

**PENGARUH SUPLEMENTASI KOMBINASI VITAMIN E, ZINC, DAN
SELENIUM DALAM AIR MINUM TERHADAP TOTAL *LEUKOSIT* DAN
DEFERENSIAL *LEUKOSIT* AYAM KAMPUNG BETINA**

(Skripsi)

Oleh

**WAHYU PURNOMO AJI
1814241026**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

PENGARUH SUPLEMENTASI KOMBINASI VITAMIN E, ZINC, DAN SELENIUM DALAM AIR MINUM TERHADAP TOTAL *LEUKOSIT* DAN DEFERENSIAL *LEUKOSIT* AYAM KAMPUNG BETINA

Oleh

Wahyu Purnomo Aji

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian suplementasi kombinasi vitamin E, *zinc* dan selenium terhadap total *leukosit* dan deferensial *leukosit* (neutrofil, eosinofil, basofil, limfosit, monosit) ayam kampung betina. Penelitian ini dilaksanakan pada Januari--Maret 2022 di Kandang Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Analisis sampel darah pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisiologi dan Reproduksi Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan Balai Veteriner Lampung, Bandar Lampung. Penelitian eksperimental menggunakan 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, *zinc* 2,4 mg, selenium 0,06 mg); P2 : 0,03 g/kg BB (vitamin E 1,2 IU, *zinc* 4,8 mg, selenium 0,012 mg); P3 : 0,06 g/kg BB (vitamin E 2,4 IU, *zinc* 9,6 mg, selenium 0,024 mg). Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pemberian suplementasi kombinasi vitamin E, *zinc*, dan selenium dapat mempertahankan rata-rata total *leukosit* dalam kondisi normal pada semua perlakuan, sedangkan perlakuan pemberian suplementasi kombinasi vitamin E, *zinc*, dan selenium dapat mempertahankan rata-rata deferensial *leukosit* dalam kondisi normal terdapat pada perlakuan P1 dan P2.

Kata kunci: Vitamin E, *Zinc*, Selenium, *Leukosit*, Deferensial *Leukosit*, ayam kampung betina

ABSTRACT

THE EFFECT OF COMBINATION OF VITAMIN E, ZINC, AND SELENIUM SUPPLEMENTATION IN DRINKING WATER ON TOTAL LEUCOCYTES AND DIFFERENTIAL LEUCOCYTES OF FEMALE CHICKEN

By

Wahyu Purnomo Aji

This study aims to determine the effect of supplementation with a combination of vitamin E, *zinc* and selenium on total *leukocytes* and differential *leukocytes* (neutrophils, eosinophils, basophils, lymphocytes, monocytes) of female native chickens. This research was conducted in January--March 2022 at the Integrated Field Laboratory Cage, Faculty of Agriculture, University of Lampung. Analysis of blood samples in this study was conducted at the Laboratory of Animal Physiology and Reproduction, Department of Animal Husbandry, Faculty of Agriculture, University of Lampung and Lampung Veterinary Center, Bandar Lampung. This experimental study used 4 treatments and 3 replications. The treatment was given through drinking water with P0 : (control); P1 : 0.015 g/kg BW (vitamin E 0.6 IU, *zinc* 2.4 mg, selenium 0.06 mg); P2 : 0.03 g/kg BW (vitamin E 1.2 IU, *zinc* 4.8 mg, selenium 0.012 mg); P3 : 0.06 g/kg BW (vitamin E 2.4 IU, *zinc* 9.6 mg, selenium 0.024 mg). The results showed that the treatment with a combination of vitamin E, *zinc*, and selenium supplementation was able to maintain an average of total *leukocytes* under normal conditions in all treatments, while the treatment with a combination of vitamin E, *zinc*, and selenium supplementation could maintain the mean differential *leukocytes* under normal conditions. Normal values were found in treatments P1 and P2.

Keywords: Vitamin E, *Zinc*, Selenium, *Leukocytes*, Differential *Leukocytes*, Hen Village

**PENGARUH SUPLEMENTASI KOMBINASI VITAMIN E, ZINC, DAN
SELENIUM DALAM AIR MINUM TERHADAP TOTAL *LEUKOSIT* DAN
DEFERENSIAL *LEUKOSIT* AYAM KAMPUNG BETINA**

Oleh

Wahyu Purnomo Aji

Skripsi

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

pada

**Jurusan Peternakan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Skripsi : **PENGARUH SUPLEMENTASI KOMBINASI VITAMIN E, ZINC, DAN SELENIUM DALAM AIR MINUM TERHADAP TOTAL LEUKOSIT DAN DEFERENSIAL LEUKOSIT AYAM KAMPUNG BETINA**

Nama Mahasiswa : **Wahyu Purnomo Aji**

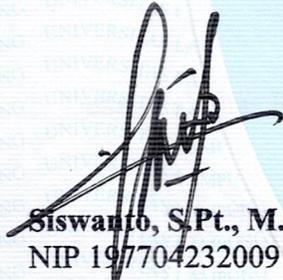
Nomor Pokok Mahasiswa : 1814241026

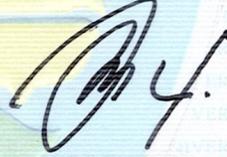
Jurusan/Program Studi : **Peternakan/Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak**

Fakultas : **Pertanian**

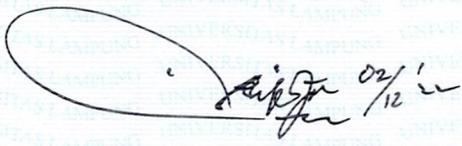
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Siswanto, S.Pt., M.Si.
NIP 197704232009121002


Prof. Dr. Ir. Muhtarudin, M.S.
NIP 196103071985031006

2. Ketua Jurusan Peternakan


Dr. Ir Arif Qisthon, M.Si.
NIP 196706031993031002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Siswanto, S.Pt., M.Si.**

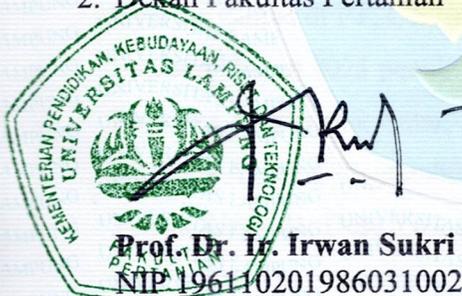


Sekretaris : **Prof. Dr. Ir. Muhtarudin, M.S.**

Penguji
Bukan Pembimbing : **drh. Purnama Edy Santosa, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M. Si.
NIP. 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **20 Oktober 2022**

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis berupa skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (Sarjana) baik di Universitas Lampung maupun di perguruan tinggi lain;
2. Karya ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan pembimbing;
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis dari publikasi orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dan disebutkan nama pengarang serta dicantumkan dalam Pustaka;
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah di peroleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya yang sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Bandar Lampung, 23 November 2022

Yang Membuat Pernyataan



Wahyu Purnomo Aji

NPM. 1814241026

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Desa Candimas, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan pada 25 Februari 2000, merupakan anak kedua dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Siswanto dan Ibu Dedeh Mardiah. Penulis bertempat tinggal di Desa Candimas, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung. Pendidikan Dasar di selesaikan di SDN 4 Candimas pada 2012, sekolah menengah pertama di SMP Negeri 5 Natar selesai pada 2015, sekolah menengah atas di SMA N 2 Natar selasai pada 2018, dan menempuh perkuliahan pada angkatan 2018 di Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui Jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Pada 2019 penulis mengikuti program magang HIMAPET di peternakan ayam layer bertempat di PT. Central Avian Pertiwi, Kabupaten Lampung Selatan. Pada Februari--Maret 2021 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Bumisari, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung, dan pada Agustus--September 2021 penulis melaksanakan Praktik Umum di CV. Telaga Rizqy 21, Desa Yosodadi, Kecamatan Metro Timur, Kota Metro.

MOTTO

Hai orang-orang yang beriman, jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu,
sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.

(Q.S. Al-Baqarah--153)

Dalam situasi paling menyakitkan dan tidak manusiawi, hidup masih bisa
memiliki makna, dan karenanya, penderitaan pun dapat bermakna.

(Henry Manampiring [Filosofi Teras])

Jadilah seperti pohon yang tumbuh dengan berbuat lebat, dilempar dengan batu
tetapi membalasnya dengan buah.

(Abu Bakar As Siddiq)

Ibadah maksimal, rejeki melimpah, selalu dalam keadaan bahagia dan bersyukur
kepada Allah SWT.

(Penulis)

SANWACANA

Segala puji bagi Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat dan ilmu-Nya kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Dalam penulisan skripsi ini, penulis melalui proses yang panjang dan didalamnya banyak pihak yang terlibat baik secara langsung maupun tidak langsung untuk memberikan bimbingan dan doa kepada penulis. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan rasa tulus dan kerendahan hati mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.--selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung--atas izin yang diberikan;
2. Bapak Dr. Ir. Arif Qisthon, M.Si.--selaku Ketua Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung--atas bimbingan, arahan, dan persetujuan yang diberikan;
3. Bapak Siswanto, S.Pt., M.Si.--selaku pembimbing utama--atas bimbingan, saran, nasehat, dan ilmu yang diberikan selama penyusunan skripsi;
4. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhtarudin, M.S.--selaku pembimbing anggota--atas bimbingan, saran, nasehat, dan ilmu yang diberikan selama penyusunan skripsi;
5. Bapak drh. Purnama Edy Santosa, M.Si.--selaku pembahas--atas bimbingan, saran, nasehat, dan ilmu yang diberikan selama penyusunan skripsi;
6. Bapak drh. Muhammad Mirandy Pratama Sirat, M.Sc.--selaku Pembimbing Akademik Penulis--atas arahan, bimbingan dan nasehat kepada penulis;
7. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung atas ilmu, arahan, bimbingan dan nasehat selama masa studi;
8. Bapak Siswanto dan Ibu Dedeh Mardiah atas segala cinta, kasih sayang, doa, restu, pengorbanan, perjuangan, semangat dengan sangat tulus dan ikhlas

yang tidak pernah berhenti mengalir untuk hidup dan keberhasilanku, serta kakakku Desi Savitri dan adik-adikku Dharmawan Sulistio dan Shinta Lestari yang selalu mendoakan dan memberi semangat yang sangat positif kepada penulis;

9. Mia Widowati atas suasana nyaman dan kasih sayang, nasihat, saran serta dukungan kepada penulis;
10. Made Kristian P, Dwi Sulisty Rini, Doni Ramadhan dan Ismalia May Darmahayati atas suasana persahabatan, kekeluargaan, dan dukungan kepada penulis;
11. Tim Penelitian (Annisa, Dimas, Bang Kadek, Minda, Reni, Lani, Riski, Sherina, Yohanes, Cici) atas kerjasamanya selama pelaksanaan penelitian.
12. Keluarga besar “Angkatan 2018” atas suasana kebersamaan dan kekeluargaan selama masa studi serta motivasi yang diberikan kepada penulis;
13. Seluruh kakak-kakak (Angkatan 2016 dan 2017) serta adik-adik (2019, 2020, dan 2021) Jurusan Peternakan atas suasana kekeluargaannya.

Penulis mengucapkan terima kasih, semoga skripsi ini menjadi amal sholeh bagi semua pihak yang telah terlibat dan membantu penulisan skripsi ini dengan tulus dan ikhlas. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukannya.

