

**JUMLAH ERITROSIT, HEMOGLOBIN, DAN HEMATOKRIT DARAH
AYAM KAMPUNG BETINA (*Gallus-gallus domesticus*) PADA
PEMBERIAN VITAMIN E, SELENIUM, DAN ZINC**

(Skripsi)

Oleh

**I KADEK DWI AGUS CANDRA WIJAYA
1714141026**



**JURUSAN PETERNAKAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRACT

THE NUMBER OF ERYTHROCYTES, HEMOGLOBIN AND HEMATOCRIT OF HENS (*Gallus-gallus domesticus*) ON THE GIVEN OF VITAMIN E, SELENIUM AND ZINC

By

I Kadek Dwi Agus Candra Wijaya

This study aims to determine the effect of the combination of vitamin E, selenium, and zinc on the number of erythrocytes, hemoglobin and hematocrit on hens. The research was carried out in January--March 2022 in the cage unit of the Integrated Field Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Lampung. Blood samples were examined at Balai Besar Laboratorium Kesehatan Palembang. The experiment used was a completely randomized design (CRD) with 4 treatments and 5 designs. The treatment was given through drinking water with P0; (control); P1 0.015 g/kg BW (Vitamin E 0.6 IU, Selenium 0.06 mg, and Zinc 2.4 mg); P2 0.03 g/kg BW (Vitamin E 1.2 IU, Selenium 0.012 mg, and Zinc 4.8 mg); P3 0.06 g/kg BW (Vitamin E 2.4 IU, Selenium 0.024 mg, and Zinc 9.6 mg). The data obtained were analyzed using analysis of variance with a significance level of 5% and continued with orthogonal polynomials. The results showed that purslane flour supplementation had no significant effect ($P>0.05$) on total erythrocytes, hemoglobin and hematocrit. Orthogonal polynomial test results show the optimum dose given a combination of vitamin E, selenium, and zinc erythrocytes, hemoglobin, and hematocrit were 0.04 g/kg BW; 0.05 g/kg BW dan 0.04 g/kg BW.

Keywords: Vitamin E, Selenium, Zinc, Erythrocytes, Hemoglobin, Hematocrit and Hens.

ABSTRAK

JUMLAH ERITROSIT, HEMOGLOBIN, DAN HEMATOKRIT DARAH AYAM KAMPUNG BETINA (*Gallus-gallus domesticus*) PADA PEMBERIAN VITAMIN E, SELENIUM, DAN ZINC

Oleh

I Kadek Dwi Agus Candra Wijaya

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian kombinasi vitamin E, selenium, dan zinc terhadap jumlah eritrosit, hemoglobin dan hematokrit pada ayam kampung betina. Penelitian dilaksanakan pada Januari--Maret 2022 di unit kandang Laboratorium Lapang Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Pemeriksaan sampel darah dilakukan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Palembang. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang diberikan melalui air minum dengan P0 (kontrol); P1 0,015 g/kg BB (Vitamin E 0,6 IU, Selenium 0,06 mg, dan Zinc 2,4 mg); P2 0,03 g/kg BB (Vitamin E 1,2 IU, Selenium 0,012 mg, dan Zinc 4,8 mg); P3 0,06 g/kg BB (Vitamin E 2,4 IU, Selenium 0,024 mg, dan Zinc 9,6 mg). Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam dengan taraf nyata 5% dan dilanjutkan dengan uji polinomial ortogonal. Hasil penelitian didapatkan pemberian vitamin E, selenium dan zinc tidak berpengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap total eritrosit, hemoglobin dan hematokrit. Hasil uji polinomial ortogonal menunjukkan dosis pemberian vitamin E, selenium dan zinc optimum pada eritrosit, hemoglobin dan hematokrit berturut-turut adalah 0,04 g/kg BB; 0,05 g/kg BB dan 0,04 g/kg BB.

Kata kunci: Vitamin E, Selenium, Zinc, Eritrosit, Hemoglobin, Hematokrit dan Ayam Kampung Betina.

**JUMLAH ERITROSIT, HEMOGLOBIN, DAN HEMATOKRIT DARAH
AYAM KAMPUNG BETINA (*Gallus-gallus domesticus*) PADA
PEMBERIAN VITAMIN E, SELENIUM, DAN ZINC**

Oleh

I Kadek Dwi Agus Candra Wijaya

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PETERNAKAN**

pada

**Program Studi Peternakan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**JURUSAN PETERNAKAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Penelitian : **JUMLAH ERITROSIT, HEMOGLOBIN, DAN HEMATOKRIT DARAH AYAM KAMPUNG BETINA (*Gallus-gallus domesticus*) PADA PEMBERIAN VITAMIN E, SELENIUM, DAN ZINC**

Nama : **I Kadek Dwi Agus Candra Wijaya**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1714141026

Jurusan : **Peternakan**

Fakultas : **Pertanian**



Pembimbing I

Pembimbing II

Sri Suharyati, S.Pt., M.P.
NIP 19680728 199402 2 002

Dr. Ir. Erwanto, M.S.
NIP 19610225 198603 1 004

Ketua Jurusan Peternakan

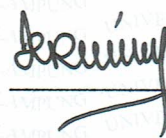
Dr. Ir. Arif Oisthon, M.Si.
NIP19670603 199303 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Sri Suharyati, S.Pt., M.P.



Sekretaris

: Dr. Ir. Erwanto, M.S.



Penguji Bukan Pembimbing : Siswanto, S.Pt, M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si

NIP 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 27 September 2022

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : I Kadek Dwi Agus Candra Wijaya
NPM : 1714141026
Jurusan : Peternakan
Judul Skripsi : Jumlah Eritrosit, Hemoglobin, dan Hematokrit Darah
Ayam Kampung Betina (*Gallus-gallus domesticus*) pada
pemberian Vitamin E, Selenium, dan Zinc
Tanggal Lulus Ujian : 27 September 2022

Dengan ini menyatakan bahwa data diatas adalah benar. Apabila dikemudian hari ditemukan data tidak benar, maka saya bersedia dikenakan sanksi.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Bandar Lampung, 04 November 2022
Yang membuat pernyataan



I Kadek Dwi Agus Candra Wijaya
NPM 1714141026

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bali Sadhar Utara 17 Agustus 1998, sebagai anak kedua dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Ketut Astawa dan Ibu Ni Nengah Padma. Penulis menyelesaikan Pendidikan Taman Kanak-Kanak di TK Saraswati Bali Sadhar Utara pada 2004, Sekolah Dasar di SDN 01 Bali Sadhar Utara pada 2011, Sekolah Menengah Pertama di SMPN 02 Banjit pada 2014, dan Sekolah Menengah Pertama di SMAN 01 Banjit pada 2017.

Penulis diterima sebagai Mahasiswa Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) pada 2017. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah mengikuti beberapa organisasi yaitu Himpunan Mahasiswa Peternakan Universitas Lampung dan Unit Kegiatan Mahasiswa Hindu Universitas Lampung. Penulis juga aktif mengikuti berbagai kegiatan organisasi baik menjadi pengurus, panitia maupun peserta. Penulis mengikuti kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kampung Bali Sadhar Utara, Kecamatan Banjit, Kabupaten Way Kanan. Penulis juga melakukan kerja Praktikum Umum di KPT Rukun Amrih Sentosa, Sukoharjo, Kabupaten Pringsewu pada Agustus--September 2020.

MOTTO

*“api ced asi pāpebhyaḥ sarvebhyaḥ pāpa-kṛit-tamaḥ
sarvaṁ jñāna-plavenaiva vṛjinaṁ santariṣyasi”*

Artinya:

*“Sekalipun engkau paling berdosa diantara manusia yang memikul dosa,
akan tetapi dengan perahu ilmu pengetahuan rohani, lautan dosa itu
pasti akan engkau sebrangi ”*

(Bhagavadgita IV. 35)

“If you really want to do something you’ll find a way.

If you don’t, you’ll find an excuse”

(Jim Rohn)

*“Baik menjadi orang penting, tapi jauh lebih penting menjadi orang baik”
(Hoegeng Imam Santoso)*

“Hidupkan hidupmu”

(Penulis)

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Jumlah Eritrosit, Hemoglobin, dan Hematokrit Darah Ayam Kampung Betina (*Gallus-gallus domesticus*) pada Pemberian Vitamin E, Selenium, dan Zinc”.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.--selaku Dekan FakultasPertanian Universitas Lampung--atas izin yang telah diberikan;
2. Bapak Dr. Ir. Arif Qisthon, M.Si.--selaku Ketua Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan Dosen Pembimbing Akademik--atas izin, arahan dan dukungan serta motivasi yang telah diberikan kepada penulis selama masa studi;
3. Ibu Sri Suharyati, S.Pt., M.P.--selaku Pembimbing Utama--atas ketulusan hati, kesabaran, dan motivasi yang telah diberikan sehingga Penulis dapat memperbaiki kesalahan dan kekurangan skripsi ini;
4. Bapak Dr. Ir. Erwanto, M.S.--selaku Pembimbing Anggota--atas arahan, kesabaran, dukungan dan motivasinya dalam penyusunan skripsi;
5. Bapak Siswanto, S.Pt, M.Si.--selaku Pembahas--atas kesabaran, dukungan, bimbingan, kritik, saran, arahan serta motivasi dalam penyusunan skripsi;
6. Bapak, Ibu Dosen, serta Staf Jurusan Peternakan--yang dengan ikhlas memberikan ilmu pengetahuannya kepada Penulis selama menjadi mahasiswa;

7. Bapak, Ibu, Kakak, Adik, dan seluruh keluarga besar--atas doa, kasih sayang, perhatian, motivasi, nasihat, serta dukungan baik moral maupun finansial selama ini kepada penulis;
8. Teman seperjuangan angkatan 2017--atas kebersamaan dan dukungannya selama perkuliahan;
9. Orang terkasih--atas doa, perhatian, dan motivasi kepada penulis;
10. Abang, mbak dan adik-adik Jurusan Peternakan--atas bantuan selama masa perkuliahan;
11. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu--atas bantuan, doa, dan motivasi dalam penyusunan skripsi.

