, Rao S, Swathi KS, Prabhu S. 2022. Classification of malaria using object detection models. *Informatics.* 9(4):1–18. doi:10.3390/informatics9040076.

Kristiawan K, Widjaja A. 2021. Perbandingan algoritma machine learning dalam menilai sebuah lokasi toko ritel. *JuTISI*. 7(1):35–46. doi:10.28932/jutisi.v7i1.3182.

Kumar S, Kumar R, Sugimoto C. 2009. A Perspective on *Theileria Equi* Infections in Donkeys. *JJVR*. 56(4):171–180. <https://www.researchgate.net/publication/24270094>.

Malekifard F, Tavassoli M, Yakhchali M, Darvishzadeh R. 2014. Detection of *Theileria equi* and *Babesia caballi* using microscopic and molecular methods in horses in suburb of Urmia, Iran. *Vet Res Forum*. 5(2):129–133.

Naing KM, Boonsang S, Chuwongin S, Kittichai V, Tongloy T, Prommongkol S, Dekumyoy P, Watthanakulpanich D. 2022. Automatic recognition of parasitic products in stool examination using object detection approach. *PeerJ Comput Sci*. 8. doi:10.7717/PEERJ-CS.1065.

Nardini R, Cersini A, Bartolomé Del Pino LE, Manna G, Scarpulla M, Di Egidio A, Giordani R, Antognetti V, Veneziano V, Scicluna MT. 2022. Comparison of direct and indirect methods to maximise the detection of *Babesia caballi* and *Theileria equi* infections in Central Southern Italy. *Ticks Tick Borne Dis*. 13(6):1–10. doi:10.1016/j.ttbdis.2022.101939.

Nugraha AB, Cahyaningsih U, Amrozi A, Ridwan Y, Agungpriyono S, Taher DM, Guswanto A, Gantuya S, Tayebwa DS, Tuvshintulga B, et al. 2018. Serological and molecular prevalence of equine piroplasmiasis in Western Java, Indonesia. *Vet Parasitol Reg Stud Reports*. 14(2018):1–6. doi:10.1016/j.vprsr.2018.07.009.

[OIE]. 2019. Guidelines on the establishment, management, And self-declaration to the OIE Of an equine disease free zone.

Onyiche TE, Sukanuma K, Igarashi I, Yokoyama N, Xuan X, Thekisoe O. 2019. A review on equine piroplasmiasis: Epidemiology, vector ecology, risk factors, host immunity, diagnosis and control. *Int J Environ Res Public Health*. 16(10):1–23. doi:10.3390/ijerph16101736.

Rahayu WI, Prianto C, Novia EA. 2021. Perbandingan algoritma k-means dan naïve Bayes untuk memprediksi prioritas pembayaran tagihan rumah sakit berdasarkan tingkat kepentingan pada PT. Pertamina (PERSERO). *JUTIF*. 13(2):1–8.

Redmon J, Divvala S, Girshick R, Farhadi A. 2016. You only look once: Unified, real-time object detection. Di dalam: *Proceedings of the IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. Volume ke-2016-December. IEEE Computer Society. hlm 779–788.

Reed S. 2022. Horses as athletes: the road to success. *Animal Frontiers*. 12(3):3–4. doi:<https://doi.org/10.1093/af/vfac024>.

Rothschild CM. 2013. Equine piroplasmiasis. *J Equine Vet Sci*. 33(7):497–508. doi:10.1016/j.jevs.2013.03.189.

Sarosa M, Muna N. 2021. Implementasi algoritma *You Only Look Once* (YOLO) untuk deteksi korban bencana alam. *JIIK*. 8(4):787–792. doi:10.25126/jtiik.202184407.

Satria F, Zamhariri, Syaripudin M. 2020. Prediksi ketepatan waktu lulus mahasiswa menggunakan algoritma C4.5 pada fakultas dakwah dan ilmu komunikasi UIN Raden Intan Lampung. *Jurnal Ilmiah MATRIK*. 22(1):28–35.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

- Scoles GA, Ueti MW. 2015. Vector ecology of equine piroplasmosis. Di dalam: *Annual Review of Entomology*. Volume ke-60. Annual Reviews Inc. hlm 561–580.
- Sheeba F, Robinson T, Mammen J, Prabhu D, Philips J, Sathyaraj T. 2017. Detection of poor quality peripheral blood smear images used in detection of leukocytes and erythrocytes. Di dalam: *Fourth International Conference on Image Information Processing (ICIIP)*. Shimla, India: IEEE. hlm 1–4.
- Sipul AJS, Sanam MUE, Widyananta BJ. 2020. Studi keragaman warna dan morfometrik kuda sandelwood di Kabupaten Sumba Tengah. *Jurnal Veteriner Nusantara*. 3(2):97–104.
- Tirosh-Levy S, Gottlieb Y, Fry LM, Knowles DP, Steinman A. 2020. Twenty years of equine piroplasmosis research: Global distribution, molecular diagnosis, and phylogeny. *Pathogens*. 9(11):1–32. doi:10.3390/pathogens9110926.
- Wibisono HW, Nengah Wandia I, Ketut Suatha I. 2017. Morfometri kuda (*Equus caballus*) jantan dewasa yang dipelihara di Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat. *Indones Med Veterinus*. 6(1):2477–6637. doi:10.19087/imv.2017.6.1.55.

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