Bandar Lampung, 5 September 2022

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|---------------------------------------|---------|
| DAFTAR TABEL | v |
| DAFTAR GAMBAR | vi |
| I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang dan Masalah | 1 |
| 1.2 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.3 Kegunaan Penelitian..... | 3 |
| 1.4 Kerangka Pemikiran | 3 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 7 |
| 2.1 Ayam Kampung | 7 |
| 2.2 Ayam Kampung Betina..... | 9 |
| 2.3 Ransum Ayam Kampung..... | 10 |
| 2.4 Vitamin E | 12 |
| 2.5 Mineral <i>Zinc</i> | 13 |
| 2.6 Selenium | 15 |
| 2.7 Darah..... | 16 |
| 2.8 <i>Leukosit</i> | 17 |
| 2.9 Deferensial <i>Leukosit</i> | 19 |
| 2.9.1 Neutrofil | 19 |
| 2.9.2 Eosinofil | 21 |
| 2.9.3 Basofil..... | 22 |
| 2.9.4 Monosit..... | 23 |
| 2.9.5 Limfosit | 24 |
| III. METODE PENELITIAN | 26 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian | 26 |
| 3.2 Alat dan Bahan Penelitian | 26 |

| | |
|--|-----------|
| 3.2.1 Alat | 26 |
| 3.2.2 Bahan | 27 |
| 3.3 Rancangan Penelitian | 27 |
| 3.4 Peubah yang Diamati..... | 29 |
| 3.5 Pelaksanaan Penelitian | 29 |
| 3.5.1 Persiapan kandang | 29 |
| 3.5.2 Kegiatan penelitian | 29 |
| 3.6 Prosedur Pengujian | 31 |
| 3.6.1 Pengambilan sampel..... | 31 |
| 3.6.2 Perhitungan total <i>leukosit</i> | 31 |
| 3.6.3 Perhitungan total deferensial <i>leukosit</i> | 32 |
| 3.7 Analisis Data | 32 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 33 |
| 4.1 Pengaruh Pemberian Perlakuan terhadap Total <i>Leukosit</i> | 33 |
| 4.2 Pengaruh Pemberian Perlakuan terhadap Total Deferensial <i>Leukosit</i> | 36 |
| 4.2.1 Pengaruh pemberian perlakuan terhadap rata-rata neutrofil | 37 |
| 4.2.2 Pengaruh pemberian perlakuan terhadap rata-rata eosinofil..... | 39 |
| 4.2.3 Pengaruh pemberian perlakuan terhadap rata-rata basofil..... | 41 |
| 4.2.4 Pengaruh pemberian perlakuan terhadap rata-rata monosit..... | 43 |
| 4.2.5 Pengaruh pemberian perlakuan terhadap rata-rata limfosit | 45 |
| V. SIMPULAN DAN SARAN | 48 |
| DAFTAR PUSTAKA | 49 |
| LAMPIRAN | |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|---|---------|
| 1. Rata-rata total <i>leukosit</i> setelah pemberian minum perlakuan..... | 33 |
| 2. Rataan total neutrofil, eosinofil, basofil, limfosit, dan monosit..... | 36 |
| 3. Rata-rata total neutrofil setelah pemberian minum perlakuan | 37 |
| 4. Rata-rata total eosinofil setelah pemberian minum perlakuan | 39 |
| 5. Rata-rata total basofil setelah pemberian minum perlakuan | 41 |
| 6. Rata-rata total monosit setelah pemberian minum perlakuan | 43 |
| 7. Rata-rata total limfosit setelah pemberian minum perlakuan..... | 45 |
| 8. Konsumsi ransum ayam kampung betina..... | 58 |
| 9. Suhu dan Kelembapan..... | 69 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|--|---------|
| 1. Ayam kampung betina | 7 |
| 2. Tata letak penelitian | 27 |
| 3. Total <i>leukosit</i> ayam kampung betina dari setiap perlakuan | 34 |
| 4. Rata-rata neutrofil setelah pemberian minum perlakuan | 38 |
| 5. Rata-rata eosinofil setelah pemberian minum perlakuan | 40 |
| 6. Rata-rata basofil setelah pemberian minum perlakuan | 42 |
| 7. Rata-rata monosit setelah pemberian minum perlakuan | 44 |
| 8. Rata-rata limfosit setelah pemberian minum perlakuan | 46 |
| 9. Proses pemeliharaan..... | 60 |
| 10. Proses pemberian suplemen kombinasi vitamin E, <i>zinc</i> dan selenium..... | 60 |
| 11. Proses pengambilan darah..... | 60 |
| 12. Proses perhitungan sel <i>leukosit</i> dan deferensial <i>leukosit</i> | 61 |

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Industri perunggasan bisa dikatakan memegang peranan sangat penting dalam mendorong perekonomian di Indonesia. Hal ini karena industri perunggasan kini mampu menghasilkan swasembada daging unggas maupun telur. Tidak kalah pentingnya adalah usaha perunggasan ikut berperan dalam meningkatkan kesehatan dan kecerdasan masyarakat, melalui produk daging ayam dan telur konsumsi yang dihasilkannya. Berdasarkan Data Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan Tahun 2021 populasi ayam buras pada tahun 2020 di Indonesia mencapai 305,4 juta ekor, meningkat sekitar 1,22% atau sebanyak 3,6 juta ekor dari populasi tahun 2019 sebanyak 301,8 juta ekor. Perkembangan teknologi terutama di sektor budidaya dan bibit unggul, dengan tujuan agar proses produksi menjadi lebih cepat dan efisien merupakan salah satu faktor yang penting dalam menunjang industri perunggasan khususnya ayam buras. Jenis ayam Buras yang paling banyak digemari karena manajemen pemeliharaan yang mudah, mempunyai rasa daging yang khas dan kandungan nutrisi pada dagingnya yang cukup tinggi adalah ayam kampung.

Ayam kampung sejak lama sudah dibudidayakan oleh masyarakat Indonesia terutama yang tinggal di pedesaan. Pada umumnya ayam dipelihara secara diumbar di halaman dan di kebun sekitar rumah, sebagian dipelihara secara semi intensif dan lebih sedikit mengusahakan secara intensif. Ayam kampung yang lebih mudah dipelihara dan mempunyai keuntungan yang lebih besar apabila dibudidaya adalah ayam kampung betina. Ayam kampung betina lebih banyak dibudidayakan, karena ayam betina mempunyai keunggulan lebih banyak dari pada jantan. Ayam betina mempunyai fungsi sebagai penghasil telur dan daging

sedangkan ayam jantan hanya penghasil daging saja, akan tetapi menurut Suharyanto (2007), permasalahan ayam kampung betina yang sering terjadi di sebabkan rendahnya fertilitas telur, rendahnya produksi telur dan mudahnya terserang penyakit.

Permasalahan lainnya yaitu mahalnya harga pakan yang mempunyai fungsi sebagai kebutuhan ayam untuk tumbuh secara optimal, sementara produktivitasnya rendah. Kondisi kesehatan ayam kampung yang sangat rentan terhadap penyakit sangat merugikan peternak. Oleh sebab itu perlu adanya upaya dalam meningkatkan produktifitas, ketahanan dan kesehatan ayam kampung dengan cara mengkombinasikan suplemen yang tinggi antioksidan dan imonostimulan yang berfungsi sebagai imunitas tubuh antara lain berupa vitamin E, *zinc* dan selenium.

Vitamin E, *zinc* dan selenium mempunyai peranan sama penting dalam mengoptimalkan daya tahan tubuh ayam kampung. Terbukti bahwa vitamin E berfungsi sebagai antioksidan dan menjaga zigot pada ternak betina (Rasyaf, 1997). Mineral *zinc* sangat bermanfaat bagi kesehatan tubuh terutama pada sistem pertahanan tubuh baik seluler maupun respon imun humoral dan pertumbuhan sel (Widyhari, 2012). Selenium mempunyai fungsi untuk melindungi membran biologis dari degenerasi oksidatif dan juga meningkatkan kekebalan tubuh optimal pada ayam (Tamzil *et al.*, 2014). Peningkatan kualitas air minum yang disuplementasikan dengan vitamin E, *zinc* dan selenium akan meningkatkan sistem kekebalan dalam tubuh. Peningkatan ini dapat dilihat dengan metode penilaian status kesehatan ayam kampung melalui penilaian hematologi yaitu variabel darah berupa *leukosit* dan diferensial *leukosit* secara lengkap.

Leukosit merupakan sel yang berperan dalam sistem pertahanan tubuh yang sangat tanggap terhadap agen infeksi penyakit. *Leukosit* merupakan sel darah yang melindungi tubuh terhadap kuman-kuman penyakit yang menyerang tubuh dengan cara fagosit, menghasilkan antibodi. *Leukosit* terdiri atas limfosit, monosit, basofil, neutrofil dan eosinofil. Perubahan jumlah leukosit dalam sirkulasi darah dapat diartikan sebagai timbulnya agen penyakit, peradangan, penyakit autoimun

atau reaksi alergi (Lestari *et al.*, 2013). Diferensial *leukosit* merupakan kesatuan dari sel darah putih yang terdiri dari dua kelompok yaitu granulosit yang terdiri atas neutrofil, eosinofil, dan basofil, dan kelompok agranulosit yang terdiri dari limfosit dan monosit (Umi *et al.*, 2007).

Meskipun penelitian mengenai gambaran darah pada ternak unggas telah banyak dilakukan, namun penelitian terkait gambaran darah *leukosit* dan deferensial *leukosit* ayam kampung betina yang diberi air minum dengan kombinasi vitamin E, *zinc* dan selenium belum dilakukan. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian terkait pengaruh pemberian suplementasi kombinasi vitamin E, *zinc* dan selenium yang berbeda dalam air minum untuk melihat jumlah total *leukosit* dan deferensial *leukosit* sebagai acuan dalam peningkatan produktivitas dan kesehatan ternak.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui total *leukosit* dan deferensial *leukosit* (neutrofil, eosinofil, basofil, limfosit, monosit) ayam kampung betina yang diberi suplementasi kombinasi vitamin E, *zinc*, dan selenium.

1.3 Kegunaan Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat kepada peternak terkait pemberian air minum yang disuplementasi vitamin E, *zinc*, dan selenium dengan dosis yang terbaik terhadap total *leukosit* dan deferensial *leukosit* sebagai acuan dalam peningkatan produktivitas dan kesehatan ternak.

1.4 Kerangka Pemikiran

Ayam kampung merupakan salah satu jenis ternak unggas yang telah mengalami domestikasi dan tersebar di seluruh pelosok nusantara. Ayam kampung mempunyai peran yang sangat besar bagi kehidupan masyarakat terutama di

pedesaan, karena dapat dimanfaatkan sebagai sumber produksi daging dan telur. Produktivitas yang baik harus juga di dukung dengan pemberian nutrisi ataupun ransum yang baik. Ransum dapat dianggap baik atau memenuhi standar apabila telah memenuhi kecukupan energi, protein, serta imbangannya asam amino yang tepat. Menurut Herlina *et al.* (2015), ransum dinyatakan berkualitas baik apabila mampu memberikan seluruh kebutuhan nutrisi secara tepat, baik jenis, jumlah, serta imbangannya nutrisi tersebut bagi ternak. Ransum yang baik dapat meningkatkan produktivitas pada ternak ayam kampung terutama dalam mengganti sel-sel yang rusak sehingga dapat menggambarkan daya tahan tubuh ayam kampung. Daya tahan tubuh yang rendah mengakibatkan ayam kampung mudah terserang penyakit baik bersumber dari bakteri ataupun virus.

Ayam kampung betina mudah terserang penyakit karena daya tahan tubuh ayam betina lebih rendah dari pada jantan. Hal ini karena Ayam betina memiliki pertumbuhan organ limfoid (organ yang berfungsi untuk menjalankan sistem imun di dalam tubuh) lebih lambat dan ukurannya lebih kecil dibandingkan dengan ayam jantan sehingga proses pembentukan antibodi ayam betina juga lebih lambat dan rendah. Ukuran limfoid yang kecil pada ayam betina, akan mempengaruhi ketahanan ayam betina tersebut terhadap berbagai penyakit (Sturkie, 2000).

Daya tahan tubuh ternak ayam kampung betina dapat ditingkatkan dengan penambahan suplementasi vitamin E, *zinc* dan selenium dalam air minum. Penambahan suplementasi vitamin E berperan sebagai antioksidan yang larut dalam lemak dan mudah memberikan hidrogen dari gugus hidroksil (OH) pada struktur cincin ke radikal bebas, apabila radikal bebas menerima hidrogen maka radikal bebas tidak akan reaktif (Almatsier, 2009). Radikal bebas adalah molekul-molekul reaktif dan dapat merusak sel-sel jaringan (Mayes, 1995). Sel-sel jaringan yang rusak dapat menyebabkan daya tahan tubuh ayam menurun sehingga penyakit akan mudah menyerang. Siswanto *et al.* (2013), menyatakan bahwa setelah vitamin E bereaksi dengan radikal bebas maka vitamin E menjadi radikal vitamin E atau vitamin E teroksidasi, dalam bentuk ini vitamin E memerlukan

senyawa pereduksi seperti vitamin C dan NADPH (*Nicotinamide Adenine Dinucleotide Phosphatase*).

Penambahan suplementasi mineral *zinc* dalam fungsi daya tahan tubuh ayam kampung antara lain berperan di dalam fungsi sel T dan dalam pembentukan antibodi oleh sel B, serta pertahanan non spesifik. *zinc* juga diperlukan didalam aktivitas enzim SOD (*superoksida dismutase*) yang memiliki peran penting dalam sistem pertahanan tubuh, terutama terhadap aktivitas senyawa oksigen reaktif yang dapat menyebabkan stres oksidatif (Siswanto *et al.*, 2013). Mineral *zinc* juga berperan dalam berbagai aktivitas enzim, pertumbuhan dan diferensiasi sel, serta berperan penting dalam mengoptimalkan fungsi sistem tanggap kebal (Paik, 2001).