Semoga seluruh bantuan yang telah diberikan kepada penulis mendapat balasan pahala dari Tuhan Yang Maha Esa dan semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan.

Bandar Lampung, 30 Agustus 2022

I Kadek Dwi Agus Candra Wijaya

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	4
1.3 Manfaat Penelitian	4
1.4 Kerangka Pemikiran.....	4
1.5 Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Ayam Kampung	8
2.2 Darah.....	10
2.3 Eritrosit	11
2.4 Hemoglobin.....	12
2.5 Hematokrit.....	13
2.6 Vitamin E	14
2.7 Selenium.....	15
2.8 Zinc.....	17
III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN	19
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	19
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	19
3.2.1 Alat penelitian	19
3.2.2 Bahan penelitian	20
3.3 Metode Penelitian	20
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	21
3.4.1 Persiapan kandang	21

3.4.2 Kegiatan penelitian	22
3.4.3 Prosedur pengujian	23
3.5 Peubah yang Diamati	25
3.6 Analisis Data	25
IV. PEMBAHASAN	26
4.1 Pengaruh Perlakuan terhadap Eritrosit Ayam Kampung Betina..	26
4.2 Pengaruh Perlakuan terhadap Hemoglobin Ayam Kampung Betina	29
4.3 Pengaruh Perlakuan terhadap Hematokrit Ayam Kampung Betina	32
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan nutrisi BR-1	20
2. Rata-rata eritrosit ayam kampung betina	26
3. Rata-rata hemoglobin ayam kampung betina	29
4. Rata-rata hematokrit ayam kampung betina	33
5. Analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap total eritrosit	45
6. Uji polinomial ortogonal eritrosit ayam kampung betina.....	45
7. Analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap total hemoglobin	46
8. Uji polinomial ortogonal hemoglobin ayam kampung betina.....	46
9. Analisis ragam pengaruh perlakuan terhadap nilai hematokrit	47
10. Uji polinomial ortogonal hematokrit ayam kampung betina.....	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ayam kampung	8
2. Tata letak penelitian	21
3. Hasil uji polinomial ortogonal eritrosit ayam kampung betina	27
4. Hasil uji polinomial ortogonal hemoglobin ayam kampung betina	30
5. Hasil uji polinomial ortogonal hematokrit ayam kampung betina	33

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ayam merupakan salah satu komoditas peternakan yang sering dikembangkan sebagai upaya untuk memenuhi kebutuhan protein hewani di Indonesia. Ayam kampung atau bukan ras (buras) merupakan salah satu ternak ayam yang sudah biasa dipelihara oleh masyarakat dan sangat dekat dengan kehidupan masyarakat, terutama di daerah pedesaan. Ayam kampung dipelihara sebagai penghasil telur konsumsi, telur tetas dan daging. Pemeliharaan ayam kampung, selain dapat diusahakan secara sambilan, mudah dipelihara dengan teknologi sederhana, dan sewaktu-waktu dapat dijual untuk keperluan mendesak (Rasyid, 2002; Mardiningsih *et al.*, 2004). Salah satu ayam kampung yang cukup banyak dipelihara adalah ayam kampung super atau sering disebut ayam jowo super.

Semakin meningkatnya populasi penduduk, semakin meningkat pula permintaan daging ayam. Permintaan daging ayam lokal yang terus meningkat dari tahun ke tahun belum sepenuhnya dapat dipenuhi, dikarenakan sulitnya mendapat bibit dan pertumbuhannya lambat. Meskipun realita di masyarakat daging ayam lebih banyak dijual di pasar adalah daging broiler, namun bukan berarti permintaan daging ayam lokal rendah.

Ayam kampung merupakan salah satu alternatif yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan sumber protein hewani. Ayam kampung disukai masyarakat karena dagingnya yang kenyal, berisi, tidak lembek dan tidak berlemak sebagaimana ayam ras. Salah satu kelemahan ayam kampung adalah produktivitasnya yang rendah.

Produktivitas ayam kampung dapat dipengaruhi oleh kesehatan ayam, sehingga kesehatan ayam harus tetap dijaga agar ayam tidak rentan terhadap serangan penyakit. Salah satu parameter fisiologis tubuh yang mencerminkan kondisi kesehatan ternak unggas (ayam) adalah gambaran darah. Darah merupakan komponen yang mempunyai fungsi yang sangat penting dalam pengaturan fisiologis tubuh dan media transport yang paling penting hampir semua fungsi tubuh (Frandsen, 1993).

Ayam jantan dan betina dapat dibedakan berdasarkan sisi morfologis dan fisiologisnya. Pada ayam jantan memiliki ukuran tubuh yang lebih besar, terdapat bulu *hackle feather* pada bagian leher, bulu sabit (*sickle feather*), dan bulu pinggul (*saddle feather*). Pada ayam betina ukuran tubuh lebih kecil dan memiliki bulu yang ujungnya bulat dan tidak memiliki bulu sabit (*sickle feather*). Secara fisiologisnya yaitu perkelaminan ayam yang diatur oleh hormone (Kurtini *et al.*, 2014). Unggas memiliki bursa fabricius yang berfungsi sebagai penghasil dan tempat pendewasaan limfosit serta berisi makrofag dan sel plasma. Bursa fabricius mencapai ukuran maksimum dari tiap galur dan jenis kelamin ayam. Pada ayam jantan perkembangan bursa fabricius terhambat oleh hormone testosterone, sementara pada ayam betina hormone estrogen tidak menghambat perkembangan bursa fabricius (Rohyati, 2002).

Darah memainkan peran yang sangat kompleks dalam memastikan fungsi proses fisiologis secara normal dan memastikan produktivitas yang optimal dalam tubuh ternak. Fungsi darah dalam tubuh secara umum berkaitan dengan transportasi zat-zat nutrisi, pembawa oksigen dan karbondioksida, metabolisme, dan sistem imunitas (Frandsen, 1993). Jumlah sel darah yang kurang dari normal akan menyebabkan ternak tersebut mudah terkena penyakit. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi gambaran darah (eritrosit, kadar hemoglobin, dan nilai hematokrit) diantaranya umur, jenis kelamin, ras, status nutrisi, aktivitas fisik, ketinggian tempat, dan temperatur lingkungan (Alfian *et al.*, 2017).

Kebutuhan mikromineral dan vitamin yang cukup sebagai antioksidan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi gambaran darah. Antioksidan yang tinggi dapat melawan radikal bebas dan menjaga membran sel dari kerusakan oksidatif. Mikromineral merupakan mineral yang dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah sedikit, namun memiliki peran yang penting bagi tubuh. Vitamin E merupakan salah satu vitamin yang memiliki peran dalam menjaga sistem peredaran darah, otot, reproduksi, saraf dan imunitas tubuh (Habibian *et al.*, 2014). Vitamin E banyak dibutuhkan dalam menjaga membran eritrosit dalam darah dan banyak ditemukan dalam lipoprotein plasma (Siswanto *et al.*, 2013). Zinc merupakan mineral yang memiliki fungsi sebagai antioksidan dalam tubuh (Tawfeek *et al.*, 2014). Selenium merupakan komponen dari enzim glutathione peroksidase yang bekerjasama dengan vitamin E dan berperan dalam melindungi jaringan seluler serta membran sel dari kerusakan oksidasi akibat radikal bebas.

Zinc dan vitamin E berperan dalam mempertahankan sistem imun, mempertahankan sel dari kerusakan oksidatif dan dapat membantu dalam pembentukan darah dan sintesis hemoglobin. Penambahan vitamin E, selenium, dan zinc membantu dalam metabolisme eritrosit dan mempertahankan eritrosit dari lysis, membantu dalam sintesis heme dalam pembentukan hemoglobin, sehingga kadar eritrosit dalam darah dapat terjaga dan hemoglobin mampu mengedarkan oksigen dengan baik.

Penelitian pengaruh pemberian vitamin E, selenium, dan zinc terhadap gambaran darah (eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit) pada ayam kampung betina belum pernah dilakukan, oleh karena itu penulis tertarik untuk meneliti jumlah eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit darah ayam kampung betina (*Gallus-gallus domesticus*) pada pemberian vitamin E, selenium, dan zinc.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. mengetahui jumlah eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit darah ayam kampung betina (*Gallus-gallus domesticus*) pada pemberian vitamin E, selenium, dan zinc;
2. mengetahui dosis pemberian kombinasi vitamin E, selenium dan zinc yang optimum terhadap eritrosit, hemoglobin dan hematokrit ayam kampung betina (*Gallus-gallus domesticus*).

1.3 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang manfaat pemberian vitamin E, selenium, dan zinc terhadap jumlah eritrosit, hemoglobin, dan Hematokrit darah ayam kampung betina (*Gallus-gallus domesticus*) sehingga dapat diimplementasikan oleh peternak.

