

PENGARUH SUPLEMENTASI TEPUNG MAGGOT *BLACK SOLDIER FLY* (BSF) DALAM RANSUM TERHADAP TOTAL LEUKOSIT DAN DIFERENSIAL LEUKOSIT DARAH AYAM JOPER

(Skripsi)

Oleh

**AMARA NABILA
NPM 1814241030**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PENGARUH SUPLEMENTASI TEPUNG MAGGOT *BLACK SOLDIER FLY* (BSF) DALAM RANSUM TERHADAP TOTAL LEUKOSIT DAN DIFERENSIAL LEUKOSIT DARAH AYAM JOPER

Oleh

AMARA NABILA

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian tepung maggot terhadap total leukosit dan diferensial leukosit (heterofil, eosinofil, basofil, limfosit, dan monosit) darah ayam joper. Penelitian ini dilaksanakan pada Januari–Maret 2022 di Peternakan Ayam Joper Daffa, Labuhan Dalam, Kecamatan Tanjung Senang, Kota Bandar Lampung. Pemeriksaan total leukosit, heterofil, eosinofil, basofil, limfosit, dan monosit dilakukan di Laboratorium Patologi, Balai Veteriner Lampung, dan Laboratorium Fisiologi Reproduksi Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Rancangan percobaan yang digunakan adalah 4 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan yang diberikan yaitu ransum tanpa suplementasi tepung maggot (P0), ransum dengan suplementasi 5% tepung maggot (P1), ransum dengan suplementasi 10% tepung maggot (P2), dan ransum dengan suplementasi 15% tepung maggot (P3). Data yang diperoleh disusun dalam bentuk tabulasi sederhana dan ditampilkan dalam bentuk histogram untuk dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian suplementasi tepung maggot dapat mempertahankan rata-rata total leukosit dan rata-rata diferensial leukosit dalam kondisi normal. Nilai total leukosit yang diperoleh yaitu $22,59\text{--}25,07 \times 10^3/\text{mm}^3$. Nilai heterofil yang diperoleh yaitu 27–29%. Nilai eosinofil yang diperoleh yaitu 4–6,75%. Nilai basofil yang diperoleh yaitu 1,25–2%. Nilai limfosit yang diperoleh yaitu 53,5–57%. Nilai rata-rata monosit yang diperoleh yaitu 9,6–11,4%.

Kata kunci: Diferensial leukosit, Joper, Maggot, Total leukosit

ABSTRACT

THE EFFECT OF SUPPLEMENTATION OF MAGGOT BLACK SOLDIER FLY (BSF) FLOUR IN RATION ON TOTAL LEUKOCYTES AND DIFFERENTIAL LEUKOCYTES BLOOD OF JOPER CHICKEN

By

AMARA NABILA

This study is aimed to determine the effect of maggot flour on total leukocytes and differential leukocytes (heterophils, eosinophils, basophils, lymphocytes, and monocytes) of joper chickens. This research was conducted in January–March 2022 at the Joper Daffa Chicken Farm, Labuhan Dalam, Tanjung Senang District, Bandar Lampung City. Examination of total leukocytes, heterophils, eosinophils, basophils, lymphocytes, and monocytes was carried out at the Pathology Laboratory, Lampung Veterinary Center, and Animal Reproduction Physiology Laboratory, Animal Husbandry Department, Faculty of Agriculture, Lampung University. The experimental design used was 4 treatments and 5 replications. The treatments were ration without supplementation of maggot flour (P0), ration with 5% maggot flour supplementation (P1), ration with 10% maggot flour supplementation (P2), and ration with 15% maggot flour supplementation (P3). The data obtained were arranged in the form of simple tabulations and displayed in the form of histograms for descriptive analysis. The results showed that the treatment with supplementation of maggot flour was able to maintain an average of total leukocytes and an average of differential leukocytes in the normal range. The value of total leukocytes obtained was 22.59–25.07 x 10³/mm³. The value of heterophils obtained was 27–29%. The value of eosinophils obtained was 4–6.75%. The value of basophils obtained was 1.25–2%. The value of lymphocytes obtained was 53.5–57%. The value of monocytes obtained was 9.6–11.4%.

Keywords: Differential leukocytes, Joper, Maggot, Total leukocytes

PENGARUH SUPLEMENTASI TEPUNG MAGGOT *BLACK SOLDIER FLY* (BSF) DALAM RANSUM TERHADAP TOTAL LEUKOSIT DAN DIFERENSIAL LEUKOSIT DARAH AYAM JOPER

Oleh

AMARA NABILA

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PETERNAKAN

pada

**Jurusan Peternakan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul Skripsi : **PENGARUH SUPLEMENTASI TEPUNG
MAGGOT *BLACK SOLDIER FLY* (BSF)
DALAM RANSUM TERHADAP TOTAL
LEUKOSIT DAN DIFERENSIAL LEUKOSIT
DARAH AYAM JOPER**

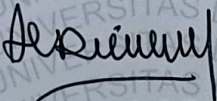
Nama Mahasiswa : **Amara Nabila**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1814241030**

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

Fakultas : **Pertanian**




Sri Suharyati, S.Pt., M.P.
NIP 196807281994022002


Dr. Ir. Farida Fathul, M.Sc.
NIP 195903301983032001

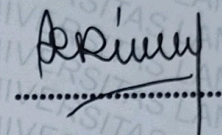
2. Ketua Jurusan Peternakan


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

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

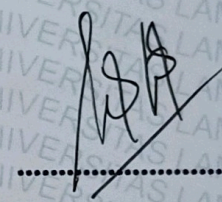
Ketua : Sri Suharyati, S.Pt., M.P.



Sekretaris : Dr. Ir. Farida Fathul, M.Sc.