Penambahan suplementasi selenium berperan penting untuk meningkatkan daya tahan tubuh ayam kampung. Selenium dalam glutathion peroksidase mempunyai peranan sebagai katalisator dalam pemecahan peroksida yang terbentuk di dalam tubuh menjadi ikatan yang tidak bersifat toksik (Siswanto *et al.*, 2013). Peroksida dapat berubah menjadi radikal bebas yang dapat mengoksidasi asam lemak tidak jenuh yang ada pada membran sel, sehingga merusak membran sel. Oleh sebab itu kombinasi antara selenium dengan vitamin E sangat dibutuhkan guna menjadi antitoksin. Kerjasama tersebut terjadi karena vitamin E menjaga membran sel dari radikal bebas dengan melepas ion hidrogennya, sedangkan selenium berperan dalam memecah peroksida menjadi ikatan yang tidak reaktif sehingga tidak merusak asam lemak tidak jenuh yang banyak terdapat dalam membran, membantu mempertahankan integritas membran.

Selenium dengan kombinasi vitamin E yang optimal dapat memperbaiki stres dan daya tahan terhadap penyakit sebagai hasilnya performa produksi dan reproduksi meningkat (Lubis *et al.*, 2015). Hal ini diperkuat oleh pendapat Paik (2001), yang menyatakan bahwa mineral *zinc* merupakan salah satu nutrisi penting yang diperlukan oleh tubuh dalam menjaga dan memelihara kesehatan. Semua makhluk hidup baik manusia maupun hewan membutuhkan mineral ini. *Zinc* dibutuhkan dalam jumlah sedikit akan tetapi mutlak harus ada di dalam pakan, karena *zinc*

tidak bisa dikonversi dari zat gizi lain. Mineral ini berperan dalam berbagai aktivitas enzim, pertumbuhan dan diferensiasi sel, serta berperan penting dalam mengoptimalkan fungsi sistem tanggap kebal.

Penelitian ini menggunakan kadar suplementasi kombinasi vitamin E, *zinc*, dan selenium yang berbeda pada tiap air minum, sehingga dapat diketahui kadar suplementasi kombinasi vitamin E, *zinc*, dan selenium yang terbaik dalam peningkatan daya tahan tubuh ayam kampung. Peningkatan daya tahan tubuh ternak ayam kampung dapat dilihat melalui kondisi darah. Kondisi darah terdiri dari total *leukosit* dan diferensial *eukosit* yang meliputi neutrofil, basofil, eosinofil, monosit dan limfosit, sehingga dapat memberikan gambaran dan status kesehatan pada ayam kampung.

Leukosit merupakan sel yang berperan dalam sistem pertahanan tubuh yang sangat tanggap terhadap agen infeksi penyakit. *Leukosit* merupakan sel darah yang melindungi tubuh terhadap kuman-kuman penyakit yang menyerang tubuh dengan cara fagosit, menghasilkan antibodi. *Leukosit* terdiri atas limfosit, monosit, basofil, neutrofil dan eosinofil. Perubahan jumlah *leukosit* dalam sirkulasi darah dapat diartikan sebagai timbulnya agen penyakit, peradangan, penyakit autoimun atau reaksi alergi (Lestari *et al.*, 2013).

Meskipun penelitian mengenai gambaran darah pada ternak unggas telah banyak dilakukan, namun penelitian terkait gambaran darah *leukosit* dan deferensial *leukosit* ayam kampung yang diberi air minum dengan suplementasi kombinasi vitamin E, *zinc*, dan selenium belum dilakukan. Oleh sebab itu perlu adanya penelitian yang menggunakan kadar suplementasi kombinasi vitamin E, *zinc*, dan Se yang berbeda pada tiap air minum, sehingga dapat diketahui kadar suplementasi kombinasi vitamin E, *zinc*, dan Se yang terbaik dalam peningkatan daya tahan tubuh ayam kampung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ayam Kampung

Ayam kampung merupakan turunan panjang dari proses sejarah perkembangan genetik perunggasan di tanah air. Ayam kampung diindikasikan dari hasil 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 salah satu dari keluarga ayam buras yang dapat dimanfaatkan baik telur maupun dagingnya. Ayam kampung berukuran kecil dan mempunyai bentuk agak ramping. Ayam ini mempunyai warna bulu putih, hitam, coklat, kuning kemerahan, kuning ataupun kombinasi dari warna-warna tersebut (Krista dan Bagus, 2013).



Gambar 1. Ayam kampung (Nuroso, 2010)

Ayam kampung mempunyai taksonomi yang terdiri dari: (Muharlaeien *et al.*, 2017)

| | |
|----------------|-------------------------------------|
| Kerajaan | : <i>Animalia</i> |
| Filum | : <i>Cordhata</i> |
| Kelas | : <i>Aves</i> |
| Ordo | : <i>Galliformes</i> |
| Family | : <i>Phasianidae</i> |
| Genus | : <i>Gallus</i> |
| Spesies | : <i>G. Gallus</i> |
| Upaspesies | : <i>G. G domesticus</i> |
| Nama Trinomial | : <i>Gallus gallus domesticus</i> . |

Ayam kampung mempunyai banyak kegunaan dan manfaat untuk menunjang kehidupan manusia antara lain pemeliharaannya sangat mudah karena tahan pada kondisi lingkungan, pengelolaan yang buruk, tidak memerlukan lahan yang luas, bisa dilahan sekitar rumah, harga jualnya stabil dan relatif lebih tinggi dibandingkan dengan ayam pedaging lain dan tidak mudah stress terhadap perlakuan yang kasar dan daya tahan tubuhnya lebih kuat di bandingkan dengan ayam pedaging lainnya (Nuroso, 2010). Selain kelebihan-kelebihan tersebut, ayam kampung juga memiliki beberapa kelemahan, antara lain sulitnya memperoleh bibit yang baik dan produksi telurnya yang lebih rendah dibandingkan ayam ras, pertumbuhannya relatif lambat sehingga waktu pemeliharaannya lebih lama, keadaan ini terutama disebabkan oleh rendahnya potensi genetik (Suharyanto, 2007).

Ayam kampung penyebarannya secara merata dari dataran rendah sampai dataran tinggi, dan mempunyai kelebihan pada daya adaptasi tinggi karena mampu menyesuaikan diri dengan berbagai situasi, kondisi lingkungan dan perubahan iklim serta cuaca setempat. Ayam kampung memiliki bentuk badan dan susunan otot yang baik. Bentuk jari kaki tidak begitu panjang, tetapi kuat dan ramping, kuku tajam, dan sangat kuat mengais tanah (Husmaini, 2004).

Pemeliharaan tradisional, dengan berat DOC jantan (32,81 g) dan betina (32,11 g), pada umur 6 minggu beratnya 177,63 g (jantan) dan 174,71 g (betina). Sedangkan pemeliharaan rasional, DOC ayam kampung jantan (28,71 g) dan betina (28,30 g) yang diberi pakan dengan kandungan protein 19--21% dan energi metabolis 2700-3000 kkal/kg, pada umur 6 minggu menghasilkan berat jantan (436,41 g) dan betina (365,00 g) (Wihandoyo dan Mulyadi, 1986).

Rata-rata bobot badan ayam kampung betina umur 4--6 bulan diperoleh kisaran 0,99--1,22 kg dan 1,47--1,78 kg pada ayam jantan. Panjang *tibia* menunjukkan kisaran rata-rata 11,90--12,87 cm pada umur 4--6 bulan dan pada ayam jantan 12,44--14,12 cm. Panjang *shank* kisaran 6,69--7,39 cm pada ayam betina dan pada ayam jantan 6,99--8,34 cm. Lingkar *shank* kisaran antara 3,31--3,79 cm pada ayam betina dan 3,54--4,24 pada ayam jantan (Budipurwanto, 2001). Umumnya sistem pemeliharaan ayam kampung atau ayam buras masih sederhana, namun demikian sistem budidaya ayam buras yang berkembang saat ini dapat dibedakan menjadi 3 sistem pemeliharaan yaitu secara tradisional, semi intensif, dan intensif (Pramuyati, 2009).

2.2 Ayam Kampung Betina

Ayam kampung betina memiliki warna lurik abu-abu pada leher punggung dan sayap, bulu dada dan bulu ekor yang memiliki warna putih (Rasyaf, 1997). Sifat kuantitatif dapat dilihat melalui pengukuran dalam bentuk morfometrik seperti panjang *shank*, *tibia*, *femur*, *sternum*, dan panjang sayap. Sedangkan, ayam betina dengan ciri kualitatif yaitu memiliki jengger tunggal, warna *shank*, dan mata kuning, warna bulu coklat hitam, putih total hitam, dan putih (Sadarman *et al.*, 2013).

Ayam betina memiliki pertumbuhan organ limfoid (organ yang berfungsi untuk menjalankan sistem imun di dalam tubuh) lebih lambat dan ukurannya lebih kecil dibandingkan dengan ayam jantan sehingga proses pembentukan antibodi ayam betina juga lebih lambat dan rendah. Ukuran limfoid yang kecil pada ayam betina,

akan mempengaruhi ketahanan ayam betina tersebut terhadap berbagai penyakit (Sturkie, 2000).

Terdapat keragaman umur saat *bursa fabricius* mencapai ukuran maksimum dari tiap galur dan jenis kelamin ayam. Pada ayam jantan perkembangan *bursa fabricius* sangat terhambat oleh hormon testosteron, sedangkan hormon estrogen pada ayam betina tidak menghambat perkembangan bursa fabricius (Rohyati, 2002).

2.3 Ransum Ayam Kampung

Pakan merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam pemeliharaan ternak termasuk ternak ayam kampung, karena biaya untuk pakan mencapai 60-70% dari total biaya produksi. Hal ini disebabkan pakan merupakan sumber gizi dan energi sehingga ternak dapat hidup, tumbuh, dan bereproduksi dengan baik. Kebutuhan gizi untuk ayam paling tinggi selama minggu awal (0-8 minggu) dari kehidupan, oleh karena itu perlu diberikan ransum yang cukup mengandung energi, protein, mineral, dan vitamin dalam jumlah yang seimbang. Faktor lainnya adalah perbaikan genetik dan peningkatan manajemen pemeliharaan ayam kampung harus didukung dengan perbaikan nutrisi pakan (Setioko dan Iskandar, 2005).

Pertumbuhan dan produktivitas ayam kampung dipengaruhi oleh imbalan protein dan energi metabolis pakan. Bobot badan ayam kampung umur 0--6 minggu yang diberi pakan mengandung protein 14% dan energi metabolis 2.300--2.900 kkal/kg, meningkat dari 35,9 g menjadi 45,5 g/ekor, memperbaiki konversi pakan dari 6,6 menjadi 4,2, dan meningkatkan bobot karkas dari 70,7% menjadi 73,4% (Resnawati, 2012).

Ransum merupakan gabungan dari beberapa bahan pakan yang disusun sedemikian rupa dengan formulasi tertentu untuk memenuhi kebutuhan ternak selama satu hari dan tidak mengganggu kesehatan ternak (Herlina *et al.*, 2015). Secara garis besar nutrisi dalam ransum ayam broiler terdiri dari karbohidrat,

lemak, protein, mineral, vitamin, dan air (Fadilah, 2013). Ransum dinyatakan berkualitas baik apabila mampu memberikan seluruh kebutuhan nutrisi secara tepat, baik jenis, jumlah, serta imbangannya tersebut bagi ternak. Ransum yang diberikan pada ayam harus berkualitas, yakni mengandung nutrisi yang sesuai dengan kebutuhan ayam (Herlina *et al.*, 2015).

Kekurangan pasokan zat makanan dalam ransum akan berpengaruh negatif terhadap penampilan produksi ternak (Setyowati *et al.*, 2010). Ransum yang tidak baik memiliki ciri-ciri kualitas fisik yang rusak dan tidak memiliki kandungan nutrisi yang dibutuhkan oleh ternak (Rustan, 2018). Ransum untuk ayam pedaging dibedakan menjadi dua macam yaitu ransum untuk periode *starter* dan periode *finisher*. Hal ini disebabkan oleh perbedaan kebutuhan nutrisi ransum sesuai dengan periode pertumbuhan ayam (Rasyaf, 1997).