1.4 Kerangka Pemikiran

Peningkatan produksi daging ayam kampung dapat ditingkatkan dengan menjaga kesehatan ayam kampung agar kondisi fisiologis dapat berjalan dengan baik. Status fisiologis pada ternak sangat dipengaruhi oleh lingkungan, manajemen, nutrisi pakan dan iklim. Gambaran darah (hematologis) dapat dijadikan sebagai *screening test* untuk melihat kondisi fisiologis suatu ternak yang nantinya dihubungkan dengan status kesehatannya untuk meningkatkan produktivitas. Jumlah sel darah yang kurang dari normal dapat menyebabkan ternak mudah terserang penyakit karena darah memiliki peran yang penting dalam pengaturan fisiologis tubuh.

Darah merupakan salah satu indikator dari status kesehatan hewan. Hal ini karena darah mempunyai fungsi penting yang secara umum berkaitan dengan transportasi

komponen di dalam tubuh seperti, oksigen, karbondioksida, metabolisme, dan hormon. Beberapa bagian darah sebagai penentu tingkat kesehatan hewan adalah eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit. Eritrosit merupakan sel darah merah yang membawa hemoglobin dalam sirkulasi. Sel ini berbentuk bikonkaf yang dibentuk di sumsum tulang belakang (Guyton dan Hall, 2010). Fungsi utama sel darah merah adalah membawa hemoglobin untuk membawa oksigen dari paru-paru serta nutrisi untuk diedarkan ke jaringan tubuh. Menurut Siswanto (2017), darah merupakan komponen yang dinamis dimana statusnya akan dengan mudah dipengaruhi oleh, nutrisi pada pakan yang dikonsumsinya sebab darah memiliki peranan dalam mengangkut sari-sari makanan ke seluruh jaringan tubuh.

Jumlah eritrosit, kadar hemoglobin, dan nilai hematokrit dapat dipertahankan dalam kondisi normal dengan memenuhi jumlah antioksidan yang nantinya akan menjaga imunitas ternak (Kamil *et al.*, 2020). Antioksidan dapat digunakan sebagai imunomodulator secara langsung yang dapat diperoleh dari penambahan vitamin dan mineral berupa vitamin E, selenium, dan zinc. Imunomodulator merupakan zat alami yang membantu dan mengatur sistem kekebalan dalam tubuh sebagai immunosupresan dan immunostimulator. Immunostimulan adalah agen yang digunakan untuk meningkatkan daya tahan tubuh terhadap infeksi (Sasmito, 2017).

Kurangnya kandungan nutrisi dari ternak dapat berdampak serius terhadap ternak, terutama dalam ternak yang dipelihara dalam kandang, masalah ini sering dikenal dengan defisiensi nutrient. Defisiensi dalam hal ini diartikan kurangnya kecukupan nutrient seperti, protein, lemak, karbohidrat, asam amino dan golongan mineral seperti zinc dan selenium. Senyawa anorganik seperti zinc, dan selenium merupakan senyawa yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah sedikit namun apabila kecukupannya kurang, akan dapat berpengaruh dalam metabolisme seperti kurangnya mineral akan berpengaruh terhadap kerabang telur yang lunak dan lainnya (Tillman *et al.*, 1991). Lebih lanjut dijelaskan oleh Widhyari (2012) kekurangan Zinc dapat menyebabkan lesio pada kulit, dermatitis, pertumbuhan lambat, kematangan seksual lambat, infertilitas dan imunodefisiensi. Defisiensi

zinc yang parah dicirikan dengan menurunnya fungsi sel imun dan meningkatnya kejadian infeksi. Dalam penelitiannya Widhyari (2012) menunjukkan bahwa zinc juga mampu meningkatkan produksi tumor *necrosis factor- alpha* (TNF- α) oleh sel monosit, sehingga kemampuan fagositosis meningkat pada darah.

Suplementasi selenium organik, vitamin E serta kombinasinya ternyata berpengaruh terhadap performa itik lokal, dengan kata lain bahwa perubahan performa tersebut tentu akan berpengaruh pada komposisi darah ternak itu sendiri. Vitamin E atau yang memiliki nama ilmiah *tocopherol* ini merupakan golongan senyawa antioksidan yang berperan dalam tubuh sebagai penangkal radikal bebas (Lubis *et al.*, 2015), selain itu juga dijelaskan oleh Tulung (2005) bahwa *tocopherol* berperan dalam darah terutama dalam sel darah merah dalam melindungi eritrosit yang mengangkut oksigen keseluruh jaringan tubuh dari kerusakan. Tidak jarang penelitian pengaruh pemberian ditemukan menjelaskan peranan *tocopherol* dalam meningkatkan imunitas tubuh ternak, seperti penelitian Tulung (2005) yang menjelaskan bahwa vitamin E dapat meningkatkan daya tahan tubuh, membantu mengatasi stress, meningkatkan kesuburan pada ternak. Mempunyai peranan yang penting dalam metabolisme tubuh, asupan vitamin e, dan senyawa anorganik seperti selenium dan zinc penting diperhatikan. Sebab dengan memperhatikan kecukupan kebutuhan nutrisi akan dapat meningkatkan kualitas darah yang terbentuk sehingga kesehatan ternak dapat terjaga (Lesson dan Summers, 2001).

Penelitian yang dilakukan terhadap ayam kampung dengan penggunaan kombinasi 5% minyak ikan lemur dan 5% minyak kelapa sawit yang ditambahkan vitamin E sebesar 30 mg/kg dalam ransum ayam dapat meningkatkan profil darah dan performan ayam kampung. Pada penelitian kombinasi selenium dan vitamin E pada ayam petelur menunjukkan bahwa suplementasi vitamin E dan selenium serta kombinasinya cenderung meningkatkan jumlah eritrosit ayam petelur umur 45--51 minggu (Cahya, 2014).

Penelitian yang dilakukan terhadap ayam pedaging umur 6 minggu menunjukkan bahwa pakan dengan suplementasi herbal dan zinc mampu memberikan peningkatan jumlah eritrosit, nilai hematokrit, dan hemoglobin. Pada pemberian kombinasi mikromineral zinc dan kunyit dapat meningkatkan jumlah eritrosit sebesar $3,32 \times 10^6/\mu\text{L}$. Pada pemberian kombinasi mikromineral zinc dan bawang putih meningkatkan hematokrit sebesar 25,25 % (Sismin *et al.*, 2010). Pada penelitian dengan penambahan ekstrak kulit manggis yang disuplementasi tembaga (Cu) dan zinc (Zn) dalam ransum mampu mempertahankan jumlah eritrosit, kadar hemoglobin, dan nilai hematokrit berada pada kisaran normal ayam sentul (Alawiyah *et al.*, 2021).

Berdasarkan hasil berbagai penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, diharapkan dengan penambahan kombinasi vitamin E, selenium, dan zinc dapat meningkatkan total sel darah merah, hemoglobin, dan hematokrit ayam kampung yang nantinya akan berkorelasi positif dengan peningkatan daya tahan tubuh.

1.5 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah:

1. terdapat pengaruh pemberian vitamin E, selenium, dan zinc terhadap jumlah eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit darah ayam kampung betina (*Gallus-gallus domesticus*);
2. terdapat dosis pemberian kombinasi vitamin E, selenium, dan zinc yang optimum terhadap eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit ayam kampung betina (*Gallus-gallus domesticus*).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ayam Kampung

Ayam kampung (Gambar 1) merupakan turunan panjang dari proses sejarah perkembangan genetik perunggasan di tanah air. Ayam kampung diindikasikan hasil dari domestikasi ayam hutan merah atau *red jungle fowls (Gallus gallus)* dan ayam hutan hijau atau *green jungle fowls (Gallus varius)*. Awalnya, ayam tersebut hidup di hutan, kemudian didomestikasi serta dikembangkan oleh masyarakat pedesaan (Yaman, 2010). Ayam kampung merupakan ayam asli yang sudah beradaptasi dengan lingkungan tropis Indonesia. Masyarakat pedesaan memeliharanya sebagai sumber pangan keluarga akan telur dan dagingnya (Iskandar, 2004). Ayam-ayam tersebut mengalami seleksi alam dan menyebar atau bermigrasi bersama manusia kemudian dibudidayakan secara turun temurun sampai sekarang (Suharyanto, 2007).



Gambar 1. Ayam kampung
Sumber : Koleksi pribadi penulis

Kalsifikasi ayam kampung menurut Williamson dan Payne (1993) adalah:

Kingdom : *Animalia*
Filum : *Chordata*
SubFilum : *Vertebrata*
Class : *Aves*
SubClass : *Neornithes*
Ordo : *Galiformes*
Genus : *Gallus*
Spesies : *Gallus domesticus*

Menurut ketentuan dalam Peraturan Menteri Pertanian Nomor:

49/Permentan/OT.140/10/2006, bahwa bobot badan dan warna bulu ayam kampung sangat beragam dan tidak mencerminkan spesifik warna tertentu, ayam kampung merupakan populasi ayam lokal terbanyak dengan karakter bobot badan (BB) *day old chick* (DOC) atau anak ayam baru menetas sampai umur sehari berkisar antara 29--36 g dengan lingkaran dada (LD) 5 cm, panjang tubuh (PT) 4 cm dan tinggi keseluruhan pada posisi normal sampai ujung kepala mencapai (TN=tinggi normal) 10 cm serta tubuh tertutup dengan bulu halus seperti kapas.