**Penguji
Bukan Pembimbing : drh. Madi Hartono, M.P.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 15 Maret 2023

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 tulis 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 diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya yang sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi.

Bandar Lampung, 15 April 2023

Yang Membuat Pernyataan



Amara Nabila
NPM 1814241030

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jakarta, 29 Agustus 2000, anak pertama dari 2 bersaudara dari Bapak Ismail Fahmi dan Ibu Indah Sri Rezeki. Pendidikan yang telah ditempuh oleh penulis, Sekolah Dasar (SD) Negeri Jaticempaka III pada 2006–2012, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 80 Jakarta pada 2012–2015, Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 5 Bekasi pada 2015–2018, dan menempuh perkuliahan di Program Studi Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada 2018 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama aktif sebagai seorang mahasiswa, pada 2018–2019 penulis menjadi anggota Korps Muda BEM XIV, Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Universitas Lampung. Pada 2019–2021 penulis menjadi staff ahli Kementerian Luar Negeri Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Universitas Lampung. Selain itu, pada 2019–2021 penulis menjadi anggota Himpunan Mahasiswa Peternakan (Himapet), Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Pada 2020–2021 penulis juga diamanahkan menjadi anggota bidang Informasi dan Komunikasi Himpunan Mahasiswa Peternakan (Himapet), Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Pada Januari–Februari 2020 penulis melaksanakan magang di PT. Indo Prima Beef II, Bandar Agung. Pada Februari–Maret 2021 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Jatimulyo, Kabupaten Lampung Selatan. Pada April 2021 penulis melaksanakan magang di *Closed House* periode 8, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Pada Agustus–September 2021 penulis juga melaksanakan Praktik Umum di CV Sinatria Farm, Dero Wetan, Harjobinangun, Kecamatan Pakem, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

MOTTO

Tidak ada balasan untuk kebaikan selain kebaikan (pula).

(Q.S. Ar-Rahman ayat 60)

Segala sesuatu yang baik selalu datang di saat terbaiknya. Persis waktunya, tidak datang lebih cepat maupun lambat. Itulah kenapa rasa sabar itu harus disertai keyakinan.

(Tere Liye)

Tak ada mimpi yang sempurna di dunia yang tak sempurna ini.

(Alvi Syahrin)

Cara sederhana menikmati hidup adalah dengan banyak bersyukur dan berusaha menjadi versi terbaik bagi diri sendiri.

(Amara Nabila)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah *Subhanahu wa Ta'ala* atas segala berkat, rahmat, nikmat, dan hidayah-Nya serta sholawat selalu dijunjung agungkan kepada Nabi Muhammad *Shallallahu 'alaihi Wa Sallam*, skripsi ini kupersembahkan dengan segala usaha, ketulusan, dan kerendahan hati kepada:

Bapak, Ibu, dan Adikku tercinta atas doa, pengorbanan, bimbingan, motivasi, dan cinta kasih yang selalu diberikan disetiap langkahku untuk keberhasilan dan keberkahan dari segala usahaku menyelesaikan studi.

Seluruh keluarga, kerabat, dan para sahabat yang senantiasa mengiringi langkahku dengan doa, tawa, canda, dan dukungan.

Serta

Institusi yang turut membuat dan memberi banyak pengalaman untuk diriku sehingga menjadi pribadi yang lebih baik dalam berpikir maupun bertindak.

Almamater tercinta

UNIVERSITAS LAMPUNG

SANWACANA

Bismillahirrahmanirrahim.

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah *Subhanahu wa Ta'ala* untuk segala nikmat, karunia, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan lancar. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis sangat menyadari bahwa skripsi ini tidak dapat diselesaikan tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan 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 persetujuan, bimbingan, dan arahan yang diberikan;
3. Ibu Sri Suharyati, S.Pt., M.P.–selaku dosen pembimbing utama–atas bimbingan, nasihat, saran, dan ilmu yang diberikan selama penyusunan skripsi;
4. Ibu Dr. Ir. Farida Fathul, M.Sc.–selaku dosen pembimbing anggota–atas bimbingan, nasihat, saran, dan ilmu yang diberikan selama penyusunan skripsi;
5. Bapak drh. Madi Hartono, M.P.–selaku pembahas–atas arahan, nasihat, saran, dan ilmu yang diberikan selama penyusunan skripsi;
6. Bapak Agung Kusuma Wijaya, S.Pt., M.P.–selaku dosen pembimbing akademik–atas bimbingan, nasihat, saran, dukungan, dan ilmu yang diberikan selama masa studi penulis dari semester 1 sampai 6;
7. Ibu drh. Ratna Ermawati, M.Sc.–selaku dosen pembimbing akademik–atas bimbingan, nasihat, saran, dukungan, dan ilmu yang diberikan selama masa studi;
8. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung atas ilmu, arahan, bimbingan, dan nasihat selama masa studi;

9. Abang Daffa—selaku pemilik peternakan ayam Joper Daffa—atras persetujuan perizinan lokasi penelitian, memberikan ilmu, dan motivasi kepada penulis selama melaksanakan penelitian;
10. Bapak Ismail Fahmi, Ibu Indah Sri Rezeki, dan adikku Shania Asri Ramadhani, serta keluarga besar—selaku keluarga penulis—atras segala doa, dukungan, semangat, dan kasih sayang yang tulus kepada penulis;
11. Anugrah Satria Wardhani, Nina Puspita Dewi, Doni Ramadhan, dan Mas Fadhil—selaku teman satu perjuangan—atras dukungan, bantuan, semangat, motivasi, dan kekeluargaan yang diberikan kepada penulis selama masa studi;
12. Made Kristian Pangaribuan, Nuke Kristanti, Dwi Nur Laila, dan Hendrik Julian—selaku teman satu tim penelitian—atras dukungan dan bantuan selama melaksanakan penelitian;
13. Seluruh mahasiswa peternakan 2018 yang telah memberikan kenangan manis, semangat, dukungan, dan persaudaraan selama masa studi;
14. Seluruh kakak-kakak (Angkatan 2015, 2016 dan 2017), adik-adik (Angkatan 2019, 2020, dan 2021) beserta civitas akademika peternakan Universitas Lampung yang tidak bisa saya sebut satu persatu atas dukungan dan motivasinya;
15. Terakhir, namun tidak kalah penting. Terimakasih kepada diriku sendiri karena masih terus semangat berjuang. Kamu hebat!