Jenis pakan dibedakan menjadi dua jenis yaitu pakan ayam broiler *starter*, biasa disebut BR1 merupakan pakan berbentuk tepung, pelet atau *crumble* yang diberikan kepada ayam kampung mulai umur satu hari (DOC) sampai umur 21 hari dan jenis pakan ayam broiler *finisher*, biasa disebut BR2 merupakan pakan berbentuk tepung, pelet atau *crumble* yang diberikan kepada ayam broiler (ayam pedaging) mulai umur 22 hari sampai panen (Badan Standarisasi Nasional, 2006).

Kandungan nutrisi pada ransum komersial pertama, BR1 adalah energi 4100 kkal/kg, protein 21%, lemak 3--7%, kalsium 0,9--1,1%, dan pospor 0,6--0,9% sedangkan pada BR2 adalah energi 4100 kkal/kg, protein 19%, lemak 3--8%, kalsium 0,9--1,1%, dan pospor 0,6--0,9% (PT. Japfa Comfeed, 2013).

Ransum komersial ke dua dengan kandungan nutrisi BR1 adalah energi 3020-3120 kkal/kg, protein 22--23%, lemak min 5%, kalsium min 0,9%, dan pospor min 0,6% sedangkan pada BR2 adalah energi 4100 kkal/kg, protein 20--21%, lemak min 5%, kalsium min 0,9%, dan pospor min 0,6% (PT. Charoen Pokphand Indonesia, 2013).

2.4 Vitamin E

Vitamin E merupakan vitamin yang berperan sebagai antioksidan, menjaga struktur jaringan, dan reproduksi (Rasyaf, 1997). Vitamin E dalam sistem metabolisme berfungsi antara lain sebagai antioksidan biologis, menjaga struktur lipida dalam mitokondria terhadap kerusakan oksidatif, berperan dalam reaksi fosforilasi normal, sintesis asam askorbat, dan metabolisme sulfur asam amino (Wahju, 1997).

Vitamin E merupakan antioksidan kuat dan sebagian berfungsi dalam melindungi zat nutrisi lainnya, seperti vitamin A dan asam lemak tidak jenuh-ganda dari kerusakan oksidasi (Anggorodi, 1995). Selain itu vitamin E juga merupakan salah satu vitamin yang mampu menangkap radikal bebas dan mencegah terjadinya reaksi berantai, sehingga dapat menghindari kerusakan peroksidatif yang mempengaruhi proses spermatogenesis dan kuantitas spermatozoa (Mayes, 1995) serta melindungi spermatozoa dari kerusakan oksidatif dan kematian (Subrata, 1998).

Fungsi utama vitamin E adalah sebagai antioksidan yang larut dalam lemak dan mudah memberikan hidrogen dari gugus hidroksil (OH) pada struktur cincin ke radikal bebas. Radikal bebas adalah molekul-molekul reaktif dan dapat merusak, yang mempunyai elektron tidak berpasangan. Bila menerima hidrogen, radikal bebas menjadi tidak reaktif. Pembentukan oksigen secara bertahap direduksi menjadi air. Radikal bebas yang dapat merusak itu juga diperoleh tubuh dari benda-benda polusi, ozon, dan asap rokok (Almatsier, 2009). Sekarang ini telah semakin jelas bahwa vitamin E terlibat dalam banyak proses tubuh dan beroperasi sebagai antioksidan alami yang membantu melindungi struktur sel yang penting, terutama selaput sel, dari efek radikal bebas yang merusak (Youngson, 2005).

Vitamin E mampu mempertahankan dari kerusakan spermatogenesis pada ternak jantan dan menjaga zigot pada ternak betina, dengan demikian diharapkan akan dapat memberikan peningkatan kualitas terhadap fertilitas telur yang dihasilkan

(Pratiwi *et al.*, 2013). Selain itu vitamin E dapat mendetoksifikasi radikal bebas dari gamma dan kerusakan sel (Prisyanto *et al.*, 2014).

Defisiensi vitamin E pada ayam yang sedang tumbuh mengakibatkan penyakit Encephalomyelitis (pelunakan otak pada anak ayam), seringkali berkomplikasi dengan jenis penyakit lain seperti penyakit *avian encephalomyelitis* (penyakit viral akut pada anak ayam) (KEMENTAN, 2019). Dampak negatif vitamin tidak hanya muncul bila terdapat defisiensi. Vitamin juga memiliki efek toksik jika pemberiannya berlebihan. Contohnya, jika pemberian vitamin E dilakukan secara berlebihan, 4 – 10 kali lipat dari kebutuhan normal, maka unggas akan mengalami keracunan (Medion, 2013).

Penambahan suplementasi vitamin E dapat menurunkan *leukosit*, khususnya kadar neutrofil, hal ini dikarenakan suplemen vitamin E dapat meningkatkan kadar vitamin E dalam darah sehingga terjadinya cedera atau peradangan dapat dihambat dan hasil akhirnya kadar neutrofil tidak mengalami peningkatan yang tinggi (Setiawan *et al.*, 2016).

2.5 Mineral 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), Magnesium (Mg), Natrium (Na), serta kalium (K). Mineral mikro terdiri tembaga (Cu), seng (*Zinc*), dan besi (Fe) (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kalimantan Tengah, 2021).

Zinc (*Zinc*) 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). Mineral *zinc* merupakan salah satu nutrisi penting yang diperlukan oleh tubuh dalam menjaga dan memelihara kesehatan. Semua makhluk hidup baik manusia maupun hewan membutuhkan mineral ini. *Zinc* dibutuhkan dalam jumlah sedikit akan tetapi mutlak harus ada di dalam pakan, karena *zinc* tidak bisa dikonversi dari zat gizi lain. Mineral ini berperan dalam berbagai aktivitas enzim, pertumbuhan dan diferensiasi sel, serta berperan penting dalam mengoptimalkan fungsi sistem tanggap kebal (Paik, 2001).

Penurunan sistem tanggap kebal serta meningkatnya kejadian infeksi dapat diakibatkan oleh rendahnya kadar *zinc* di dalam tubuh. Defisiensi *zinc* yang parah dicirikan dengan menurunnya fungsi sel imun dalam menghadapi agen infeksi. *zinc* mampu berperan didalam meningkatkan respon tanggap kebal secara non-spesifik maupun spesifik. Sel makrofag yang berperan di dalam sistem tanggap kebal akan mengalami kendala dalam membunuh agen infeksi intraseluler, menurunnya produksi sitokin dan kendala dalam proses fagositosis. Respon imun yang terganggu menyebabkan terjadinya perubahan resistensi terhadap infeksi. Oleh karena itu, kecukupan mineral *zinc* perlu mendapat perhatian mengingat perannya di dalam meningkatkan sistem kebal tubuh dan pengaruhnya terhadap produktivitas ternak (Widyhari *et al.*, 2014). Mineral untuk ternak diberikan dalam jumlah sedikit, kurang lebih 4 persen. Mineral tidak boleh diberikan dalam jumlah berlebihan. Jika berlebihan justru akan mengakibatkan keracunan pada ternak (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kalimantan Tengah, 2021).

Setelah pemberian mineral *zinc* terlihat meningkatnya sel limfosit. Jumlah limfosit tertinggi, yaitu 70% dijumpai pada suplementasi *zinc* 60 ppm (*parts per million*) setelah dua bulan penambahan *zinc* di dalam pakan (Widhyari *et al.*, 2014). Hal ini didukung oleh pendapat Rink dan Kirchner (2000), melaporkan bahwa peningkatan jumlah limfosit pada suplementasi *zinc* disebabkan *zinc* mampu meningkatkan produksi limfokin menyebabkan sel limfosit mampu berdiferensiasi dan berproliferasi. Defisiensi *zinc* dapat menyebabkan penurunan jumlah limfosit (limfopenia). Minton *et al.* (1992), menjelaskan blastogénesis limfosit secara nyata menurun pada domba yang mengalami stress. Defisiensi *zinc* dikaitkan

dengan perubahan fungsi sistem imun, seperti menurunnya fungsi sel B dan T, reaksi hiper-sensitivitas, fagositosis, dan produksi sitokin. Penambahan *zinc* mampu meningkatkan produksi sitokin oleh sel Limfosit T helper sehingga menyebabkan terjadinya proliferasi dan diferensiasi sel (Widhyari *et al.*, 2014).

2.6 Selenium

Selenium (Se) adalah komponen enzim glutathion peroksidase, yang menghancurkan radikal bebas dalam sitoplasma. Fungsi lain selenium adalah sebagai antioksidan untuk komponen/bahan pembentuk enzim dan daya tahan tubuh serta reproduksi ternak. Nutrisi yang sinergis dengan selenium adalah vitamin E. Vitamin E adalah pengikat non-enzim radikal bebas yang berfungsi sebagai antioksidan lipid yang spesifik larut dalam membran sel. Kerja Se berhubungan erat dengan antioksidan lainnya terutama vitamin E, manfaat selenium pada dasarnya terbentuk dari interaksi dengan vitamin E. Selanjutnya dijelaskan bahwa penyediaan selenium dengan kombinasi vitamin E yang optimal dapat memperbaiki stres dan daya tahan terhadap penyakit sebagai hasilnya performa produksi dan reproduksi meningkat (Lubis *et al.*, 2015).

Selenium merupakan antioksidan yang berfungsi untuk melindungi tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas. Vitamin E merupakan antioksidan utama dalam sistem biologis yang berperan penting dalam sistem pengaturan metabolisme, melindungi struktur seluler dan menjaga stabilitas membran biologi dari kerusakan dan juga merupakan bagian penting dari reaksi reduksi oksidasi. Selenium dapat mengurangi pengaruh negatif yang disebabkan oleh stress (Tamzil *et al.*, 2014).

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). Pengaruh pemberian suplementasi Selenium (Se) 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).

2.7 Darah

Darah merupakan cairan yang terdapat di dalam pembuluh darah yang memiliki fungsi mengatur keseimbangan asam dan basa, mentransportasikan O₂, karbohidrat, dan metabolit, mengatur suhu tubuh dengan cara konduksi atau hantaran, membawa panas tubuh dari pusat produksi panas (hepar dan otot) untuk didistribusikan ke seluruh tubuh, dan pengaturan hormon dengan membawa dan mengantarkan dari kelenjar ke sasaran. Jumlah dalam tubuh bervariasi, tergantung dari berat badan seseorang. Pada orang dewasa, 1/13 berat badan atau kira-kira 4,5--5 liter adalah darah. Faktor lain yang menentukan banyaknya darah adalah usia, pekerjaan, keadaan jantung, dan pembuluh darah (Syarifuddin, 2009).

Menurut Frandson (1996) fungsi darah adalah:

1. pembawa nutrisi yang telah disiapkan oleh saluran pencernaan menuju ke jaringan tubuh;
2. pembawa oksigen dari paru-paru ke jaringan dan karbondioksida dari jaringan ke paru-paru;
3. pembawa produk buangan dari berbagai jaringan menuju ginjal untuk disekresikan;
4. pembawa hormon dan kelenjar endokrin ke organ lain dalam tubuh;
5. alat mempertahankan keseimbangan air, sistem *buffer*, dan penggumpalan atau pembekuan darah sehingga mencegah terjadinya kehilangan darah yang berlebihan pada waktu luka.

Darah tersusun atas cairan plasma, garam-garam, bahan kimia lainnya, sel darah merah, dan sel darah putih. 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, 1996). Sel darah terdiri atas tiga komponen yaitu *eritrosit* (sel darah merah), *leukosit* (sel darah putih), dan *trombosit* (keping darah) (Kusumawardani, 2010).

Susunan darah, serum darah dan plasma terdiri dari Air 91,0%, protein 8,0% (albumin, globulin, protrombin, dan fibrinogen), mineral 0,9% (natrium chlorida, natrium bikarbonat, garam dari kalsium, fosfor, magnesium dan besi, dan seterusnya) dan sisanya diisi oleh sejumlah bahan organik, yaitu glukosa, lemak, urea, asam urat kreatinin, kolesterol, dan asam amino (Nikmah, 2006).

2.8 *Leukosit*

Leukosit merupakan sel yang berperan dalam sistem pertahanan tubuh yang sangat tanggap terhadap agen infeksi penyakit. *Leukosit* berfungsi melindungi tubuh terhadap berbagai penyakit dengan cara fagosit dan menghasilkan antibodi (Junguera, 1977). Diferensial *leukosit* merupakan kesatuan dari sel darah putih yang terdiri dari dua kelompok yaitu granulosit yang terdiri atas neutrofil, eosinofil, dan basofil, dan kelompok agranulosit yang terdiri dari limfosit dan monosit (Cahyaningsih *et al.*, 2007). *Leukosit* merupakan sel darah yang melindungi tubuh terhadap kuman-kuman penyakit yang menyerang tubuh dengan cara fagosit, menghasilkan antibodi. *Leukosit* terdiri atas limfosit, monosit, basofil, neutrofil, dan eosinofil. Perubahan jumlah *leukosit* dalam sirkulasi darah dapat diartikan sebagai timbulnya agen penyakit, peradangan, penyakit autoimun atau reaksi alergi (Lestari *et al.*, 2013).