Anak ayam yang dipelihara secara intensif yang baik akan tumbuh sampai umur 4 minggu mencapai bobot badan (BB) 100--200 g, lingkaran dada (LD) 13 cm, panjang tubuh (PT) 11 cm dan tinggi normal (TN) 20 cm. Umur 8 minggu mencapai bobot badan (BB) 300--500 g, lingkaran dada (LD) 17 cm, panjang tubuh (PT) 27 cm dan tinggi normal (TN) 40 cm (Iskandar, 2006). Keunggulan ayam kampung yaitu mempunyai produksi daging dengan rasa dan tekstur yang khas dan tahan terhadap beberapa jenis penyakit. Salah satu kelemahan dari ayam kampung adalah tingkat produktivitas dan pertumbuhannya yang cukup lama. Bila dibandingkan dengan ayam ras, maka ayam kampung mempunyai ukuran tubuh yang lebih kecil, ini menunjukkan kemampuan produksi daging yang lebih rendah pula (Rajab dan Papilaya, 2012).

2.2 Darah

Darah merupakan media transportasi yang membawa nutrisi dari saluran pencernaan ke jaringan tubuh, membawa kembali produk sisa metabolisme sel ke organ eksternal, mengalirkan oksigen ke dalam sel tubuh dan mengeluarkan karbondioksida dari sel tubuh, dan membantu membawa hormon yang dihasilkan kelenjar endokrin ke seluruh bagian tubuh. Darah merupakan cairan yang berfungsi mengirimkan zat-zat nutrisi dan oksigen yang dibutuhkan oleh tubuh, mengangkut bahan-bahan kimia hasil metabolisme dan mengambil limbah dari sel kembali ke jantung untuk dibuang melalui paru-paru dan ginjal (Soeharsono, 2010). Selain itu, darah juga membantu regulasi temperatur tubuh, menjaga kestabilan konsentrasi air dan elektrolit di dalam sel tubuh, membantu regulasi konsentrasi ion hidrogen, dan mempertahankan tubuh dari mikroorganisme (Swenson, 1984).

Darah unggas terdiri atas plasma darah dan sel darah. Plasma darah terdiri atas protein (albumin, globulin, dan fibrinogen), lemak darah bentuk kolesterol, fosfolipid, lemak netral, asam lemak, dan mineral anorganik terutama kalsium, potasium, dan iodium. Sel darah terdiri atas sel darah merah (eritrosit), trombosit, dan leukosit (heterofil, eosinofil, basofil, limfosit, dan monosit) (Yuwanta, 2004). Darah termasuk cairan intravaskuler yaitu cairan merah yang terdapat dalam pembuluh darah. Bagian darah yang padat meliputi sel darah merah, sel darah putih, dan keping darah. Darah juga berperan dalam sistem buffer seperti bikarbonat dalam air. Darah yang kekurangan oksigen akan berwarna kebiru-biruan yang disebut sianosis (Frandsen, 1993).

Peran utama darah adalah sebagai media transportasi untuk membawa oksigen dari paru-paru ke sel-sel jaringan tubuh dan CO₂ ke paru-paru, membawa bahan makanan dari usus ke sel-sel tubuh, mengangkut zat-zat yang tidak terpakai sebagai hasil metabolisme untuk dikeluarkan dari tubuh, mentransfer enzim-enzim dan hormon, mengatur suhu tubuh, keseimbangan cairan asam-basa, dan untuk pertahanan tubuh terhadap infiltrasi benda-benda asing dan mikroorganisme

(Endraswara dan Suwandi, 2002). Tubuh hewan yang mengalami gangguan fisiologis akan memberi perubahan pada gambaran profil darah. Adanya perubahan profil darah tersebut dapat disebabkan oleh faktor internal, dan eksternal. Faktor internal misalnya kesehatan, stres, status gizi, suhu tubuh, sedangkan faktor eksternal misalnya akibat perubahan suhu lingkungan, dan infeksi kuman (Hoffbrand dan Pettit, 1996).

Gambaran darah merupakan salah satu parameter dari status kesehatan hewan karena darah mempunyai fungsi penting dalam pengaturan fisiologis tubuh. Fungsi darah secara umum berkaitan dengan transportasi komponen di dalam tubuh seperti nutrisi, oksigen, karbon dioksida, metabolit, hormon, panas, dan imun tubuh sedangkan fungsi tambahan dari darah berkaitan dengan keseimbangan cairan dan pH tubuh (Reece, 2006).

2.3 Eritrosit

Eritrosit adalah sel darah merah yang mengangkut hemoglobin pada sirkulasi darah, bentuknya bikonkaf dan diproduksi pada sumsum tulang belakang. Eritrosit pada unggas berbentuk oval dan nukleusnya lebih besar daripada mamalia (Sturkie dan Griminger, 1976). Fungsi utama eritrosit adalah membawa hemoglobin yang mengangkut oksigen dari paru-paru dan nutrient dari makanan untuk disalurkan ke seluruh jaringan tubuh (Guyton dan Hall, 2010).

Pembentukan eritrosit melalui sebuah proses yang disebut eritropoesis. Pembentukan eritrosit dirangsang oleh hormon glikoprotein dan eritroprotein (Guyton dan Hall, 1997). Proses pembentukan eritrosit dalam sumsum tulang belakang setiap harinya memerlukan adanya prekursor untuk mendukung proses sintesis sel baru. Prekursor yang dibutuhkan antara lain zat besi, vitamin, asam amino dan hormon (Hoffbrand dan Pettit, 1996). Kurangnya prekursor seperti zat besi dan asam amino yang membantu proses pembentukan eritrosit akan menyebabkan penurunan jumlah eritrosit secara tidak langsung diiringi dengan menurunnya laju metabolisme (Wardhana *et al.*, 2001).

Sel darah merah terdiri dari air 62--72% dan sisanya berupa solid terkandung hemoglobin 95% dan sisanya berupa protein pada stroma dan membran sel, lipid, enzim, vitamin dan glukosa serta urin (Guyton dan Hall, 2010). Adanya hemoglobin di dalam eritrosit memungkinkan timbulnya kemampuan untuk mengangkut oksigen, serta menjadi penyebab warna merah pada darah. Berbeda dengan eritrosit mamalia, eritrosit unggas memiliki inti sel. Jumlah sel darah merah unggas berkisar $2,5\text{--}3,5 \times 10^6/\mu\text{L}$ (Nesheim *et al.*, 1979). Sedangkan masa hidup eritrosit pada unggas rata-rata 28 sampai 35 hari (Sturkie, 1998).

Faktor -faktor yang memengaruhi jumlah eritrosit dalam darah bukan hanya konsentrasi hemoglobin tetapi juga umur, latihan, status nutrisi, laktasi, kehamilan, produksi telur, peningkatan epinephrine, volume darah, pemeliharaan, waktu, temperatur lingkungan, ketinggian, dan faktor iklim (Swenson, 1984). Apabila perubahan fisiologis terjadi pada tubuh hewan, maka gambaran total sel darah merah juga ikut mengalami perubahan (Sturkie, 1976).

2.4 Hemoglobin

Hemoglobin merupakan zat padat dalam darah yang menyebabkan warna merah dan molekul protein pada sel darah merah. Hemoglobin merupakan bagian dari sel darah merah yang mengangkut oksigen. Kadar hemoglobin darah menggambarkan kemampuan dalam mengangkut oksigen untuk proses oksidasi dalam metabolisme tubuh (Widjajakusuma dan Sikar, 1986). Hemoglobin mempunyai peranan penting yaitu mengangkut oksigen dari paru-paru ke sel jaringan dan mengangkut karbon dioksida dari sel jaringan kembali ke paru-paru (Muchtadi *et al.*, 1993). Menurut Swenson (1984), kandungan oksigen dalam darah yang rendah menyebabkan peningkatan produksi hemoglobin dan jumlah eritrosit.

Hemoglobin diproduksi oleh sel darah merah yang disintesis dari asam asetat (*acetic acid*) dan glycine menghasilkan porphyrin. Porphyrin dikombinasikan dengan zat besi menghasilkan satu molekul heme. Empat molekul *heme*

dikombinasikan dengan molekul globin membentuk hemoglobin (Rastogi, 1977). Hemoglobin disintesis dari dua molekul asam glutarat membentuk pirol. Empat molekul pirol kemudian membentuk *protoporfirin* yang mengikat Fe maka terbentuk *heme* terjadi di mitokondria dan *cytosol* sel darah yang belum dewasa, sedangkan *globin* disintesis dalam ribosom dalam *cytosol* sel biasa (Soeharsono *et al.*, 2010).

Keadaan normal, jumlah eritrosit berkorelasi positif dengan kadar hemoglobin, yaitu pada saat jumlah eritrosit dalam darah meningkat maka kadar hemoglobin dalam darah juga meningkat (Schalm *et al.*, 1975). Semakin tinggi sel darah merah maka semakin tinggi pula kadar hemoglobin dalam sel darah merah tersebut. Kadar normal hemoglobin ayam dan unggas lainnya berada pada kisaran 7,0--13,0 g/dl (Jain, 1993). Kadar atau jumlah hemoglobin pada ayam dan unggas (mg/100 ml darah atau mg%) pada kisaran yang hampir sama dengan yang dimiliki mamalia, yaitu 11 mg% pada ayam (Schalm *et al.*, 1975).

Faktor yang mempengaruhi kadar hemoglobin adalah spesies, umur, jenis kelamin, hormon dan hipoksia. Pakan atau nutrisi yang mengandung Fe dan Cu mempengaruhi kadar hemoglobin. Unsur pakan yang mempengaruhi antara lain mikromineral diantaranya adalah Fe dan Cu (Sturkie, 1976).