Semoga seluruh dukungan dan bantuan yang telah diberikan kepada penulis dapat dibalas oleh Allah *Subhanahu wa Ta'ala*. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung, 15 Maret 2023

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah.....	1
1.2 Tujuan Penelitian	3
1.3 Manfaat Penelitian	3
1.4 Kerangka Pemikiran.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Maggot <i>Black Soldier Fly</i> (BSF)	6
2.2 Ayam Joper	9
2.3 Konsumsi Ransum	11
2.4 Sel Darah Putih (Leukosit).....	12
2.4.1 Heterofil	13
2.4.2 Eosinofil.....	14
2.4.3 Basofil	14
2.4.4 Limfosit.....	15
2.4.5 Monosit	15
III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN.....	16
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	16
3.2 Bahan dan Alat Penelitian.....	16
3.2.1 Bahan penelitian.....	16
3.2.2 Alat penelitian.....	17
3.3 Metode Penelitian	18
3.3.1 Rancangan perlakuan	18
3.3.2 Rancangan percobaan	18

3.3.3	Rancangan peubah	18
3.4	Prosedur Penelitian	19
3.4.1	Pra penelitian	19
3.4.2	Analisis proksimat	20
3.4.2.1	Prosedur analisis kadar air	20
3.4.2.2	Prosedur analisis kadar abu.....	21
3.4.2.3	Prosedur analisis serat kasar	21
3.4.2.4	Prosedur analisis protein kasar.....	23
3.4.2.5	Prosedur analisis lemak kasar	24
3.4.2.6	Perhitungan kadar bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN)	25
3.4.3	Persiapan kandang	26
3.4.4	Kegiatan penelitian	26
3.4.5	Pengambilan sampel	27
3.4.6	Analisis sampel	28
3.4.6.1	Perhitungan total leukosit	28
3.4.6.2	Perhitungan differensial leukosit	28
3.4.7	Analisis data.....	29
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1	Pengaruh Perlakuan terhadap Total Leukosit	30
4.2	Pengaruh Perlakuan terhadap Differensial Leukosit.....	33
4.2.1	Heterofil	33
4.2.2	Eosinofil	36
4.2.3	Basofil	38
4.2.4	Limfosit	40
4.2.5	Monosit	42
V.	SIMPULAN DAN SARAN	45
5.1	Simpulan	45
5.2	Saran	45
	DAFTAR PUSTAKA	46
	LAMPIRAN.....	53

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perbedaan kandungan nutrisi antara larva dan prepupa pada <i>Black Soldier Fly</i> (BSF)	8
2. Kebutuhan nutrisi ayam kampung super (<i>Gallus domesticus</i>)	11
3. Konsumsi ransum ayam kampung	12
4. Kandungan nutrisi pakan dan ransum perlakuan	17
5. Hasil total leukosit darah ayam joper	30
6. Hasil heterofil darah ayam joper	34
7. Hasil eosinofil darah ayam joper	36
8. Hasil basofil darah ayam joper	38
9. Hasil limfosit darah ayam joper	40
10. Hasil monosit darah ayam joper	42
11. Konsumsi ransum (g/ekor/minggu)	54
12. Suhu dan kelembapan kandang	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Black Soldier Fly</i>	6
2. Maggot BSF	7
3. Ayam joper.....	10
4. Tata letak rancangan percobaan	18
5. Diagram alur pembuatan tepung maggot.....	19
6. Total leukosit ayam joper pada pemberian tepung maggot BSF	31
7. Rata-rata heterofil ayam joper pada pemberian tepung maggot BSF	35
8. Rata-rata eosinofil ayam joper pada pemberian tepung maggot BSF	37
9. Rata-rata basofil ayam joper pada pemberian tepung maggot BSF...	39
10. Rata-rata limfosit ayam joper pada pemberian tepung maggot BSF .	41
11. Rata-rata monosit ayam joper pada pemberian tepung maggot BSF.	43

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Kebutuhan ayam kampung yang tinggi pada saat ini belum diimbangi dengan ketersediaan ayam kampung disebabkan oleh produktivitasnya yang relatif lambat dan masih dipelihara secara tradisional. Konsumsi daging olahan ayam kampung terus meningkat meskipun harganya relatif lebih mahal daripada produk olahan ayam broiler. Berdasarkan data Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan (2021), populasi ayam buras terus mengalami peningkatan selama 5 tahun terakhir dimulai dari populasi tahun 2016 sebanyak 294.161.691 ekor, populasi tahun 2017 sebanyak 299.701.400 ekor, populasi tahun 2018 sebanyak 300.977.882 ekor, populasi tahun 2019 sebanyak 301.761.386 ekor, populasi tahun 2020 sebanyak 305.444.937 ekor, sedangkan populasi ayam buras di Indonesia pada tahun 2021 mencapai 317.054.290 ekor, meningkat sekitar 3,8% atau sebanyak 11.609.353 ekor dari tahun 2020. Salah satu jenis ayam buras yang sedang diminati konsumen adalah ayam kampung.