Leukosit merupakan unit yang aktif dari sistem pertahanan tubuh. *Leukosit* ini sebagian dibentuk di sumsum tulang (granulosit, monosit dan sedikit limfosit) dan sebagian lagi dijaringkan limfe (limfosit dan sel-sel plasma). Setelah dibentuk sel-

sel ini diangkut dalam darah menuju berbagai bagian tubuh untuk digunakan. Kebanyakan sel darah putih ditranspor secara khusus ke daerah yang terinfeksi dan mengalami peradangan serius yang diakibatkan oleh bakteri, virus, ataupun protozoa (Guyton, 1995). Sistem imun dalam tubuh ternak salah satunya bergantung oleh sel darah putih (*leukosit*). *Leukosit* memiliki dua struktur yaitu granulosit yang terdiri dari neutrofil, basofil, eusinofil, dan agranulosit yaitu monosit dan limfosit (Asmara *et al.*, 2019).

Salah satu metode yang digunakan untuk menilai status kesehatan ayam melalui penilaian hematologi (Purnomo *et al.*, 2015). Secara umum total *leukosit* dan diferensial *leukosit* yang terdiri dari dua struktur yaitu granulosit yang terdiri dari neutrofil, basofil, dan eusinofil, dan agranulosit yaitu monosit dan limfosit dapat memberikan gambaran dan status kesehatan pada hewan (Sugiharto *et al.*, 2014). Tingkat kekebalan tubuh dapat dilihat dari variabel darah berupa *leukosit* dan diferensial *leukosit* secara lengkap (Isroli *et al.*, 2009). Tingkat kenaikan dan penurunan jumlah *leukosit* dalam sirkulasi menggambarkan ketanggapan sel darah putih dalam mencegah hadirnya agen penyakit dan peradangan (Nordenson, 2002). Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah *leukosit* dan diferensialnya antara lain kondisi lingkungan, umur, dan kandungan nutrisi pakan.

Pelonjakkan jumlah *leukosit* ini diduga karena ternak mengalami stress saat pemeliharaan serta kondisi tubuh tidak dalam kondisi prima (Yati *et al.*, 2017). Jumlah *leukosit* pada tiap individu cukup besar pada kondisi tertentu, misalnya: stress, aktivitas fisiologis tubuh, radiasi matahari, maupun panas dari litter. Jumlah *leukosit* yang menyimpang dari keadaan normal mempunyai arti klinik penting untuk evaluasi status kesehatan (Coles, 2006). Jumlah *leukosit* dipengaruhi oleh faktor genetik dan faktor lingkungan. Faktor lingkungan diantaranya adanya infeksi dan pakan (Lestari *et al.*, 2013). Jumlah *Leukosit* normal pada ayam kampung berada pada kisaran $12\text{--}30 \times 10^3/\mu\text{L}$ (Moenek *et al.*, 2019).

Stres dan daya tahan tubuh ayam dapat dilihat melalui profil *leukosit* dan *leukosit* diferensial. Cekaman panas pada ayam dapat meningkatkan jumlah *leukosit* pada

ayam. Adanya cekaman panas dan stres akibat faktor lingkungan juga mengakibatkan penurunan jumlah limfosit dan peningkatan sekresi hormon glukokortikoid. Suhu lingkungan yang tinggi juga akan mengakibatkan produksi jumlah neutrofil meningkat. Stres pada ayam dapat menurunkan daya tahan tubuh ayam sehingga mudah terserang penyakit. Kenaikan dan penurunan jumlah *leukosit* dalam sirkulasi menggambarkan ketanggapan sel darah putih dalam mencegah hadirnya agen penyakit dan peradangan (Purnomo *et al.*, 2015). Peningkatan jumlah total *leukosit* yang signifikan ini menunjukkan bahwa sistem imun mengalami tekanan, sehingga terjadi faktor penghambat (*inhibiting effect*) pada sistem imun (Moenek *et al.*, 2019). Rendahnya *leukosit* menandakan tidak adanya infeksi baik dari bakteri parasit ataupun virus (Asmara *et al.*, 2019). Penurunan jumlah *leukosit* juga dapat diasumsikan bahwa tidak adanya infeksi atau gangguan bakteri patogen yang menyerang tubuh (Purnomo *et al.*, 2015).

2.9 Diferensial Leukosit

Diferensial *leukosit* merupakan kesatuan dari sel darah putih yang terdiri dari dua kelompok yaitu granulosit yang terdiri atas neutrofil, eosinofil, dan basofil, dan kelompok agranulosit yang terdiri dari limfosit dan monosit (Cahyaningsih *et al.*, 2007).

2.9.1 Neutrofil

Neutrofil adalah bagian dari *leukosit* yang termasuk kedalam kelompok granulosit dan berada pada garis depan yang berfungsi sebagai pertahanan awal terhadap penyakit yang dapat mengakibatkan infeksi atau peradangan (Purnomo *et al.*, 2015). Faktor-faktor yang menentukan tinggi rendahnya neutrofil antara lain kondisi lingkungan, tingkat stress pada ternak, genetic, dan kecukupan nutrisi pakan (Puvadolpirod and Thaxton, 2000).

Jumlah neutrofil yang rendah dapat menurunkan tingkat ketahanan penyakit yang disebabkan oleh bakteri sehingga ayam mudah terserang penyakit. Cekaman yang mengakibatkan kenaikan jumlah neutrofil dan penurunan jumlah limfosit akan meningkatkan ketahanan terhadap infeksi bakteri tetapi tidak untuk infeksi virus begitu juga sebaliknya (Zulkifli and Siegel, 1995). Peningkatan persentase neutrofil disebabkan oleh infeksi bakterial (Sugiharto *et al.*, 2014). Sehingga ayam kampung tidak tahan terhadap infeksi bakterial sehingga menyebabkan penurunan jumlah neutrofil.

Neutrofil mempunyai aktivitas amuboid dan sifat fagositosis untuk mempertahankan tubuh melawan infeksi benda asing seperti virus dan partikel lain (Yati *et al.*, 2017). Sistem kerja neutrofil yaitu menghancurkan patogen melalui jalur oksigen independen (liso-zom, enzim proteolitik, dan protein kationik), dan oksigen dependen. Neutrofil mengandung zat antimikroba yang berhubungan dengan resistensi penyakit pada tubuh dan dipengaruhi oleh kontrol genetik dari ternak tersebut. Faktor-faktor yang menentukan tinggi rendahnya neutrofil antara lain kondisi lingkungan, tingkat stress pada ternak, genetic, dan kecukupan nutrisi pakan (Purnomo *et al.*, 2015).

Fungsi neutrofil sebagai garis pertahanan pertama dalam melawan infeksi bakteri, ketika tidak ada infeksi maka neutrofil tidak terpengaruh. Persentase neutrofil akan mengalami peningkatan ketika terdapat penyakit infeksi bakteri dalam tubuh, begitupun sebaliknya apabila tidak ada infeksi bakteri dalam tubuh maka tidak akan terjadi peningkatan pada persentase neutrofil. Persentase neutrofil yang normal pada darah ayam kampung berada pada kisaran 20--40% (Hendro *et al.*, 2013).

Jumlah neutrofil berbanding terbalik dengan jumlah limfosit. Apabila limfosit tinggi karena memproduksi antibodi untuk meningkatkan kekebalan tubuh ayam maka neutrofil akan rendah (Asmara *et al.*, 2019). Tingginya jumlah neutrofil disebabkan karena adanya infeksi pada ternak. Neutrofil pada keadaan normal berperan untuk memberikan perlindungan, akan tetapi pada keadaan tertentu dapat bersifat patogen bagi jaringan (Romanelli *et al.*, 1999). Tingginya persentase

neutrofil diduga karena adanya infeksi penyakit atau peradangan pada ternak ayam tersebut akibat litter yang basah (Asmara *et al.*, 2019).

Peran utama neutrofil adalah sebagai garis pertahanan pertama dalam melawan benda asing khususnya melawan infeksi tersebut. Selain melakukan fagositosis terhadap kuman, neutrofil juga memakan jaringan tubuh yang rusak atau mati (Tizard, 2000). Sedangkan rendahnya persentase neutrofil diduga tidak ada infeksi penyakit.

2.9.2 Eosinofil

Eosinofil merupakan bagian dari diferensial *leukosit* yang dibentuk dalam sumsum tulang belakang yang berfungsi sebagai respon parasitik, peradangan, dan alergi (Purnomo *et al.*, 2015). Eosinofil berfungsi sebagai toksifikasi baik terhadap protein asing yang masuk ke dalam tubuh melalui paru-paru ataupun saluran pencernaan, maupun racun yang dihasilkan oleh bakteri dan parasit.

Faktor yang mempengaruhi tingginya eosinofil antara lain karena sensitif terhadap lingkungan yang tidak bersih dan berdebu. Faktor-faktor meningkatnya eosinofil dikarenakan hipersensitivitas misalnya karena parasit maupun alergi yang disebabkan oleh faktor lingkungan yang bising dan berdebu (Dharmawan, 2002). Menurut Asmara *et al.* (2019), rendahnya eosinofil menunjukkan tidak adanya infeksi parasit dan alergi pada tubuh unggas.

Tingginya jumlah eosinofil dalam darah tidak selalu diasumsikan bahwa ternak tersebut sedang terinfeksi penyakit. Tingginya jumlah eosinofil dapat menunjukkan bahwa berguna sebagai sistem pertahanan tubuh dari agen penyakit (Purnomo *et al.*, 2015). Tingginya Eosinofil karena adanya infeksi parasit pada tubuh ternak broiler sehingga menghasilkan kadar eosinofil tertinggi. Eosinofil merupakan parameter untuk melihat ada atau tidaknya alergi dan infeksi parasit pada ternak (Asmara *et al.*, 2019).

Eosinofil berperan dalam reaksi alergi, serangan parasit dan jumlahnya akan terus meningkat selama serangan alergi. Antibodi yang dihasilkan dari limfosit akan

menurun akibat adanya aktivitas fagositosis selektif dari eosinofil sehingga limfosit ternak broiler lebih sedikit akibat adanya aktivitas tersebut (Kresno, 2001). Jumlah eosinofil yang normal mengindikasikan bahwa ayam sehat sebab proses pembentukan dari masing-masing jenis *leukosit* berjalan baik dalam tubuh. Sel ini akan meningkat jumlahnya jika terjadi syok anafilaksis, reaksi alergi, dan infeksi parasit (Melvin and William, 1993).

Kisaran normal jumlah eosinofil 2--8% dari jumlah sel darah putih dan dapat bertahan hidup 3--5 hari. Tingginya persentase eosinofil dalam darah belum dapat diasumsikan bahwa ayam tersebut berada pada kondisi sakit. Tingginya produksi eosinofil juga dapat menunjukkan berfungsinya sistem pertahanan tubuh dalam menghadapi agen penyakit (Purnomo *et al.*, 2015). Eosinofil memiliki dua fungsi utama yaitu mampu menyerang dan menghancurkan bakteri patogen serta mampu menghasilkan enzim yang dapat menetralkan faktor radang. Dalam mencegah masuknya infeksi pada tubuh, eosinofil bekerja dengan fungsi kimiawi secara enzimatik (Lokapirnasari dan Yulianto, 2014).

2.9.3. Basofil

Basofil adalah *leukosit* granulosit yang memiliki sifat polimorfonuklear-basofilik. Basofil memiliki ukuran yang lebih besar dibanding neutrofil. Basofil memiliki bentuk sel yang tidak teratur dengan inti dan sitoplasma akan berwarna biru apabila dilakukan pewarnaan yang bersifat asam. Basofil memiliki peranan penting pada reaksi hipersensitivitas tipe cepat. Basofil memiliki jumlah yang paling kecil dalam darah dibandingkan sel lainnya. Basofil dibentuk di sumsum tulang dan sangat erat hubungannya dengan sel mast yang terletak tepat di luar pembuluh darah kapiler (Sugiarti dan Titik, 2016)

Basofil adalah sel darah putih yang mempunyai peranan dalam reaksi alergi. Keberadaan sel basofil di dalam darah sirkulasi menurut Guyton dan Hall (2008), sekitar 0.4%. Meskipun konsentrasi tersebut sangat kecil tetapi keberadaannya sangat penting karena sel basofil mengandung heparin yang dapat menghambat proses pembekuan darah. Dalam penelitian ini, baik pada ayam kampung maupun

ayam ras petelur, dalam pengujian gambaran darah tidak ditemukan sel basofil. Hal tersebut bukan berarti bahwa pada kedua jenis ayam tersebut, di dalam darahnya tidak ada sel basofil. Basofil umumnya baru ditemukan dalam perhitungan 1000 sel *leukosit*.