2.5 Hematorkit

Hematokrit menunjukkan besarnya volume sel darah merah atau eritrosit di dalam 100 mm³ darah (Hoffbrand dan Pettit, 1996). Nilai Hematokrit diukur dari presentase sel darah merah dalam seluruh volume darah (Soeharsono *et al.*, 2010). Fungsi lain dari hematokrit yaitu mengukur proporsi sel darah merah (eritrosit) karena hematokrit dapat mengukur konsentrasi eritrosit (Budiman, 2007). Nilai hematokrit adalah persentase volume endapan eritrosit setelah sampel darah dipisahkan dalam waktu dan kecepatan tertentu (Azhar, 2009).

Nilai hematokrit merupakan cara yang sering digunakan dalam menentukan jumlah sel darah merah yang terlalu tinggi, terlalu rendah, atau normal. Hematokrit sejatinya merupakan ukuran yang menentukan seberapa banyak jumlah sel darah merah dalam satu militer darah atau dengan kata lain perbandingan antara sel darah merah dengan komponen darah lain. Nilai hematokrit normal pada ayam berkisar antara 23%--35% dengan rata-rata 30 % (Dharmawan, 2002). Jumlah eritrosit dan nilai hematokrit berkorelasi positif (*linier*) (Natalia, 2008). Sedangkan menurut Azhar (2009), nilai hematokrit pada ayam bervariasi yaitu pada jantan dewasa 30--35 % dan 33--35 % pada anak ayam.

Hematokrit dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu umur, jenis kelamin, status nutrisi, jumlah eritrosit dan ukuran eritrosit (Sturkie, 1976). Peningkatan atau penurunan hematokrit dalam darah mempengaruhi viskositas darah. Semakin besar persentase hematokrit maka semakin banyak gesekan yang terjadi di dalam sirkulasi darah pada berbagai lapisan darah dan gesekan ini menentukan viskositas, oleh karena itu viskositas darah meningkat dengan bersamaan dengan meningkatnya nilai hematokrit (Guyton dan Hall, 2007). Peningkatan nilai hematokrit dapat menaikkan viskositas (kekentalan) darah yang akan memperlambat aliran darah pada kapiler dan meningkatkan kerja jantung (Arfah, 2015)

2.6 Vitamin E

Vitamin E baru ditemukan sekitar tahun 1922 oleh Herbert Evans (Sell 1993). Kemudian Piliang (2004) menambahkan bahwa nama vitamin E dibuat oleh Evan (1925) yang kemudian peneliti lain yaitu Emerson mencoba memurnikan faktor tersebut dan menamakannya *tocopherol* yang berasal dari bahasa Yunani (*tokos*=kelahiran bayi dan kata kerja *pherein*=membawa atau menyebabkan). Penambahan akhiran *ol* pada akhir kata menunjukkan bahwa vitamin tersebut termasuk golongan alkohol.

Vitamin E meliputi 8 komponen yang disintesis oleh tumbuh-tumbuhan. Komponen ini dibagi menjadi 2 kelas yaitu: *tocols* yang mempunyai rangkaian jenuh (*saturated*) dan *tocotrienols* (*trienol*) yang mempunyai rangkaian tak jenuh (*unsaturated*). Masing-masing kelas tersusun dari 4 vitamer yaitu α , β , γ , dan δ yang memiliki karakteristik dan aktivitas biologis. Komponen yang paling aktif adalah α -*tocopherol* kemudian β -*tocopherol* yang lebih aktif dari γ dan δ *tocopherol*. Sedangkan untuk *tocotrienols*, hanya β -*tocotrienols* yang mempunyai aktivitas sedikit lebih tinggi dari α -*tocotrienols*, sementara aktivitas γ dan δ *tocotrienol* tidak diketahui. Komponen lain dari vitamin E adalah α -*tocopheryl* acetat (Groff dan Sareen, 2009). Ekstraksi *tocopherol* dari minyak tumbuh-tumbuhan menghasilkan *dl*- α -*tocopheryl* acetat. *dl*- α -*tocopheryl* acetat merupakan sumber vitamin E terbesar untuk suplementasi (Mc Dowell, 1992).

Cahaya (2014) mengemukakan bahwa secara umum vitamin E berfungsi sebagai antioksidan biologis yang melindungi membran seluler dari kerusakan oksidatif dan membersihkan (*scavenger*) membran dari radikal-radikal bebas. Vitamin E berpengaruh terhadap aktivitas enzim pada plasma, juga berperan dalam pengaturan sintesis asam nukleat, ekspresi gen dan kontrol daur hidup beberapa protozoa tertentu. Pemberian vitamin E dapat mencegah kerusakan sel darah merah yang disebabkan oleh radikal bebas, dan apabila vitamin E pada membran sel telah menurun atau habis, maka radikal bebas akan mengoksidasi membran sel sehingga menyebabkan terjadinya peroksidasi lipid yang mengakibatkan hemolisis sel darah merah (Meydani *et al.*, 2005). Groff dan Sareen (2009) menambahkan bahwa fungsi vitamin E memelihara integritas sel tubuh, mencegah peroksidasi asam-asam lemak tak jenuh yang berada pada fosfolipid membran seluler, membran mitokondria dan *endoplasmik reticulum*.

2.7 Selenium

Selenium (Se) adalah mikro mineral penting yang memiliki fungsi sebagai antioksidan dan berperan pada beberapa fungsi fisiologis dan produktivitas. Selenium, sebagai bagian dari enzim antioksidan, mendetoksifikasi oksigen

radikal dan peroksida, dan dapat mengurangi stres panas yang disebabkan oleh iklim lingkungan tropis. Defisiensi selenium pada ayam menyebabkan diatesis eksudatif dan rentan terhadap keracunan metilmerkuri dan merkuri anorganik sedangkan kelebihan selenium dalam ransum akan menimbulkan beberapa gangguan metabolisme pada ayam yang akan berakibat pada rendahnya performa ayam. Gejala awal yang bisa dilihat adalah nafsu makan ayam turun, feses menjadi lebih encer, depresi, dan mengalami dehidrasi (Medion, 2015)

Salah satu peran penting selenium adalah sebagai komponen enzim *glutation peroksidase* (GSH-Px) sel darah merah dalam sitoplasma akan dapat memperbaiki / meningkatkan kadar hemoglobin. Kemudian enzim glutathion peroksidase dapat menghancurkan hidrogen peroksida dan hidroperoksida organik dengan pengurangan ekuivalen dari glutathion (Cahya, 2014). Pemberian suplemen selenium selama 28 hari mampu memperbaiki profil darah penderita anemia. Selenium memiliki efek positif yang baik dalam meningkatkan kadar eritrosit dan leukosit (Brown, 1993).

Nutrien yang bekerja sinergis dengan vitamin E adalah selenium. Selenium adalah komponen enzim glutathion peroksidase, yang menghancurkan radikal bebas dalam sitoplasma (Cahya, 2014). Fungsi Se dan vitamin E adalah mencegah terjadinya rantai oto-oksidasi yang reaktif dalam membran lipid sehingga, kombinasi yang sinergis antara selenium dan vitamin E dapat bertindak dan melindungi jaringan terhadap kerusakan oksidatif dimana Se dan vitamin E telah terbukti meningkatkan respon imun (Shinde *et al.*, 2007).

Kerja selenium berhubungan erat dengan antioksidan lainnya terutama vitamin E. Manfaat selenium pada dasarnya terbentuk dari interaksi dengan vitamin E. Selanjutnya dijelaskan bahwa penyediaan selenium organik dengan kombinasi vitamin E yang optimal dapat memperbaiki stres dan daya tahan terhadap penyakit sebagai hasilnya performa produksi dan reproduksi meningkat (Cahya, 2014). Pengaruh pemberian suplementasi selenium dalam sel leukosit dan deferensial leukosit sangat berpengaruh, terutama dalam pembentukan antibodi, proliferasi

(perbanyak) limfosit B dan T serta penghancuran sel oleh sel limfosit dan sel *natural killer* (Politis *et al.*, 2004).

2.8 Zinc

Mineral yang dibutuhkan oleh ternak terdiri dari mineral makro (dibutuhkan dalam jumlah besar) dan mineral mikro (dibutuhkan dalam jumlah sedikit). Mineral makro diperlukan untuk pembentukan organ di dalam tubuh. Mineral mikro diperlukan dalam jumlah yang sangat sedikit dan umumnya terdapat dalam jaringan dengan konsentrasi sangat kecil. Mineral makro terdiri dari kalsium (Ca), Mangan (Mg), Natrium (Na), serta kalium (K). Mineral mikro terdiri tembaga (Cu), seng (Zn) dan besi (Fe) (Almatsier, 2009)

Setiap mikromineral diperlukan dalam satu atau lebih fungsi dalam tubuh seperti sintesis neurotransmitter (tembaga), komponen pada hemoglobin (besi), metabolisme lemak (mangan), antioksidan (selenium), dan sintesis protein (zinc) (Gropper *et al.*, 2005). Zinc (Zn) merupakan salah satu mineral mikro yang memiliki fungsi dan kegunaan penting bagi tubuh. Zinc dibutuhkan oleh berbagai organ tubuh, seperti kulit, mukosa saluran cerna dan hampir semua sel membutuhkan mineral ini. Dampak yang ditimbulkan akibat kurangnya mineral ini adalah terjadinya penurunan nafsu makan sampai pada gangguan sistem pertahanan tubuh (Widyhari, 2012). Zinc berfungsi sebagai penyusun enzim, komponen untuk produksi hormon, pemacu pertumbuhan, dan pendukung respon imun (McDowell, 1992). Zinc harus terdapat dalam pakan semua hewan secara terus-menerus, karena zinc yang tersedia dalam tubuh hewan hanya dalam yang jumlah sedikit (Underwood, 2001).