Ayam kampung memiliki kemampuan beradaptasi dan daya tahan terhadap penyakit yang lebih baik jika dibandingkan dengan ayam ras. Namun, produktivitas ayam kampung sangat rendah, maka diperlukan suatu upaya peningkatan produktivitas pada ayam kampung (Tamzil *et al.*, 2015). Dalam menunjang upaya peningkatan produktivitas pada ayam kampung, maka dilakukan persilangan yang menghasilkan ayam kampung super yaitu ayam joper. Joper merupakan akronim dari kata “Jowo” dan “Super”. Ayam joper adalah ayam F1 hasil persilangan antara ayam kampung jantan dengan ayam petelur betina.

Produktivitas ayam joper dipengaruhi oleh kualitas ransum dan kesehatan ayam joper. Dalam mendapatkan hasil yang optimal maka ransum untuk ayam joper harus sesuai dengan kebutuhannya, baik secara kualitas maupun kuantitasnya. Dalam ransum terdapat kandungan nutrisi yang dibutuhkan oleh tubuh untuk pertumbuhan dan sistem imun tubuh. Daya tahan tubuh ayam joper terhadap penyakit dapat meningkat seiring dengan kualitas ransum yang baik. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menjaga kesehatan dan meningkatkan sistem imun tubuh ayam joper adalah dengan cara suplementasi pakan tinggi protein.

Maggot BSF merupakan hewan yang berasal dari lalat *Black Soldier Fly*. Kandungan maggot tergantung dari umur dan medianya. Kandungan nutrisi maggot masa prepupa untuk protein kasar adalah sebesar 43,2% dan lemak kasar mencapai 28% (Cickova *et al.*, 2015). Protein merupakan faktor nutrisi yang berperan dalam molekul pembentukan antibodi pada leukosit dengan jenis proteinnya adalah globulin (Tizard, 1982). Salah satu jenis asam amino non-esensial yang cukup tinggi terkandung di dalam maggot adalah alanin sebesar 25,68% (Fahmi *et al.*, 2007). Alanin berfungsi sebagai penghasil energi dan pembentuk sistem kekebalan tubuh melalui peningkatan sel leukosit yaitu sel limfosit, sel tersebut berpengaruh terhadap produksi imun ayam joper. Salah satu cara untuk mengetahui sistem imun pada ayam joper adalah dengan dilakukan pemeriksaan terhadap gambaran total leukosit dan diferensial leukosit.

Penelitian mengenai gambaran darah pada ternak unggas sudah banyak dilakukan. Namun, hingga kini belum ada penelitian mengenai pemanfaatan tepung maggot sebagai suplementasi pakan terhadap total leukosit dan diferensial leukosit darah ayam joper. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian terkait pengaruh suplementasi tepung maggot *Black Soldier Fly* (BSF) dalam ransum terhadap total leukosit dan diferensial leukosit darah ayam joper.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian suplementasi tepung maggot *Black Soldier Fly* (BSF) dalam ransum terhadap total leukosit dan diferensial leukosit (heterofil, eosinofil, basofil, limfosit, dan monosit) darah ayam joper.

1.3 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang bermanfaat bagi para pelaku usaha budidaya ayam joper terkait pemberian suplementasi tepung maggot *Black Soldier Fly* (BSF) dalam ransum terhadap total leukosit dan diferensial leukosit darah ayam joper guna meningkatkan sistem ketahanan tubuh ayam joper sehingga dapat menunjang kesehatan ayam joper yang akan berdampak pada peningkatan produktivitas ayam joper.

1.4 Kerangka Pemikiran

Ayam joper merupakan ayam F1 hasil persilangan antara ayam kampung jantan dengan ayam petelur betina. Ayam joper memiliki ketahanan yang lebih baik daripada ayam ras, akan tetapi masih rentan terhadap penyakit flu burung (H5N1) dan penyakit musiman seperti *Newcastle Disease* (ND) dan *Avian Influenza* (AI). Hal ini dapat disebabkan oleh salah satunya karena rendahnya kualitas ransum untuk ayam joper. Dalam ransum terdapat kandungan nutrisi yang dibutuhkan oleh tubuh untuk pertumbuhan dan sistem imun tubuh. Kualitas ransum yang kurang baik dapat membuat daya tahan tubuh ayam joper terhadap penyakit menjadi lemah. Ayam menjadi mudah terinfeksi oleh bibit penyakit sehingga produktivitasnya menjadi rendah. Kasus penyakit ini dapat dicegah dengan meningkatkan sistem kekebalan imun tubuh ayam joper.

Meningkatnya sistem imun dapat dilihat dari gambaran darah yang terlihat pada ayam joper. Gambaran darah merupakan salah satu parameter dari status kesehatan hewan karena darah mempunyai fungsi penting dalam pengaturan fisiologis tubuh. Kandungan nutrisi berupa protein dalam ransum dapat mempengaruhi kondisi darah karena hampir 50% dari berat kering suatu sel hewan adalah protein. Kesehatan ayam joper tergambar pada kondisi darah yang tercermin dari total leukosit dan diferensial leukosit darah ayam joper. Sel darah putih (leukosit) merupakan unit yang aktif dari sistem pertahanan tubuh dengan menyediakan pertahanan yang cepat dan kuat terhadap setiap agen infeksi (Cahyaningsih *et al.*, 2007). Leukosit terbagi di dalam diferensial leukosit yang terdiri dari dua kelompok yaitu granulosit yang terdiri atas heterofil, eosinofil, dan basofil, dan agranulosit yang terdiri atas limfosit dan monosit. Umumnya leukosit digunakan untuk mengetahui adanya infeksi atau tidak jika jumlahnya diatas atau dibawah kisaran normal. Jumlah leukosit normal pada ayam kampung berada pada kisaran 12.000–30.000/mm³ (Saputro *et al.*, 2013). Peningkatan dan penurunan jumlah leukosit dalam sirkulasi darah dapat diartikan sebagai hadirnya agen penyakit, peradangan, dan penyakit autoimun.