Basofil mempunyai fungsi yang sama dengan sel mast, yaitu membangkitkan peradangan akut pada tempat deposisi antigen (Tizard, 1988). Sewaktu jaringan mengalami suatu peradangan basofil akan melepaskan heparin, histamin, sedikit bradikinin, dan serotonin. Basofil cenderung mengalami peningkatan ketika telah terjadi kerusakan mukosa usus yang diakibatkan infeksi protozoa yang menyebabkan basofil bermigrasi menuju ke daerah peradangan (Aulia *et al.*, 2017). Kisaran persentase basofil normal, yaitu 1--4 % (Melvin and William, 1993) atau 0,5--3,1% (Tizard, 1988).

Peningkatan jumlah basofil merupakan indikasi adanya peradangan akut yang menyebabkan hipersensitivitas dan adanya infeksi saluran pernapasan dan kerusakan jaringan yang hebat (Melvin and William, 1993). Basofil mempunyai fungsi yang sama dengan sel mast yaitu membangkitkan proses pendarahan akut pada tempat deposisi antigen. Basofil berperan penting pada reaksi hipersensitivitas tipe cepat (Tizard, 2000).

2.9.4. Monosit

Monosit merupakan sel darah putih yang menyerupai neutrofil, bersifat fagositik yaitu kemampuan untuk menerkam material asing, seperti bakteri (Frandsen, 1996). Rataan jumlah monosit yang dihasilkan diatas normal, disebabkan monosit berperan dalam mengatur tanggap kebal dengan mengeluarkan glikoprotein pengatur monokin seperti interferon, interleukin I, dan zat farmakologi aktif seperti prostaglandin dan lipoprotein. Monosit adalah prekursor makrofag dalam darah sirkulasi. Begitu ada infeksi agen patogen, maka monosit akan segera bermigrasi ke jaringan yang mengalami peradangan, dan berubah menjadi sel makrofag. Makrofag ini merupakan sel fagosit yang potensial, karena ukurannya

lebih besar, umurnya lebih panjang, dan kemampuannya menelan bakteri lebih banyak dari pada neutrofil.

Tingginya presentase monosit kemungkinan disebabkan oleh komposisi dari ke-4 ransum yang kurang seimbang sehingga tubuh kurang merespon dan penyerapan terganggu karena nutrien meliputi serat kasar dan lemak kasar dalam presentasinya melewati batas maksimal. Monosit pula mengolah bahan asing sedemikian rupa sehingga bahan asing itu dapat membangkitkan tanggapan kebal. Makrofag yang aktif akan bermigrasi sebagai respon terhadap rangsangan kemotaktik (Saputro *et al.*, 2016). Peran utama monosit dalam sistem imun adalah merespon adanya inflamasi dengan cara meluncur secara cepat ke tempat yang terinfeksi (Ailleo dan Moses, 1998). Monosit dalam melaksanakan fungsi sistem imun berperan sebagai makrofag yakni menelan dan menghancurkan sel, mikroorganisme dan benda asing yang bersifat patogen. Batasan normal nilai monosit pada darah ayam broiler yaitu 3--10%.

Monosit merupakan diferensial sel darah putih yang termasuk kedalam kelompok agranulosit yang dibentuk di sumsum tulang dan mengalami pematangan ketika masuk kedalam sirkulasi sehingga menjadi makrofag dan masuk ke jaringan (Eroschenko, 2008). Monosit mampu memfagositosis 100 sel bakteri patogen dan menjadi sistem pengatur ketika terjadi peradangan dan merespon kekebalan. Monosit dimobilisasi bersama dengan neutrofil sehingga disebut sebagai pertahanan kedua terhadap peradangan (Frandsen *et al.*, 1998).

2.9.5. Limfosit

Limfosit adalah *leukosit* agranulosit dan merupakan *leukosit* terbanyak didalam darah unggas, mempunyai ukuran dan bentuk bervariasi (Sturkie and Griminger, 1976). Faktor-faktor terbesar yang mempengaruhi jumlah limfosit yaitu cekaman panas atau lingkungan dan stress, karena cekaman panas dapat mengakibatkan berkurangnya bobot organ limfoid timus dan *bursa fabrisius* yang berdampak pada penurunan jumlah limfosit (Puvadolpirod and Thaxton, 2000). Bakteri dapat mengaktivasi makrofag sehingga terjadi peningkatan pembentukan antibodi oleh

sel limfosit. Peningkatan aktivitas makrofag akan mempengaruhi pelepasan antibodi karena makrofag akan memberikan suplai berupa antigen kepada limfosit sehingga limfosit akan menghasilkan antibodi yang lebih banyak, dengan kata lain jumlah sel limfosit akan meningkat apabila terdapat bakteri dalam tubuh (Asmara *et al.*, 2019).

Limfosit merupakan sel utama dalam kekebalan karena fungsi utamanya adalah memproduksi antibodi atau sebagai sel efektor khusus dalam menanggapi antigen terikat makrofag. Tanggap kebal ini akan terjadi bila tersedia lingkungan untuk interaksi yang efisien antara limfosit, makrofag, dan antigen (Aulia *et al.*, 2017). Kisaran normal jumlah limfosit ayam kampung berkisar 45% -- 70% (Moenek *et al.*, 2019).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Januari--Maret 2022 di Kandang Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Analisis sampel darah pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisiologi dan Reproduksi Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan Balai Veteriner Lampung, Bandar Lampung.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian antara lain kandang ayam kampung, kayu reng untuk membuat 12 petak kandang, sekam, dan koran bekas sebagai *litter*, plastik terpal untuk tirai, lampu bohlam 25 *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 ember, 1 buah *hand sprayer*, 1 buah timbangan kapasitas 10 kg untuk menimbang ransum, 1 buah timbangan elektrik, 1 buah *thermohygrometer* untuk mengukur suhu, dan kelembaban udara di kandang, tali raffia, karung, dan plastik, 12 buah spuit (*disposable syringe*) 5 ml untuk mengambil sampel darah ayam kampung, 12 buah tabung EDTA (*ethylene diamine tetraacetid acid*) untuk wadah serum darah, gunting, pisau, dan alat tulis untuk mencatat data yang diperoleh.

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain *Day Old Chick* (DOC) ayam kampung betina sebanyak 60 ekor dengan pemeliharaan hingga umur 54 hari, ransum, air minum, dan sediaan vitamin E, *zinc*, dan selenium, alkohol 70%, larutan turk, pipet thoma, vaksin *Newcastle Disease* (ND) *live*, vaksin *Newcastle Disease* (ND), dan *Avian Influenza* (AI) *killed*, vaksin *Infectious Bursal Disease* (IBD) *live*.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental menggunakan 4 perlakuan dan 3 ulangan yang dapat dilihat pada Gambar 2. Setiap ulangan terdiri dari 5 ekor. Perlakuan tersebut yaitu:

P0 : Air minum tanpa vitamin E, *zinc*, dan selenium (kontrol)

P1 : Air minum dengan 0,015 g/kg BB (vitamin E 0,6 IU, *zinc* 2,4 mg, selenium 0,06 mg)

P2 : Air minum dengan dosis 0,03 g/kg BB (vitamin E 1,2 IU, *zinc* 4,8 mg, selenium 0,012 mg)

P3 : Air minum dengan dosis 0,06 g/kg BB (vitamin E 2,4 IU, *zinc* 9,6 mg, selenium 0,024 mg)

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

Gambar 2 Tata letak penelitian

Keterangan:

P : Perlakuan; U : Ulangan

Perhitungan dosis dilakukan berdasarkan dosis yang dianjurkan dalam gram terhadap berat badan. Kandungan suplemen vitamin E, *zinc*, dan selenium yang

terdapat dalam 1000 g produk komersil yaitu vitamin E 40.000 IU, selenium 400 mg, dan *zinc* 160.000 mg, dengan dosis dasar 1 g/30 kg BB, sehingga dosis dasar yang digunakan yaitu 0,03 g/kg BB. Jadi, perhitungan kandungan vitamin E, *zinc*, dan selenium sebagai berikut:

Kandungan vitamin E dalam 0,03 g/kg BB sediaan :

$$\frac{40.000 \text{ IU}}{1000 \text{ g}} = \frac{x}{0,03 \text{ g}}$$

$$x = \frac{40.000 \text{ IU} \times 0,03 \text{ g}}{1000 \text{ g}}$$

$$x = 1,2 \text{ IU}$$

Kandungan selenium dalam 0,03 g/kg BB sediaan :

$$\frac{400 \text{ mg}}{1000 \text{ g}} = \frac{x}{0,03 \text{ g}}$$

$$x = \frac{400 \text{ mg} \times 0,03 \text{ g}}{1000 \text{ g}}$$

$$x = 0,012 \text{ mg}$$

Kandungan dalam 0,03 g/kgBB sediaan :

$$\frac{160.000 \text{ mg}}{1000 \text{ g}} = \frac{x}{0,03 \text{ g}}$$

$$x = \frac{160.000 \text{ mg} \times 0,03 \text{ g}}{1000 \text{ g}}$$

$$x = 4,8 \text{ mg}$$

Perhitungan dosis 0,03 g/kgBB digunakan untuk perlakuan P2, perlakuan P1 diberikan setengah kali dosis yang dianjurkan yaitu 0,015 g/kgBB mengandung (Vitamin E 0,6 IU, Selenium 0,06 mg, dan *zinc* 2,4 mg), perlakuan P3 diberikan dua kali dosis yang dianjurkan yaitu 0,06 g/kgBB mengandung (Vitamin E 2,4 IU, Selenium 0,024 mg, dan *zinc* 9,6 mg).

3.4 Peubah yang Diamati

Peubah yang diamati pada saat penelitian adalah total *leukosit* dan deferensial *leukosit* berupa neutrofil, eosinofil, basofil, limfosit, monosit.

3.5 Pelaksanaan Penelitian

3.5.1 Persiapan kandang

Persiapan kandang dilakukan 1-2 minggu sebelum dan ketika DOC tiba yang terdiri dari:

1. membersihkan kandang dengan cara mencuci seluruh bagian kandang mulai dari lantai hingga dinding kandang menggunakan deterjen;
2. melakukan desinfeksi kandang dengan penyemprotan menggunakan desinfektan dan *fogging* ke seluruh bagian kandang;
3. membersihkan peralatan seperti tempat pakan dan tempat minum dengan air bersih dan deterjen, kemudian direndam menggunakan larutan desinfektan dan dikeringkan dibawah sinar matahari;
4. memasang tirai kandang;
5. memasang sekat petak pada kandang dengan ukuran 1x1 meter sebanyak 12 sekat petak, dan setiap petak berisi 5 ekor ayam kampung jantan;
6. memasang lampu bohlam sebagai pemanas DOC pada setiap petak;
7. menaburkan sekam padi pada lantai kandang sebagai alas kandang (*litter*) dan dilapisi dengan koran ;
8. memasang tempat pakan dan minum pada setiap petak.

3.5.2 Kegiatan penelitian

Kegiatan penelitian yang dilakukan yaitu DOC ayam kampung dimasukkan ke dalam area *brooding* selama 14 hari. DOC yang baru tiba diberi air minum dengan campuran larutan gula sebagai elektrolit. Ransum diberikan secara *ad*

libitum. Pemberian air minum dengan perlakuan dilakukan dari umur 14 hari sampai hari ke-54 pemeliharaan.

Penimbangan sampel ayam kampung dilakukan setiap pukul 06.00 WIB dengan mengambil secara acak pada setiap petak untuk mendapatkan data bobot badan yang akan dijadikan dasar untuk menghitung dosis pemberian. Sebelum pemberian suplemen kombinasi vitamin E, *zinc* dan selenium perlu dilakukan pemuasaan air minum selama 1 jam. Setelah didapatkan dosis pemberian, pembuatan air minum dengan perlakuan dilakukan dengan cara melarutkan suplemen kombinasi vitamin E, *zinc* dan selenium kedalam 1/5 kebutuhan air minum. Menurut Wahyu (2004), ayam sebaiknya mengkonsumsi air dengan kisaran 2 sampai dengan 2,5 ml/gram konsumsi pakan. perlakuan diberikan selama 1-3 jam atau hingga air minum dengan perlakuan habis. Setelah pemberian air minum dengan perlakuan habis, diberikan air minum secara *ad libitum*.