Zinc tersebar secara merata pada berbagai organ tubuh. Meskipun begitu, konsentrasi tertinggi dijumpai pada jaringan tulang, hati, kulit dan rambut (bulu). Total zinc dalam tubuh secara kasar tersebar pada tulang skeleton, hati, kulit, darah dan organ lain. Pada ternak dewasa, kandungan total zinc dalam komponen darah terdistribusi seperti berikut 75% dalam eritrosit, 22% dalam plasma dan 3%

dalam leukosit. Zinc dalam eritrosit, hampir semuanya secara eksklusif sebagai komponen enzim karbonik anhidrase (Underwood, 2001).

Zinc memiliki beberapa peran penting berhubungan dengan aktivasi sel, ekspresi gen, dan sintesis protein. Zinc juga menentukan perkembangan normal sel imun dan berperan penting dalam menjaga aktivitas sel imun, termasuk neutrofil, monosit, makrofag, sel *natural killer* (NK), serta sel T dan sel B (Prasad *et al.*, 2007). Winarsi (2004) melaporkan bahwa pemberian zinc dapat meningkatkan jumlah sel limfosit secara nyata di dalam sirkulasi darah perifer. Peningkatan jumlah limfosit pada suplementasi zinc disebabkan karena zinc mampu meningkatkan aktivitas enzim katalase dan enzim superoksida dismutase (SOD). Aktivitas SOD sangat membantu dalam menjaga kerusakan sel akibat adanya radikal bebas sebagai akibat terjadinya stres oksidatif. Peningkatan jumlah limfosit pada suplementasi zinc disebabkan karena zinc mampu meningkatkan produksi limfokin menyebabkan sel limfosit mampu berdiferensiasi dan berproliferasi (Rink dan Kirchner, 2000).

III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Januari--Maret 2022 di unit kandang Laboratorium Lapang Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Analisis sampel darah dilaksanakan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Palembang, Sumatera Selatan.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah sebanyak 12 petak kandang ayam, sekam dan koran bekas sebagai *litter*, plastik terpal untuk tirai, lampu bohlam 15 *watt* sebanyak 12 buah sebagai sumber pemanas pada area *brooding*, 12 buah *chick feeder tray* dan *hanging feeder*, 12 buah tempat minum manual, 1 buah timbangan elektrik, 1 buah *thermohygrometer* untuk mengukur suhu dan kelembaban udara di kandang, tali raffia, karung dan plastik, 12 buah *disposablesyringe* 5 ml untuk mengambil sampel darah ayam kampung, 12 buah tabung EDTA, gunting, pisau, dan alat tulis untuk pencatatan data yang diperoleh.

3.2.2 Bahan penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain Day Old Chick (DOC) ayam kampung sebanyak 60 ekor dengan pemeliharaan hingga umur 60 hari, ransum komersial BR-1 yang diberikan secara *adlibitum* dengan kandungan nutrisi pada Tabel 1. Kandungan nutrisi BR-1 PT. Japfa Comfeed Indonesia, dan sediaan vitamin E, selenium, dan zinc pada air minum yang diberikan secara *ad libitum* setiap perlakuan.

Tabel 1. Kandungan nutrisi BR-1

Kandungan		Jumlah
Kadar air	: maks	12 %
Protein kasar	:	21--23 %
Lemak kasar	: min	5 %
Serat kasar	: maks	5 %
Abu	: maks	8 %
Kalsium	:	0,8--1,1 %
Phosphor	: min	0,5 %
Enzim Fitase	:	≥ 400 FTU/Kg
Urea	: nd	
Aflatoksin total	: maks	50 µ g/kg
Asam amino		
- Lisin	: min	1,2 %
- Metionin	: min	0,45 %
- Metionin + Sistin	: min	0,8 %
- Triptofan	: min	0,19 %
- Threonin	: min	0,75 %

Sumber : PT. Japfa Comfeed Indonesia (2019)

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tata letak petak percobaan secara acak yang dapat dilihat pada gambar 3 terdiri atas 4 perlakuan dan 3 ulangan. Setiap ulangan terdiri dari 5 ekor.

Perlakuan yang diberikan yaitu:

P0 : air minum tanpa Vitamin E, Selenium, dan Zinc (kontrol);

P1 : air minum dengan dosis 0,015 g/kg BB/hari (Vitamin E 0,6 IU, Selenium 0,006 mg, Zinc 2,4 mg);

P2 : air minum dengan dosis 0,03 g/kg BB/hari (Vitamin E 1,2 IU, Selenium 0,012 mg, Zinc 4,8 mg);

P3 : air minum dengan dosis 0,06 g/kg BB/hari (Vitamin E 2,4 IU, Selenium 0,024 mg, Zinc 9,6 mg)

P0U2	P2U3	P1U1	P3U1	P3U2	P0U3
P2U1	P3U3	P2U2	P1U3	P0U1	P1U2

Gambar 2. Tata letak penelitian

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan kandang

Kegiatan awal yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pembersihan total lokasi perkandangan sebelum memulai pemeliharaan. Kandang dibersihkan dengan cara pencucian kandang menggunakan deterjen, menyemprot kandang dengan desinfektan. Pencucian peralatan kandang seperti tempat pakan dan minum menggunakan air bersih dan deterjen, lalu direndam dalam larutan desinfektan dan dikeringkan.

Pemasangan tirai dan area *brooding*. Kandang diberi sekat yang membentuk 12 petak dengan luas 1 x 1 m, masing-masing petak diisi 5 ekor DOC. Memasang lampu bohlam 25 watt sebagai sumber pemanas DOC (1 buah bohlam untuk 1 petak kandang) satu hari sebelum DOC datang, alas kandang diberi sekam padi sebagai *litter* kemudian dilapisi dengan koran, pemasangan *hanging feeder* dan tempat air minum.

3.4.2 Kegiatan penelitian

Saat tiba di kandang, DOC diberi minum larutan air gula sebagai sumber energi. DOC kemudian ditimbang untuk mendapatkan tingkat keseragaman (homogeneity) awal seluruh replikasi. DOC kemudian dimasukkan ke dalam 12 unit petak secara acak. Sampai dengan hari ke-14 DOC ayam kampung ditempatkan di dalam area brooding. Ketika memasuki hari ke-14 DOC mulai dipisahkan antara jantan dan betina lalu mulai diberi perlakuan sampai hari ke-60. Penimbangan sampel ayam kampung dilakukan setiap pukul 06.00 WIB dengan metode sampling sebanyak satu ekor pada tiap petak kandang untuk mendapatkan data bobot badan. Data bobot badan ini dijadikan dasar untuk menghitung pemberian dosis kombinasi vitamin E, selenium, dan zinc sesuai dengan perlakuan. Selain itu, suhu dan kelembaban kandang juga dicatat sebagai data penunjang.

Mulai hari ke-14 sebelum dilakukan pemberian perlakuan melalui air minum, ayam kampung mulai dipuaskan air minum terlebih dahulu selama satu jam. Pada pukul 07.00 WIB ayam kampung diberi air minum yang telah dicampur kombinasi vitamin E, selenium, dan zinc sesuai dengan perlakuan dan dosis yang telah dihitung. Setelah itu ayam kampung diberikan air minum secara *ad libitum*. Ayam kampung diberi pakan BR-1 secara *ad libitum* dan air minum 1/5 kebutuhan air minum perhari sesuai dengan perlakuan dan dosis yang telah dihitung, yaitu dengan mencampur vitamin E, selenium, dan zinc bubuk dengan dosis 1 gram/30 kg BB. Perhitungan dosis dilakukan berdasarkan dosis yang dianjurkan.

Perhitungannya adalah:

$$\begin{aligned} \text{Dosis yang dianjurkan} &= 1 \text{ g} / 30 \text{ kg BB} \\ &= 0,03 \text{ g} / 1 \text{ kg BB (P2)} \end{aligned}$$

Pelakuan lainnya yaitu 1/2 kali dosis yang dianjurkan = $0,03 \text{ g} / 2 = 0,015 \text{ g} / \text{kg BB (P1)}$ dan 2 kali dosis yang dianjurkan yaitu $0,03 \text{ g} \times 2 = 0,06 \text{ g} / \text{kg BB (P3)}$

Program vaksinasi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu vaksinasi *New Castle Disease* (ND), *Avian Influenza* (AI) dan *Infectious Bursal Disease* (IBD).

Vaksinasi ND *live* dilakukan saat ayam kampung berumur 7 hari melalui tetes mata. Hari ke-14 dilakukan vaksinasi IBD melalui cekok mulut dan vaksinasi ND dan AI melalui suntik subkutan di leher. Vaksin ulangan ND *live* dilakukan saat ayam kampung berumur umur 21 hari melalui tetes mata dan hidung. Pengukuran suhu kelembaban kandang dilakukan setiap hari, yaitu pukul 07.00, 12.00, dan 22.00 WIB. Pengukuran suhu dan kelembaban dilakukan dengan menggunakan *termohyrometer* yang diletakkan pada bagian tengah kandang yang digantung pada dinding kandang. Untuk proses penerangan, lampu mulai dihidupkan pada pukul 17.30 WIB sampai pukul 06.00 WIB.