Salah satu bahan pakan tinggi protein adalah maggot BSF. Maggot BSF merupakan hewan yang berasal dari lalat *Black Soldier Fly*. Maggot mengandung protein hewani yang cukup tinggi. Kandungan nutrisi maggot masa prepupa untuk protein kasar adalah sebesar 43,2%, lemak kasar 28%, abu 16,6%, kalsium 5,36%, dan fosfor 0,88% (Cickova *et al.*, 2015). Protein merupakan faktor nutrisi yang berperan dalam molekul pembentukan antibodi pada leukosit dengan jenis proteinnya adalah globulin (Tizard, 1982). Pemberian pakan sumber protein bertujuan untuk meningkatkan antibodi agar ternak selalu sehat sehingga produktivitas meningkat. Salah satu jenis asam amino non-esensial yang cukup tinggi terkandung di dalam maggot adalah alanin sebesar 25,68% (Fahmi *et al.*, 2007). Alanin berfungsi sebagai penghasil energi dan pembentuk sistem kekebalan tubuh melalui peningkatan sel leukosit yaitu sel limfosit, dimana sel tersebut berpengaruh terhadap produksi imun ayam joper. Limfosit merupakan

unsur penting dalam sistem kekebalan tubuh yang berfungsi merespon antigen dengan membentuk antibodi (Yalcinkaya *et al.*, 2008).

Kondisi iklim tropis Indonesia sangat ideal untuk budidaya maggot BSF. Budidaya maggot BSF sangat mudah untuk dikembangkan dalam skala produksi massal dan tidak memerlukan peralatan yang khusus. Maggot BSF tahap prepupa dapat bermigrasi sendiri dari media tumbuhnya sehingga memudahkan untuk dipanen. Budidaya insekta dapat mengurangi limbah organik yang berpotensi mencemari lingkungan (Li *et al.*, 2011). Sumber protein berbasis insekta tidak berkompetisi dengan manusia sehingga sangat sesuai untuk digunakan sebagai bahan pakan ternak, termasuk unggas dan ikan (Veldkamp *et al.*, 2012).

Berdasarkan hasil penelitian Astuti *et al.* (2020), penambahan 10% maggot memberikan pengaruh yang signifikan pada bobot karkas ayam kampung super. Roeswandono *et al.* (2021) juga menyatakan penambahan 10% tepung maggot memberikan hasil terbaik terhadap kadar protein dan kadar lemak daging ayam kampung jantan super sebesar 23,59% dan 2,0%.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Maggot *Black Soldier Fly* (BSF)

Black Soldier Fly (BSF), lalat tentara hitam (*Hermetia illucens*, Diptera: *Stratiomyidae*) merupakan salah satu insekta yang berasal dari Amerika dan tersebar ke seluruh wilayah subtropis dan tropis di dunia. Larva BSF memiliki kandungan protein cukup tinggi berkisar 40–50% dan kandungan lemak berkisar 29–32% (Bosch *et al.*, 2014). Tepung BSF dapat ditambahkan ke dalam campuran pakan ayam pedaging sebagai pengganti tepung ikan hingga 100% tanpa adanya efek negatif terhadap pencernaan bahan kering (57,96–60,42%), energi (62,03–64,77%), dan protein (64,59–75,32%), penggantian tepung ikan hingga 25% atau 11,25% dalam pakan memiliki hasil yang terbaik (Rambet *et al.*, 2016). BSF dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Black Soldier Fly*
(Sumber: Dokumen pribadi)

Siklus hidup lalat BSF berlangsung sekitar 40–43 hari, tergantung dari kondisi lingkungan dan media pakan yang diberikan. Siklus hidup lalat BSF dimulai dari 3 hari fase kawin, 3 hari masa bertelur, 3 hari masa inkubasi telur, 18 hari fase larva, 14 hari fase pupa, 3 hari fase lalat dewasa (imago), lalu siap kembali ke tahap perkawinan lagi. Lalat betina tidak akan meletakkan telurnya di atas pakan melainkan di dekat sumber pakan, antara lain pada bongkahan kotoran ternak, tumpukan limbah bungkil inti sawit, dan limbah organik lainnya. Seekor lalat betina BSF normal hanya bertelur satu kali selama masa hidupnya dengan memerlukan waktu 20–30 menit untuk bertelur dengan jumlah produksi telur antara 546–1.505 butir dalam bentuk massa telur, kemudian mati (Tomberlin *et al.*, 2002). BSF fase larva dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Maggot BSF
(Sumber: Dokumen pribadi)

Kandungan protein kasar larva yang muda lebih tinggi dibandingkan dengan larva yang tua. Kondisi ini disebabkan karena larva yang masih muda mengalami pertumbuhan sel struktural yang lebih cepat. Akan tetapi, jika dilihat dari skala produksi massal, maka kuantitas produksi menjadi faktor yang perlu dipertimbangkan sehingga diperlukan bobot larva yang lebih tinggi (prepupa). Dalam skala industri, produksi tepung larva dari tahap instar yang tua (prepupa) lebih menguntungkan (Wardhana, 2016).

Persentase kandungan nutrisi larva BSF sebagai berikut:

- a. analisis proksimat : air (2,38%), protein (44,26%), lemak (29,65%);
- b. asam amino : valin (3,87%), arginin (12,95%), treonin (3,16%), histidin (3,37%), isoleusin (5,42%), leusin (4,76%), lisin (10,76%), serin (6,35%), glisin (3,8%), alanin (25,68%), prolin (16,94%), tirosin (4,15%), sistin (2,05%), taurin (17,53%), sistein (2,05%), NH₃ (4,33%), ornitina (0,51%);
- c. asam lemak : linoleat (0,70%), linolenat (2,24%), saturated (20,00 mg/g), monomer (8,71%);
- d. mineral : Mn (0,05 mg/g), Zn (0,09%), Fe (0,68%), Cu (0,01%), P (0,13%), Ca (55,65%), Mg (3,50%), Na (13,71%), K (10,00%).