Pengukuran suhu dan kelembaban dalam kandang dilakukan secara rutin pada pukul 07.00, 12.00 dan 17.00 WIB. Pengukuran suhu dan kelembaban dilakukan dengan menggunakan *termohygrometer* yang diletakkan di bagian tengah kandang dan digantung pada dinding kandang. Lampu dihidupkan terus tanpa dimatikan, dengan jarak 15 cm dari ayam (sebagai pemanas) sampai umur 14 hari. Setelah itu lampu hanya dihidupkan pada malam hari saja, dengan jarak dari ayam 40 cm dari ayam (pencahayaan).

Kegiatan vaksinasi yang diberikan terdiri dari vaksin *Newcastle Disease* (ND), *Avian Influenza* (AI), dan *Infectious Bursal Disease* (IBD). Vaksin ND *live* diberikan saat ayam kampung berumur 7 hari melalui tetes mata dan hidung. Vaksin ND, AI *killed*, dan IBD diberikan saat ayam kampung berumur 14 hari melalui suntik subkutan dan cekok mulut. Vaksin ulangan ND *live* diberikan saat ayam kampung berumur umur 21 hari melalui tetes mata dan hidung.

3.6. Prosedur Pengujian

3.6.1 Pengambilan sampel

Pengambilan sampel darah dilakukan ketika ayam kampung berumur 54 hari. Setiap petak percobaan diambil 1 ekor ayam kampung untuk diambil darahnya sehingga didapatkan 12 sampel darah. Pengambilan darah dilakukan dengan menggunakan *disposable syringe* 3 ml melalui *vena brachialis* sebanyak 3 ml. Kemudian sampel darah dimasukkan dalam tabung EDTA untuk di kirim ke Balai Veteriner Lampung dalam keadaan rantai dingin.

3.6.2 Perhitungan total *leukosit*

Menurut Agustyas *et al.*, (2014) perhitungan jumlah *leukosit* dilakukan dengan cara:

1. Menggunakan pipet thoma *leukosit* dengan bantuan alat penghisap (aspirator) sampai batas 0,5;
2. Ujung pipet dibersihkan dengan tisu;
3. Larutan pengencer Turk diisap sampai tanda 11 yang tertera di pipet *leukosit*, kemudian pipet aspirator dilepaskan;
4. Kedua ujung pipet ditutup dengan ibu jari dan jari telunjuk tangan kanan, isi pipet dikocok dengan membentuk gerakan angka 8, kemudian cairan tidak ikut terkocok dibuang;
5. Setetes cairan dimasukkan ke dalam kamar hitung dan dibiarkan butir-butir yang ada di dalam kamar hitung mengendap;
6. Butir darah dihitung menggunakan mikroskop dengan perbesaran 100 kali;
7. Untuk menghitung *leukosit* dalam *hemocytometer neubauer*, digunakan kotak *leukosit* yang berjumlah 4 buah dari 9 kotak utama dengan mengambil bagian sebagai berikut: satu pojok kanan atas, satu kotak pojok kiri atas, satu kotak di tengah, satu kotak pojok kanan bawah dan satu kotak pojok kiri bawah;

8. Jumlah *leukosit* yang didapat dari hasil perhitungan dengan mikroskop dikalikan 50 untuk mengetahui jumlah *leukosit* dalam setiap 1 mm darah;
9. Jumlah *leukosit* dapat dihitung dengan rumus di bawah ini:

$$\text{Jumlah leukosit yang dihitung} = \frac{\text{Jumlah leukosit dihitung}}{\text{Volume yang dihitung } (\mu\text{l})} \times \text{Faktor Pengencer}$$

3.6.3 Perhitungan total deferensial *leukosit*

Menurut Sastradiprajda *et al.*, (1989), perhitungan diferensial *leukosit* yaitu:

1. Darah dibuat preparat ulas ± 2 cm dari ujung gelas objek;
2. Preparat ulas difikasi dengan metanol 75% selama 5 menit kemudian diangkat sampai kering udara;
3. Ulasan darah direndam dengan larutan giemsa selama 30 menit, diangkat dan dicuci dengan menggunakan air keran yang mengalir untuk menghilangkan zat warna yang berlebihan, kemudian dikeringkan dengan kertas isap;
4. Preparat ulas diletakkan di bawah mikroskop dengan perbesaran 1000 kali dan ditambahkan minyak imersi kemudian dihitung limfosit, monosit, eosinofil, neutrofil, secara zigzag dan perbesaran 1000 kali sampai jumlah total 100 butir *leukosit*.

3.7 Analisis Data

Data profil darah dari masing- masing perlakuan dan kontrol disusun dalam bentuk tabulasi dan histogram sehingga akan tersedia data untuk diolah dan di analisis deskriptif

.V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa pemberian perlakuan suplementasi kombinasi vitamin E, *zinc*, dan selenium diperoleh rata-rata total leukosit pada perlakuan P0 ($29,23 \times 10^3/\mu\text{l}$), P1 ($28,57 \times 10^3/\mu\text{l}$), P2 ($27,77 \times 10^3/\mu\text{l}$), dan P3 ($25,98 \times 10^3/\mu\text{l}$). Sedangkan pada deferensial leukosit diperoleh rata-rata total pada neutrofil P0 (30,17%), P1 (35,33%), P2 (28,33%), dan P3 (16,00%). Pada eosinofil P0 (2,33%), P1 (1,00%), P2 (1,00%), dan P3 (0,33%). Pada basofil P0 (0,67%), P1 (0,00%), P2 (0,33%), dan P3 (0,17%). Pada monosit P0 (12,67%), P1 (9,50%), P2 (12,00%), dan P3 (10,33%). Pada limfosit P0 (54,00%), P1 (54,67%), P2 (57,83%), dan P3 (72,00%).

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini penulis menyarankan supaya pemberian suplementasi kombinasi vitamin E, *zinc*, dan selenium pada ayam kampung betina dilakukan di daerah yang rentan terserang virus dan tidak di anjurkan pemberian suplementasi kombinasi vitamin E, *zinc*, dan selenium pada ayam kampung betina dilakukan di daerah rentan terserang bakteri atau cacing.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustyas, T., R. A. Putu , Oktafani, dan R. Fidha. 2014. Penuntun Praktikum Patologi Klinik. Fakultas Kedokteran. Universitas Lampung.
- Aiello. S.E, and A M. A. Moses. 1998. The Merck Veterinary Manual. Edisi Ke-2. Merck & Co. New Jersey.
- Akil,S., W.G.Piliang, C.H.Wijaya, D.B.Utomo, dan I.K.G.Wiryawan. 2009. Pengkayaan selenium organik, inorganik dan vitamin e dalam pakan puyuh terhadap performa serta potensi telur puyuh sebagai sumber antioksidan. *Jurnal Ilmu Ternak Veteriner*, Vol.14 No.1:1-10.
- Almatsier, S.2009. Prinsip Dasar Ilmu Gizi.Jakarta. PT. Gramedia. Pustaka Utama. Jakarta.
- Anggorodi, H. R. 1995. Nutrisi Aneka Ternak Unggas. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Asmara, M.P., P.E. Santosa, Siswanto, dan S. Suharyati.2019. Pengaruh suplementasi probiotik yang berbeda pada air minum terhadap total *Leukosit* dan diferensial *Leukosit* broiler. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan*, Vol. 4(2): 22-27.
- Aulia, R., S, Sugito, M. Hasan, T.F. Karmil, G. Gholib, and R. Rinidar. 2017. The number of *leukocyte* and *leukocyte differential* in broilers that infected with *Eimeria tenella* and given neem leaf extract and jaloh extract. *Jurnal Medika Veterinaria*, Vol. 11(2): 93-99.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. Pakan Itik Bertelur. <https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://jajo66.files.wordpress.com/2009/09/sni-01-3910-2006-pakan-itik-bertelur>. Diakses pada tanggal 17 November 2021.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kalimantan Tengah. 2021. Pentingnya mineral untuk ternak. <http://kalteng.litbang.pertanian.go.id/ind/index.php/publikasi-mainmenu-47-47/artikel/379-pentingnya-mineral-untuk-ternak> . Diakses pada tanggal 17 November 2021.
- Budipurwanto T. 2001. Studi tentang Fenotip Ayam Buras Berdasarkan Sifat Kuantitatif dan Kualitatif. Thesis. Program Studi Magister Ilmu Ternak. Program Pasca Sarjana. Fakultas Peternakan. Universitas Diponegoro.

- Cahyaningsih, U., H. Malichatin, dan Y. E. Hedianto. 2007. Diferensial *leukosit* pada ayam setelah diinfeksi *eimeria tanella* dan pemberian serbuk kunyit (*curcuma domestica*) dosis bertingkat. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Coles, B. H. 2006. Essential of Avian Medicine and Surgery. Iowa. Blackwell Publishing.
- Data Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan. 2021. Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan Tahun 2021 . <http://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/15553>. Diakses pada tanggal 17 November 2021.
- Davis, A.K., D. L. Maney, and J. C. Maerz. 2008. The use of leucocyte profiles to measure stress in vertebrates : a review for ecologists. *Func. Ecol.* 22:760-772.
- Dharmawan, N. S. 2002. Pengantar Patologi Klinik Veteriner. Pelawa Sari. Denpasar.
- Dinisari. 2022. Pentingnya Vitamin dan Mineral untuk Tubuh Manusia. <https://www.google.com/amp/s/m.bisnis.com/amp/read/20160604/106/554183/pentingnya-vitamin-dan-mineral-untuk-tubuh-manusia>. Diakses pada tanggal 21 Agustus 2022.
- Eroschenko, V. P. 2008. Di Fiore's atlas of histology with functional correlations. Edisi Kesebelas. Lippincott Williams & Wilkins. Philadelphia.
- Fadilah, R. 2013. Beternak Ayam Broiler. Agro Media Pustaka. Bogor.
- Franson, R.D. 1996. Anatomi dan Fisiologi Temak. Cetakan ke-2. Diterjemahkan oleh B. Srigandono dan Koen Prasono. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Franson, R. D., W. L. Wike, dan A. D. Falls. 2009. Anatomy and physiology of farm animal. Edisi Ketujuh. Willey-Blackwell, Iowa.
- Guyton, A.C. 1995. Fisiologi Kedokteran dan Mekanisme Penyakit. Penerbit EGC. Jakarta.
- Guyton, A. C., dan J. E. Hall. 2008. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Ed ke-11. Kedokteran EGC. Jakarta.
- Herlina, B., R. Novita, dan T. Karyono. 2015. Pengaruh jenis dan waktu pemberian ransum terhadap performans pertumbuhan dan produksi ayam broiler. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, Vol. 10(2): 107–113.
- Hendro, L. Adriani dan D. Latipudin. 2013. Pengaruh pemberian lengkuas (*Alpinia galanga*) terhadap kadar neutrofil dan limfosit ayam broiler. Prosiding. Seminar Nasional Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Husmaini. 2004. Pengaruh peningkatan level protein dan energi ransum saat refeeding terhadap performans ayam buras. *Jurnal Peternakan dan Lingkungan*, Vol.6 (1). 124-135.
- Isroli., S. Susanti., E. Widiastuti., T. Yudiarti, dan Sugiharto. 2009. Observasi Beberapa Variabel Hematologis Ayam Kedu Pada Pemeliharaan Intensif. Seminar Nasional Kebangkitan Peternaka. Semarang.
- Julian and Richard. 1993. Ascites in Poultry. *Avian Pathology*, Vol. 22(4): 419-454.
- Junguera, L. C. 1977. Basic Histology. Edisi 8. McGraw-Hill. New York.
- KEMENTAN. 2019. Defisiensi Vitamin E Pada Ternak Unggas <http://cybex.Pertanian.go.id/mobile/artikel/83508/DEFISIENSI-VITAMIN-E-PADA-TERNAK-UNGGAS/> .Diakses tanggal 17 November 2021.
- Kresno S. B. 2001. Imunologi : Diagnosis dan Prosedur Laboratorium. Edisi ke-4. FKUI. Jakarta.
- Krista, B. dan H. Bagus. 2013. Jago Bisnis dan Beternak Ayam Kampung. PT. Agro Media Pustaka. Jakarta Selatan.
- Kusumawardani, E. 2010. Waspada Penyakit Darah Mengintai Anda. Edisi 1. Hanggar Kreator. Yogyakarta.
- Lestarinigrum, N.A., Karwur, F.F. and Martosupono, M., 2012. Pengaruh vitamin E tokotrienol dan gabungannya dengan asam askorbat terhadap jenis *leukosit* tikus putih (*Rattus norvegicus L.*). *Sains Medika*, Vol. 4(1): 46-56.
- Lestari, S. H. A., Ismoyowati, dan M. Indradji. 2013. Kajian jumlah *Leukosit* dan diferensial *Leukosit* pada berbagai jenis itik lokal betina yang pakannya di suplementasi probiotik. *Jurnal Ilmiah Peternakan*, Vol. 1(2): 699-709.
- Lokaspirnasari, W. R dan A. B.Yulianto. 2014. Gambaran sel eosinofil, monosit, dan basofil setelah pemberian *spirulina* pada ayam yang diinfeksi virus flu burung. *Jurnal Veteriner*, Vol. 15(4): 499-505.
- Lubis, F. N. L., Alfianty, R, and Sahara, E. 2015. Pengaruh suplementasi selenium organik dan vitamin E terhadap performa itik Pegagan. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*, Vol. 4(1): 28-34.
- Mayes, P. A. 1995. Struktur dan Fungsi Vitamin yang Larut dalam Lemak. Buku Kedokteran. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Medion. 2013. Vitamin, Sedikit Pemakaiannya Besar Pengaruhnya. <http://www.medion.co.id/vitamin-sedikit-pemakaiannya-besar-pengaruhnya/>. Diakses pada tanggal 17 November 2021.