3.4.3 Prosedur pengujian

Setiap ayam kampung dalam petak percobaan diambil 1 ekor untuk diambil sampel darahnya. Tahapan pengambilan darah antara lain:

1. mengambil darah pada hari ke-60 pemeliharaan dengan jumlah keseluruhan sampel adalah 12 sampel;
2. mengambil sampel darah menggunakan *disposable syringe* 3 ml melalui *vena brachialis*. Darah diambil sebanyak 3 ml per ayam. Sampel darah yang telah diambil dimasukkan ke dalam tabung *EDTA* agar tidak terjadi penggumpalan dan diberi label sesuai dengan perlakuan;
3. memasukan sampel darah ke dalam *coller box* agar suhu tetap dingin dan mengirim sampel darah ke Balai Besar Laboratorium Kesehatan Palembang, Sumatera Selatan untuk dilakukan pemeriksaan total sel darah merah, hemoglobin dan hematokrit.

Prosedur pemeriksaan darah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Persiapan sebelum menyalakan alat
 - a. memeriksa volume reagen;
 - b. memeriksa kondisi cairan reagen (keruh atau kotor);

- c. memeriksa seluruh selang (bila terdapat tekukan);
- d. memeriksa botol pembuangan, jika penuh kosongkan kembali.

2. Menyalakan alat

- a. menekan tombol *power* pada bagian belakang, posisi ON. Tunggu proses inialisasi selama 7--10 menit, hingga pada layar tampilan (*Login*);
- b. memasukan kode *User name* dan *Password*;
- c. apabila terdapat "*error message*" (tulisan warna merah pada bawah layar), maka tekan tulisan berwarna merah tersebut, kemudian tekan "*clear error*", maka alat akan memperbaiki secara otomatis.

3. Pemeriksaan *Whole Blood Count*

- a. menekan tombol analisis pastikan pada menu *whole blood* (tulisan berada diposisi tengah bawah) dengan warna bagian bawah kiri;
- b. menekan tombol *next sample* untuk mengisi/menuliskan data pasien;
- c. menghomogenkan sampel lalu dimasukan sampel pada jarum probe hingga menyentuh ke dasar tabung;
- d. menekan tombol *probe*, lalu sampel akan diproses dan hasil akan tampil pada layar.

Prinsip kerja *hematology analyzer* adalah sampel darah yang sudah dicampur dengan reagen dilusi sebanyak 200x proses *hemolyzing* untuk mengukur jumlah lekosit. Selanjutnya sampel dilakukan dilusi lanjutan sebanyak 200x (jadi 40.000x) untuk mengukur eritrosit dan trombosit. Sampel diproses pada *block data processing* dan hasilnya akan ditampilkan pada monitor dan dicetak dengan mesin print.

b. Mematikan Alat

- a. menekan layar pada pojok atas sebelah kiri, klik *Shutdown*, proses mematikan alat akan bekerja lalu muncul perintah pada layar untuk menghisap "*Probe Cleanser*" pada *probe* dengan menekan tombol *probe*;
- b. menekan tombol *power* dibagian belakang, posisi *Off*.

3.5 Peubah yang Diamati

Peubah yang diamati dalam penelitian ini adalah eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit darah ayam kampung betina (*Gallus-gallus domesticus*).

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan menggunakan analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji polinomial ortogonal untuk mendapatkan suplementasi optimum yang memberikan pengaruh terbaik terhadap jumlah eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit ayam kampung betina.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. pemberian kombinasi vitamin E, selenium, dan zinc pada ayam kampung betina tidak berpengaruh nyata terhadap eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit;
2. dosis pemberian kombinasi vitamin E, selenium, dan zinc yang optimum untuk eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit berturut-turut adalah 0,04 g/kg BB; 0,05 g/kg BB dan 0,04 g/kg BB.

5.2 Saran

Saran yang diajukan penulis berdasarkan penelitian ini adalah dosis pemberian kombinasi vitamin E, selenium, dan zinc kepada peternak disarankan yaitu berturut-turut adalah 0,04 g/kg BB; 0,05 g/kg BB dan 0,04 g/kg BB untuk jumlah eritrosit, hemoglobin, dan hematokrit yang optimum.

DAFTAR PUSTAKA

- Alawiyah, A., L. Adriani, dan D. Rusmana. 2021. Status hematologik ayam sentul dengan penambahan ekstrak kulit manggis (*Garcinia mangostana* L.) yang disuplementasi Cu dan Zn dalam ransum. *Jurnal Sains dan Teknologi Industri Peternakan*, 1(2): 11--17.
- Alfian., Dasrul, dan Azhar. 2017. Jumlah eritrosit, kadar hemoglobin dan nilai hematokrit pada ayam bangkok, ayam kampung dan ayam peranakan. *Jurnal Ilmiah Veteriner*, 01(3): 533--539.
- Almatsier, S. 2009. Prinsip Dasar Ilmu Gizi. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Arfah, N. M. 2015. Pengaruh Pemberian Tepung Kunyit pada Ransum Terhadap Jumlah Eritrosit, Hemoglobin, Hematokrit, dan Leukosit Ayam Broiler. Skripsi. Fakultas Kedokteran, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Arlina, F. dan K. Subekti. 2011. Karakteristik genetik eksternal ayam kampung di Kecamatan Sungai Pagu Kabupaten Solok Selatan. *Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Peternakan*, 14(2): 74--81
- Brown, B.A. (1993) Hematology : Principle and Procedure. William and Wilkans. Baltimore, USA.
- Budiman. 2007. Pengantar Kesehatan Lingkungan. Jakarta.
- Cahaya, T.G. 2014. Pengaruh Suplementasi Vitamin E dan Selenium dalam Ransum terhadap Kualitas Telur dan Profil Darah Ayam Petelur Umur 45--51 Minggu. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Cunningham, J.G. 2002. Textbook of Veterinary Physiology. W.B. Saunders Company. USA.
- Dawson, W. R., and G. C. Whittow. 2000. Regulation of Body Temperature. Sturkie's Avian Physiology. Academic Press. New York.

- Dharmawan, N. S. 2002. Pengantar Patologi Klinik Veteriner (Hematologi Klinik). Pelawa Sari. Denpasar.
- Endraswara dan Suwandi. 2002. Metodologi Penelitian Sastra Epistemologi, Model, Teori, Dan Aplikasi. Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Frandsen, R. D. 1993 . Darah dan Cairan Tubuh Lainnya. edisi ke 4 Gadjah Mada. University Press.
- Gropper, J. L. Groff, S. Sareen, and J.L. Smith. 2005. Advanced Nutrition and Human Metabolism. Fourth edition. Wordworth, a Division of Thomson Learning. USA.
- Gropper and S. Sareen. 2009. Advance Nutrition and Human Metabolism Fifth edition. Wordworth Cengage Learning. Canada.
- Guyton, A. C. dan J. E. Hall. 2007. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. EGC. Jakarta.
- Guyton, A. C. dan J. E. Hall. 2010. Textbook of Medical Physiology. 12th Ed. WB. Saunders Company. Philadelphia.
- Habibian, M., S. Ghazi, M. M. Moeini, dan A. Abdolmohammadi. 2014. Effect of dietary selenium and vitamin E on immune response and biological blood parameters of broiler reared under thermoneutral or heat stress condition. *International Journal Biometeorology*, 58(5): 741--752.
- Harvey, J. W. dan D. J. Meyer. 2004. Veterinary Laboratory Medicine Interpretation and Diagnosis. Saunders University Pr. Saunders.
- Hoffbrand A.V. dan J. E. Pettit. 1996. Leukemia. Dalam : Essential Haematology. (Kapita Selekt Haematology). Edisi 2. Penerbit Buku Kedokteran. EGC. Jakarta.
- Iskandar, 2004. Respon pertumbuhan ayam kampung dan ayam silangan-pelung terhadap ransum berbeda kandungan protein. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 3(1): 8--14.
- Iskandar, S. 2006. Ayam silangan pelung dan kampung: Tingkat protein pakan untuk produksi daging umur 12 minggu. *Wartazoa*, 16(2): 65--71.

- Isroli, S. Susanti, W. Widiastuti, T. Yudiarti, dan Sugiharto. 2009. Observasi beberapa variable hematologis ayam kedu pada pemeliharaan intensif. Seminar Nasional Kebangkitan Peternakan 2009. Universitas Dipenogoro. Semarang.
- Jain, N. C. 1993. Essential of Veterinary Hematology. Lea and Febriger, Philadelphia.
- Kamil, K. A., D. Latipudin, A. Mushawwir, D. Rahmat, dan R. L. Balia. 2020. The effects of ginger volatile oil (GVO) on the metabolic profile of glycolytic pathway, free radical and antioxidant activities of heat-stressed cihateup duck. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 10(3): 1228--1233.
- Kurtini, T., K. Nova, dan D. Septinova. 2014. Produksi Ternak Unggas. Anugrah Utama Raharja. Bandar Lampung.
- Kusumawati, D. S. U. 2000. Bersahabat dengan Hewan Coba. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Lesson, S. dan J. D. Summers. 2001. Nutrition of the chicken. 4 Edition. Guelph. Ontario, Canada.
- Lovita, A. N. D. and D. R. Indriati. 2014. Effect of vitamin E on maternal hemoglobin levels pregnant rats (*Rattus norvegicus*) exposed to subacute cigarette smoke. *Majalah Kesihatan FKUB*. 12 (1): 60--68.
- Mardiningsih, Rahayuning, W. Roesali, dan D. J. Sriyanto. 2004. Tingkat produktivitas dan faktor-faktor yang mempengaruhi tenaga kerja wanita pada peternakan ayam lokal intensif di Kecamatan Ampal Gading, Kabupaten Pemalang Jawa Tengah. Prosiding. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. 1(2): 540--548.
- McDowell, L. R. 1992. Minerals in Animal and Human Nutrition. Academic Press, USA.
- Medion. 2015. Cermat Memberi Vitamin pada Ayam. Medion.co.id. Diakses tanggal 16 November 2021.
- Meydani, S. N., S. N. Han, dan D. Wu. 2005. Vitamin E and immune response in the aged: molecular mechanism and clinical implication. *Immunol Rev*, 205(1): 269--284
- Muchtadi, D., S. P. Nurheni, dan M. Artawan. 1993. Metabolisme Zat Gizi: Sumber, Fungsi, dan Kebutuhan Bagi Tubuh Manusia. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.