(Fahmi *et al.*, 2007)

Perbedaan kandungan nutrisi antara larva dan prepupa pada *Black Soldier Fly* (BSF) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbedaan kandungan nutrisi antara larva dan prepupa pada *Black Soldier Fly* (BSF)

Nutrien (bahan kering)	Larva	Prepupa
Protein kasar (%)	42,1	43,2
Lemak kasar (%)	34,8	28
Serat kasar (%)	7,0	-
Abu (%)	14,6	16,6
Kalsium (%)	5,0	5,36
Fosfor (%)	1,5	0,88

Sumber: Cickova *et al.* (2015)

Protein yang bersumber dari insekta lebih ekonomis, bersifat ramah lingkungan, dan berperan penting secara alamiah. Insekta dapat dipelihara dan diproduksi secara massal serta memiliki efisiensi konversi pakan yang tinggi (Huis, 2013).

Pemanfaatan larva BSF sebagai pakan ternak memiliki keuntungan secara langsung maupun tidak langsung. Larva BSF mampu mengurai limbah kotoran ternak yang merupakan limbah organik secara efektif karena larva BSF termasuk golongan detritivora, yaitu organisme pemakan tumbuhan dan hewan yang telah mengalami pembusukan. Larva BSF tidak menimbulkan bau yang menyengat

dalam proses mengurai limbah organik sehingga dapat diproduksi di rumah atau pemukiman. Selain itu, larva BSF bukan merupakan vektor suatu penyakit dan relatif aman untuk kesehatan manusia sehingga jarang dijumpai di pemukiman terutama yang berpenduduk padat. Populasi lalat BSF mampu mengurangi populasi lalat *M. domestica* (lalat rumah). Apabila larva BSF telah mendominasi di suatu limbah organik, maka lalat *M. domestica* tidak akan bertelur di tempat tersebut (Wardhana, 2016).

Studi antibakteri yang dilakukan di Korea menunjukkan larva BSF yang diekstrak dengan pelarut metanol memiliki sifat sebagai antibiotik pada bakteri Gram positif, seperti *Klebsiella pneumonia*, *Neisseria gonorrhoeae* dan *Shigella sonnei* dan ekstrak larva ini tidak efektif pada sebagian bakteri Gram positif, seperti *Bacillus subtilis*, *Streptococcus mutans* dan *Sarcina lutea*. Ekstrak metanol larva BSF mampu menghambat proliferasi bakteri Gram negatif, sehingga pemanfaatannya sebagai sumber pakan ternak akan bermakna ganda, yaitu berprotein tinggi dan kandungan antibiotik untuk membunuh bakteri Gram negatif yang merugikan. Pelarut kimia yang lain juga diuji untuk mengekstraksi larva antara lain pelarut air, etanol, heksan dan kloroform, namun tidak memberikan efek antibiotik (Choi *et al.*, 2012).

2.2 Ayam Joper

Ayam joper merupakan ayam hasil persilangan antara ayam kampung jantan dengan ayam betina ras jenis petelur dimana dari hasil persilangan tersebut menghasilkan pertumbuhan ayam lebih cepat jika dibandingkan dengan ayam kampung biasa. Persilangan ayam buras betina dan ayam ras jantan sampai grade 1 bertujuan untuk tetap menjaga penampilan fenotipe dari persilangan tersebut sehingga memiliki perbandingan komposisi darah 50% : 50%, hasil persilangan akan semakin mendekati ayam ras jika dilakukan proses *grading up* (Suprijatna *et al.*, 2005). Ayam Joper dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Ayam joper

(Sumber: www.fapet.ugm.ac.id/id/budidaya-dan-usaha-ayam-joper/)

Taksonomi ayam kampung super sebagai berikut:

Kingdom : *Animalia*

Phylum : *Chordata*

Subphylum: *Vertebrata*

Class : *Aves*

Subclass : *Neornithes*

Ordo : *Galiformes*

Genus : *Gallus*

Spesies : *Gallus gallus domesticus*

(Suprijatna *et al.*, 2005)

Perbedaan yang paling signifikan antara ayam kampung umum dengan ayam kampung super terlihat pada kemampuan menghasilkan daging, terutama pada organ tubuh bagian dada dan paha. Seperti ayam pedaging unggul lainnya, perkembangan kedua jenis tipe otot tersebut menunjukkan ayam kampung super memiliki sifat dengan jenis ayam pedaging lainnya. Cirinya otot bagian dada dan paha tumbuh lebih cepat dan dominan dari pada bagian lainnya (Yaman, 2010).

Ayam joper memiliki beberapa keunggulan diantaranya memiliki daya tahan tubuh yang baik, lebih tahan terhadap penyakit jika dibandingkan dengan unggas lain serta terhadap cekaman panas, karena suhu nyaman untuk ayam kampung

super adalah sekitar 19°C–27°C. Keunggulan lain yang dimiliki oleh ayam joper adalah daging yang dihasilkan oleh ayam joper juga cenderung lebih gurih jika dibanding kandungan ayam ras (Supartini dan Sumarno, 2011).

Kelebihan ayam joper diantaranya tingkat pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan ayam kampung pada umumnya, dapat diproduksi dalam jumlah banyak dengan bobot seragam, mudah menyesuaikan diri terhadap lingkungan, mortalitas rendah, dan bercita rasa gurih (Kaleka, 2015). Kekurangan ayam joper adalah konsumsi ransum yang lebih banyak dengan kandungan nutrisi harus seimbang untuk menunjang pertumbuhan yang lebih cepat (Ginting, 2015). Umur panen ayam joper yaitu kurang lebih dua bulan (Munandar dan Pramono, 2014).