- Medion. 2015. Dampak Kelebihan Kalsium dalam Ransum Self Mixing. <http://www.medion.co.id/konsultasi-teknis-dampak-kelebihan-kalsium-dalam-ransum-self-mixing/> . Diakses pada tanggal 17 November 2021.
- Melvin, J. S. and O.R. William. 1993. *Dukes Physiology of Domestic Animal*. Cornel University Press. London.
- Minton J.E, T. R. Coppinger, P. G. Reddy, W. C. Davis, dan F. Blecha . 1992. Repeated restraint and isolation stress alters adrenal and lymphocyte functions and some leukocyte differentiation antigens in lamb. *Journal of Animal Science*. Vol. 70(4): 1126-1132.
- Mitruka, B. M. and H. M. Rawnsley. 1981. *Clinical Biochemical and Hematological Reference Values in Normal Experimental Animals*. Masson. New York.
- Moenek, D., A. B. Oematan, and N.N. Toelle. 2019. Keragaman endoparasit gastrointestinal dan profil darah pada ayam kampung (*Gallus domesticus*). *Jurnal Kajian Veteriner*, Vol. 7(2): 114-120.
- Muharlaeien, E.Sujdjarwo, Adelina, dan H. Hamawati. 2017. *Ilmu Produksi Ternak Unggas*. Agromedia Pustaka. Jakarta Selatan.
- Nikmah, D. K. 2006. Performan itik Mojosari Alabio (MA) Jantan dengan Pemberian Silase Ransum Komplit. Skripsi. Program Studi Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor.
- Nordenson, N. J. 2002. White Blood Cell Count and Differential. http://www.Lifesteps.com/gm.Atoz/ency/white_blood_cell_count_and_differential.jsp. [September 2012]. Diakses pada tanggal 15 Juni 2016.
- Nuroso. 2010 'Pembasaran Ayam Kampung Pedaging. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Paik, I.K. 2001. Application of chelated minerals in animal production. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* Vol. 14(2) :191-198.
- Politis I., B. Iosif, T. Anastosios, and 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*, Vol. 71(2): 273-278.
- Pramutyati, Y.S. 2009. *Petunjuk Teknis Beternak Ayam Buras*. JT2 Merang Reedpilot Project. Sumatra Selatan.
- Pratiwi, R. N., H. I. Wahyuni, dan W. Murningsih. 2013. Pengaruh pemberian vitamin A dan E dalam ransum terhadap daya tunas, daya tetas, bobot tetas dan daya hidup DOC ayam kedu hitam yang dipelihara in situ. *Animal Agriculture Journal*, Vol. 2(1): 240-246.

- Prisyanto R, D.R. Santoso, U.P. Juswono, dan Y. Cahyati. 2014. Pengaruh pemberian kombinasi vitamin C dan E terhadap jumlah hemoglobin, *Leukosit* dan trombosit pascairadiasi sinar gamma. *NATURAL B*. Vol. 2(3): 289-295.
- PT. Charoen Pokphand Indonesia. 2013. Kandungan Nutrisi Ransum. PT. Charoen Pokhpand Indonesia Jaya. Lampung.
- PT. Japfa Comfeed. 2013. Kandungan Nutrisi Ransum. PT. Japfa Comfeed Indonesia Jaya. Lampung.
- Purnomo, D., S. Sugiharto, dan I. Isroli. 2015. Total *Leukosit* dan diferensial *Leukosit* darah ayam broiler akibat penggunaan tepung onggok fermentasi *rhizopus oryzae* pada ransum. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*, Vol. 25(3): 59-68.
- Puvadolpirod and Thaxton. 2000. Model of physiological stress in chicken. Five Edition. Quantitative Evaluation. Departement of Poultry Science, *Mississippi State University*.
- Rasyaf, M. 1997. Penyajian Makanan Ayam Petelur. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Resnawati, H. 2012. Inovasi teknologi pemanfaatan bahan pakan lokal mendukung pengembangan industri ayam kampung. *Jurnal Pengembangan Inovasi Pertanian*, Vol. 5(2): 79-95.
- Rink L. dan H. Kirchner. 2000. Zinc-altered immune function and cytokine production. *Journal of Nutrition*, Vol. 130(5): 140-141.
- Rohyati, N. 2002. Pengaruh Pemberian Probiotik B-Mix Dan Infeksi *Salmonella enteritidis* terhadap Gambaran Mikroskopis Bursa Fabrisius Pada Ayam Broiler. Skripsi. Fakultas Kedokteran Hewan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Romanelli, R., R. Mancini, C. Aschinger, C. M. Overall, J. Sodek, and C.A. Culloch. 1999. Activation of neutrophil collagenase in periodontitis. *J. Dent. Ifec*. Vol. 67(2): 19-26.
- Rosanti, P., Soegiarto, G. and Widajanti, N., 2019. Effect of vitamin e supplementation on the increase of neutrophil-mediated oxidative burst in elderly. *New Armenian Medical Journal*, Vol. 13(1): 79-84.
- Rustan, R., 2018. Uji Daya Cerna Protein pada Broiler yang Diberikan Antibiotik Dan Probiotik. Doctoral Dissertation. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Sadarman, Elfawati, dan Sadriadi. 2013. Studi frekuensi sifat kualitatif ayam kampung di Desa Menaming Kecamatan Rambah Kabupaen Rokan Hulu Provinsi Riau. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Puslitbang Peternakan. Medan.

- Saputro, B.E., R. Sutrisna, P. E. Santosa, and F. Fathul, 2016. Pengaruh ransum yang berbeda pada itik jantan terhadap jumlah *Leukosit* dan diferensial *Leukosit*. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, Vol. 4(3): 95-123.
- Sastradipradja, D., S. H. Sikar, R. Widjajakusuma, T. Ungerer, A. Maad, H. Nasution, R. Suriawinata, dan R. Hamzah, 1989. Penuntun Praktikum Fisiologi Veteriner. Pusat Antar Universitas Ilmu Hayati. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Setiawan, G.W., D.H.C. Pangemanan, dan H. Polii, 2016. Pengaruh pemberian vitamin C terhadap kadar neutrofil setelah latihan fisik. *eBiomedik*, Vol. 4(1): 144-154.
- Setioko, A.R. dan S. Iskandar. 2005. Review Hasil Hasil Penelitian Dan Dukungan Teknologi Dalam Pengembangan Ayam Lokal. Prosiding. Lokakarya Nasional Inovasi Teknologi Pengembangan Ayam Lokal. Semarang, 25 September 2005. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Bogor.
- Setyowati, E.Y., S. Nurachma, dan Y. T. A. Hidayati. 2010. Nilai nutrisi ransum lengkap mengandung berbagai taraf hay pucuk tebu (*Saccharum officinarum*) pada domba jantan yang digemukkan (nutritional value of complete feed with top cane (*Saccharum officinarum*) hay in different level at drylot fattening of sheep). *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, Vol. 10(2): 24-32.
- Sherwood, L. 2006, Human Physiologi From Cells to Systems. 4th Ed. Wadsworth Publishing Company. Belmont CA.
- Siswanto, Budisetyawati dan F. Ernawati. 2013. Peran Beberapa Zat Gizi Mikro dalam Sistem Imunitas. *Gizi Indonesia*, Vol. 36(1): 57-64.
- Sturkie, P. D. 2000. Avian Physiology. 3rd Ed. Springer-Verlag. New York.
- Sturkie, P. D, and P. Griminger. 1976. Blood: Physical characteristics, formed elements, hemoglobin and coagulation. Dalam: Sturkie, P. D (Editor). Avian Physiology. Heidelberg, Berlin.
- Subrata. 1998. Pemberian Fosfolipid Essensial dan Antioksidan (Vitamin E) Meningkatkan Integritas Membran Spermatozoa. Disertasi. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Suharyanto. 2007. Panen Ayam Kampung dalam 7 Minggu Bebas Flu Burung. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sugiarti dan Titik. 2016. Kejadian Periodontitis di Kabupaten Magelang. Semarang: *HIGEIA Journal of Public Health Research and Development*, Vol. 1(4):234-244.

- Sugiharto, S., B. B. Jansen, M. S. Hademan, and C. Lauridsen. 2014. Comparison of casein and whey in diets on performance, immune response and metabolic profile of weanling pigs challenged with *Escherichia coli* F4. *Jurnal Animal Science*, Vol. 94(2): 479-491.
- Syaifuddin. 2009. Anatomi Tubuh Manusia. Salemba Medika. Jakarta.
- Tamzil, M. H., R. R. Noor, P. S. Hardjosworo, W. Manalu, and C. Sumantri. 2014. Hematological response of chickens with different heat shock protein 70 genotypes to acute heat stress. *International Journal of Poultry Science*, Vol. 13(1): 14-20.
- Tizard, I. R. 2000. Veterinary Immunology and Introduction. Saunders. USA.
- Tizard, I. R. 1988. Pengantar Imunologi Veteriner. Airlangga University Press. Surabaya.
- Tsamaratur, R. 2013. Karakterisasi dan Uji Toksisitas Akut Ekstrak Etanol Buah Karamunting (*Rhodomyrtus tomentosa*) terhadap Mencit Putih Jantan. Disertasi. Pascasarjana. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Umi, C., M. Hanic, and E. Hediarto. 2007. Diferensial *leukosit* pada ayam setelah diinfeksi *Eimeria tenella* dan pembesaran. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Vol. 1(7): 234-236.
- Ulupi, N. dan T. T. Ihwantoro. 2014. Gambaran darah ayam kampung dan ayam petelur komersial pada kandang terbuka di daerah tropis. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, Vol. 2(1): 219-223.
- Wahju, J. 2004. Ilmu Nutrisi Unggas. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Wahju, J. 1997. Ilmu Nutrisi Unggas. Cetakan ke empat. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Widyhari, S. D., A. Esfandiari, A. A. Wijaya, R. Wulansari, S. Widodo, dan L. Maylina. 2014. Efek penambahan mineral *zinc* terhadap gambaran hematologi pada anak sapi Frisian Holstein. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, Vol. 19(3): 150-155.
- Widyhari. 2012. Peran dan dampak defisiensi zinc (Zn) terhadap sistem tanggap kebal. *Wartazoa*, Vol. 22(3): 141-148.
- Wihandoyo dan H. Mulyadi. 1986. Ayam Buras pada Kondisi Pedesaan (Tradisional) dan Pemeliharaan yang Memadai. Pengembangan ayam buras di Jawa Tengah. Temu Tugas Sub Sektor Peternakan di Sub Balai Penelitian Ternak. Klepu.

- Yaman, M.A. 2010. Ayam Kampung Unggul. Edited by Y. M. Aman. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Yati, S., P.E. Santosa, dan R. Sutrisna. 2017. Pengaruh pemberian pakan dengan kandungan L-Lysin dan DL-Methionin berbeda pada itik betina terhadap jumlah *Leukosit* dan diferensial *Leukosit*. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan*, Vol. 1(2): 11-15.
- Youngson, R. 2005. Antioksidan Manfaat Vitamin C dan E Bagi Kesehatan. Gramedia EGC. Jakarta.
- Zulkifli I. dan T.B. Siegel. 1995. Is there of positive side to stress. *Poult Science*, Vol. 5(1): 63-76.