- Natalia, R. D. 2008. Jumlah Eritrosit, Nilai Hematokrit, dan Kadar Hemoglobin Ayam Pedaging Umur 6 Minggu yang Diberi Suplemen Kunyit, Bawang Putih, dan Zinc. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Nesheim, M. C., R. E. Austic, dan L. E. Card. 1979. Poultry Production. 12th Edition. Lea and Febiger. Philadelphia.
- Piliang, W. G. 2004. Nutrisi Vitamin. Vol 1. Bogor. Pusat Antar Universitas Ilmu Hayat Institut Pertanian Bogor.
- Politis, I., B. Iosif, T. Anastasios, dan B. Antonella. 2004. Effect of vitamin e supplementation on neutrophil function, milk composition and plasmin activity in dairy cows in a commercial herd. *Journal of Dairy Research*, 71(3): 273--278.
- Prasad, A. S., F. W. Beck, B. Bao, J. T. Fitzgelard, D. C. Sneill, J. D. Steinberg, dan L. J. Cardoso. 2007. Zinc supplementation decreases incidence of infections in the elderly: Effect of zinc on generation of cytokines and oxidative stress. *American Journal Clinical Nutrition*, 85(2): 837--844.
- Praseno, K. 2005. Respon eritrosit terhadap perlakuan mikromineral Cu, Fe, dan Zn pada ayam (*Gallus gallus domesticus*). *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 3(1): 179--185.
- PT. Japfa Comfeed Indonesia Tbk. 2019. Broiler. Poultry breeding division.
- Rajab dan Papilaya. 2012. Sifat kuantitatif ayam kampung lokal pada pemeliharaan tradisional. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 2(2): 61--64.
- Rastogi, S. C. 1977. Essentials of Animal Physiology. Wiley Eastern Limited. New Delhi.
- Rasyid, T.G. 2002. Analisis perbandingan keuntungan peternak ayam buras dengan system pemeliharaan yang berbeda. *Bulletin Nutrisi dan Makanan Ternak*, 3(1): 15--22.
- Reece, W. O. 2006. Functional Anatomy and Physiology of Domestic Animals 3nded. Blackwell Publishing, USA.

- Rini, P. L., Isroli, dan E. Widiastuti. 2013. Pengaruh penambahan ekskreta walet dalam ransum terhadap kadar hemoglobin, hematokrit dan jumlah eritrosit darah ayam broiler. *Jurnal Animal Agriculture*, 2(3): 14--20.
- Rink, L. dan H. Kirchner. 2000. Zinc-altered immune function and cytokine production. *Journal Nutrition*, 130(5): 1407--1411.
- Rohyati, N. 2002. Pengaruh Pemberian Probiotik B-Mix dan Infeksi Salmonella Enteriditis terhadap Gambaran Mikroskopis Bursa Fabricius pada Ayam Broiler. Skripsi. Fakultas Kedokteran Hewan. Institute Pertanian Bogor. Bogor.
- Safithri, A., D. Samsudewa, dan Isroli. 2018. Profil hematologi pada rusa timor (*Cervus timorensis*) betina berahi yang disuplementasi mineral pada satu siklus berahi. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 13(1): 63--75.
- Sasmito, E. 2017. Imunomodulator Bahan Alami. Andi Offset. Jakarta.
- Schalm, O. W., E. J. Carrol, dan N. C. Join. 1975. Physiology properties of celular and chemical constituents of blood. In Swenson, M. J. (Eds.). Dukes Physiology of Domestic Animals. Cornell University Press, Ithaca.
- Sell, J. L. 1993. The Need For Use of Supplemental Viitamin B In Laying Hens. Special Assignment, Iowa State University.
- Shinde, V. K. Dhalwal, A. R. Paradkar, dan K. R. Mahadik. 2007. Effect of Human Placental Extract on Age Related Antioxidant Enzyme Status In D-Galactose Treated Mice. Departemen of Pharmacognosy, Poona College of Pharmacy, Bharati Vidyapeeth University, Erandwane, Pune 411 038, India.
- Sismin, A. S., S. D. Widhyari, dan R. D. Natalia. 2010. Jumlah eritrosit, nilai hematokrit, dan kadar hemoglobin ayam pedaging umur 6 minggu dengan pakan tambahan. *Jurnal Kedokteran Hewan*, 4(2): 69--73.
- Siswanto, Budisetyawati, dan F. Ernawati. 2013. Peran beberapa zat gizi mikro dalam sistem imunitas. *Gizi Indon*, 36(1): 57--64.
- Siswanto. 2017. Darah dan Cairan Tubuh. Diktat Fisiologi Veteriner 1. Universitas Udayana. Denpasar.
- Soeharsono. 2010. Fisiologi Ternak Fenomena dan Nomena Dasar dari Fungsi serta Interaksi Organ pada Hewan. Widya Padjajaran. Bandung.

- Sturkie dan D. Paul. 1998. *Avian Physiology*. 5th Ed. Springer Verlag. New York.
- Sturkie, P. D, dan P. Griminger. 1976. Blood: Physical characteristics, formed elements, hemoglobin and coagulation. In Sturkie, P. D. (Eds.). *Avian Physiology*. Heidelberg, Berlin.
- Sturkie, P. D. 1976. *Avian Physiology*. 1st Published. Cornell University Press. Ithaca.
- Suharyanto, A. A. 2007. *Panen Ayam Kampung Dalam 7 Minggu Bebas Flu Burung*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Swenson, M. J. 1984. *Dukes Physiology of Domestic Animals*. 10thed. Cornell University Press. Ithaca.
- Tawfeek, S. S., K. M. A. Hassanin, dan I. M. I. Youssef. 2014. The effect of dietary supplementation of some antioxidants on performance, oxidative stress, and blood parameters in broilers under natural summer conditions. *Journal World's Poultry Research*, 4(1): 10--19.
- Tillman, A. D., H. Hartadi, S. Reksohadiprodjo, S. Prawirokusumo, dan S. Lebdoesoekojo. 1991. *Ilmu Makanan Ternak Dasar*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Tulung, Y. 2005. Peran Selenium dan Vitamin E sebagai Penangkal Radikal Bebas Dalam Tubuh.
http://rudycr.topcities.com/ppp70271034/yohannis_tulung.htm,
Diakses tanggal. 3 Desember 2021.
- Underwood, A. L. dan R. A. Day. 2001. *Analisis Kimia Kuantitatif*. edisi ke 6. Alih bahasa oleh Dr. Ir. Iis Sopyan, M. Eng. editor Hiliarius Wibi. H., S. T. dan Lemeda Simarmata, S. T. Penerbit: Erlangga. Jakarta.
- Wahju, J. 2004. *Cara Pemberian dan Penyusunan Ransum Unggas*. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wardhana A. H., E. Kencanawati, N. Rahmaweni, dan C. B. Jatmiko. 2001. Pengaruh pemberian sediaan patikan kebo (*Euphobia hirta* L) terhadap jumlah eritrosit, kadar hemoglobin dan nilai hematokrit pada ayam yang diinfeksi dengan *Eimeria tenella*. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner*, 6 (2): 126--133.
- Widhyari, S. D. 2012. Peran dan dampak defisiensi zinc (Zn) Terhadap system tanggap kebal. *Wartazoa*, 22(3): 141--148.

- Widjajakusuma, R. dan H. Sikar. 1986. Fisiologi Hewan Laboratorium. Fisiologi dan Farmakologi. Fakultas Kedokteran Hewan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- William, R. B. 2005. Avian malaria: clinical and chemical pathology of *Plasmodium gallinaceum* in the domestic fowl, *Gallus gallus*. *Avian Pathology*, 34(1): 29--47.
- Williamson, G. dan W. J. A. Payne. 1993. Pengantar Peternakan Daerah Tropis. Terjemahan Oleh S. G. N. Dwija, D. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Winarsi, H. 2004. Respon Hormonal dan Imunitas Wanita Premenopause Terhadap Minuman Fungsional Berbahan Dasar Susu Skim yang Disuplementasi dengan Isoflavon Kedelai dan Seng. Disertasi. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Wiranata, G. A., I. G. A. M. K. Dewi, dan R. R. Indrawati. 2013. Pengaruh energi metabolis dan protein ransum terhadap persentase karkas dan organ dalam ayam kampung (*Gallus domesticus*) betina umur 30 minggu. *Peternakan Tropika*, 1 (2): 87--100.
- Yaman, A. 2010. Ayam Kampung Unggul 6 Minggu Panen. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Yuwanta, T. 2004. Dasar ternak Unggas. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Zhang, D., T. Dong, J. Ye, dan Z. Hou. 2017. Selenium accumulation in wheat (*Triticum aestivum* L) as affected by coapplication of either selenite or selenate with phosphorus. *Soil Science and Plant Nutrition*, 63(1): 1--8.