Kebutuhan nutrisi ayam kampung super (*Gallus domesticus*) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan nutrisi ayam kampung super (*Gallus domesticus*)

Kebutuhan Nutrien	Umur (hari)	
	0–28	28–Panen
Energi metabolisme (kkal/kg)	3100	2900
Protein (%)	20–24	15–19
Lemak kasar (%)	4–7	4–7
Serat kasar (%)	5–6	5–6
Kalsium (%)	1–1,20	1–1,20
Fosfor (%)	0,40	0,35
Lisin (%)	0,85	0,60

Sumber: Kaleka (2015)

2.3 Konsumsi Ransum

Ransum merupakan faktor yang sangat penting dalam pemeliharaan ayam kampung super, karena berpengaruh terhadap produktivitas ternak (Sinurat, 2000). Konsumsi ransum unggas dapat dipengaruhi oleh keseimbangan antara energi metabolis dan protein yang terkandung dalam ransum, bentuk fisik pakan yang diberikan, serta suhu lingkungan baik lingkungan mikro maupun makro, kesehatan ternak, serta usia yang diduga dapat mempengaruhi tingkat konsumsi

dari ransum yang diberikan (Rokhmahana *et al.*, 2013). Konsumsi ransum ayam kampung dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Konsumsi ransum ayam kampung

Umur (minggu)	Jumlah Konsumsi (g/ekor/hari)
1	7
2	19
3	34
4	47
5	58
6	66
7	72
8	74

Sumber: Yusriani (2013)

2.4 Sel Darah Putih (Leukosit)

Leukosit merupakan unit yang aktif dari sistem pertahanan tubuh dengan menyediakan pertahanan yang cepat dan kuat terhadap setiap agen infeksi (Cahyaningsih *et al.*, 2007). Umumnya leukosit digunakan untuk mengetahui adanya infeksi atau tidak jika jumlahnya diatas atau dibawah kisaran normal (Shaffira *et al.*, 2020). Jumlah leukosit normal pada ayam kampung berada pada kisaran 12.000–30.000/mm³ (Saputro *et al.*, 2013).

Leukosit adalah sel darah yang berinti dengan ukuran sel lebih besar dan jumlah yang lebih sedikit dibandingkan dengan eritrosit (Bacha and Bacha, 2000). Diferensial leukosit merupakan bagian dari sel darah putih (leukosit) yang terdiri dari granulosit yang terdiri atas heterofil, eosinofil, dan basofil, dan agranulosit yang terdiri atas limfosit dan monosit (Cahyaningsih *et al.*, 2007).

Leukosit mempunyai peranan dalam pertahanan seluler dan humoral organisme terhadap zat-zat asing (Effendi, 2003). Leukosit berfungsi sebagai pertahanan tubuh suatu organisme. Pertahanan ini dilakukan dengan cara menghancurkan agen penyerang dengan proses fagositosis atau dengan pembentukan antibodi. Sistem pertahanan ini sebagian terbentuk di dalam sumsum tulang dan sebagian

lagi di dalam organ limfosit termasuk kelenjar limfe, timus, tonsil dan sel-sel limfoid lain. Leukosit yang telah dibentuk akan diangkut dalam darah menuju ke bagian tubuh untuk digunakan. Kebanyakan leukosit secara khusus diangkut menuju daerah-daerah yang mengalami peradangan (Guyton dan Hall, 1997). Di dalam aliran darah kebanyakan sel-sel darah putih bersifat nonfungsional dan hanya diangkut ke jaringan ketika dibutuhkan saja (Svendsen, 1974).

Jumlah sel leukosit normal pada ayam adalah antara 12.000–30.000/ μ L (Feldman *et al.*, 1995). Jumlah leukosit pada tiap-tiap unggas berbeda-beda dan mempunyai fluktuasi yang tinggi, keadaan ini bisa terjadi pada kondisi stress, aktivitas biologis yang tinggi, gizi, dan umur. Faktor lain yang turut berpengaruh adalah jenis kelamin, lingkungan, efek hormon, obat-obatan serta sinar ultraviolet atau sinar radiasi (Hodges, 1977).

2.4.1 Heterofil

Heterofil merupakan sel darah putih yang secara khusus sering disebut sebagai leukosit polimorfonuklear. Heterofil pada ayam biasanya berbentuk bulat berdiameter 10–15 mikron dan granula sitoplasmanya berbentuk batang pipih seperti jarum (Sturkie, 1998). Heterofil (pada unggas) atau neutrofil (pada mamalia) merupakan jenis leukosit di dalam sirkulasi darah dengan jumlah terbanyak dibandingkan dengan granulosit lainnya. Heterofil berbentuk cenderung bulat dengan sitoplasma berwarna lebih muda yaitu eosinofilik. Inti kasar, tidak teratur, biasanya memiliki dua sampai tiga lobus. Lobus pada beberapa sel terlihat tidak tersambung karena inti tertutup granul. Granul sitoplasma pada heterofil berbentuk batang atau jarum (Clark *et al.*, 2009). Heterofil dibentuk dalam sumsum tulang (Guyton, 1996). Heterofil berfungsi sebagai pertahanan tubuh terhadap pengaruh luar, apabila partikel asing terkurung kedalam sitoplasma heterofil, maka partikel tersebut akan menempatkan diri kedalam ruang yang disebut fagosom (Mayes *et al.*, 1997). Fungsi utama heterofil untuk menghancurkan bahan asing melalui proses fagositosis. Heterofil yang

sangat aktif akan cepat menjadi lelah karena terbatasnya cadangan energi sehingga kemampuan fagositosisnya terbatas. Heterofil dianggap sebagai garis pertahanan pertama karena mampu bergerak cepat ke arah bahan asing dan menghancurkannya segera. Jumlah heterofil normal pada darah ayam umur 2–21 minggu berada pada kisaran 20–30% (Tizard, 1982).

2.4.2 Eosinofil

Sel eosinofil dibentuk dalam sumsum tulang dan sangat motil dan berbentuk ramping. Sel eosinofil mempunyai granular sitoplasma berwarna merah terang bila diwarnai dengan zat warna eosin (Suzanti, 2006). Dalam darah normal biasanya jumlah eosinofil sekitar 2–5% dari jumlah leukosit. Eosinofil berfungsi mengendalikan atau mengurangi hipersensitivitas (Kresno, 2001). Sel ini sangat penting dalam respon terhadap penyakit parasitik dan alergi (Hoffbrand, 2006). Fungsi utama eosinofil adalah detoksifikasi, baik terhadap protein asing yang masuk ke dalam tubuh melalui paru-paru ataupun saluran cerna, maupun racun yang dihasilkan oleh bakteri dan parasit (Frandsen *et al.*, 2009).

2.4.3 Basofil

Basofil disebut juga sebagai makrofag karena merupakan leukosit yang bergranulosit, bersifat polimorfonuklear-basofil. Basofil sulit ditemukan dalam darah, ada sekitar 0,5–5,1% dari total leukosit, bentuk inti tidak teratur dengan inti dua gelambir (Leni, 2006). Basofil merupakan granulosit yang paling jarang dijumpai dalam sirkulasi darah mamalia, namun kemungkinan lebih sering dijumpai pada darah unggas (Latimer, 2011). Basofil hanya mampu bertahan hidup 10–12 hari dalam darah (Leni, 2006). Basofil dibentuk dalam sumsum tulang dan kemampuan fagositnya hampir tidak ada. Basofil dan sel mast mempunyai kesamaan fungsi yaitu membangkitkan proses pendarahan akut pada tempat deposisi antigen (Tizard, 1982).

2.4.4 Limfosit

Limfosit merupakan unsur penting dalam sistem kekebalan tubuh yang berfungsi merespon antigen dengan membentuk antibodi (Yalcinkaya *et al.*, 2008).

Limfosit adalah jenis leukosit dengan jumlah paling banyak dalam darah ayam (Bacha and Bacha, 2000). Limfosit diproduksi dalam tulang belakang, limfa, saluran limfa dan timus. Fungsi utama limfosit adalah merespon adanya antigen (benda asing) dengan membentuk antibodi yang bersirkulasi dalam darah atau dalam pengembangan imunitas (Tizard, 1982). Jumlah limfosit normal pada darah unggas berkisar 42–66% (Harahap, 2014).

2.4.5 Monosit

Monosit memiliki kemampuan memfagosit dan berkembang menjadi makrofag ketika keluar dari pembuluh darah dan masuk ke dalam jaringan. Monosit ditarik menuju jaringan rusak atau jaringan yang mengalami invasi mikroba. Makrofag berfungsi dalam fagositosis serta inisiasi dan pengaturan dalam peradangan dan respon kekebalan. Makrofag melepaskan sejumlah sinyal kimia yang mengkoordinasikan berbagai fungsi sel-sel lainnya dalam merespon kerusakan jaringan dan invasi mikroba. Makrofag juga berfungsi dalam memproses antigen yang merupakan tahap awal dalam inisiasi respon kekebalan (Frandsen *et al.*, 2009). Monosit digolongkan sebagai sel sistem mononuklir yang berperan melakukan fagositosis, menghancurkan partikel asing dan jaringan mati kemudian mengolah bahan asing sedemikian rupa sehingga bahan asing itu dapat membangkitkan tanggap kebal (Tizard, 1982). Jumlah monosit normal dari total leukosit pada darah ayam broiler berkisar 5,8–13% (Wulandari *et al.*, 2014). Monosit bekerja pada infeksi yang tidak terlalu akut seperti tuberkolosis, sedangkan heterofil bekerja pada infeksi yang akut (Frandsen, 1992).

III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari–Maret 2022 di Peternakan Ayam Joper Daffa, Kelurahan Labuhan Dalam, Kecamatan Tanjung Senang, Kota Bandar Lampung. Analisis proksimat tepung maggot dan pakan BR-1 dilakukan di Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Analisis sampel darah dilakukan di Laboratorium Patologi, Balai Veteriner Lampung dan Laboratorium Fisiologi Reproduksi Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 60 ekor DOC joper, tepung maggot, ransum BR-1, dan air minum. Bahan untuk persiapan kandang, yaitu desinfektan, kapur, dan sabun. Bahan untuk analisis proksimat, yaitu H_2SO_4 0,25 N, NaOH 0,313 N, aseton, aquadest, kertas saring, *whatman asless* no. 41, kertas lakmus, H_3BO_3 1%, HCL, dan *cloroform*. Bahan untuk analisis darah, yaitu larutan turk, metanol, eosin, dan *methylene blue* yang digunakan untuk pemeriksaan sel darah putih. Hasil analisis proksimat pakan dan ransum perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan nutrisi pakan dan ransum perlakuan

Komposisi Kimia (g)	Tepung Maggot	Ransum			
		Basal (BR-1)	Basal + 5% Maggot	Basal + 10% Maggot	Basal + 15% Maggot
Bahan kering (BK)	94,6	90,64	90,83	91	91,16
Protein kasar (PK)	31,33	22,02	23,59	25,15	26,72
Lemak kasar (LK)	32,8	10,37	12,01	13,65	15,29
Serat kasar (SK)	17,64	0,49	1,37	2,254	3,14
Abu	12,08	4,83	5,43	6,038	6,64
Bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN)	6,15	62,29	62,6	62,91	63,21

Sumber: Hasil Analisis Proksimat Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung (2022)

3.2.2 Alat penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian yaitu:

- peralatan yang digunakan untuk pembuatan tepung maggot, yaitu karung, tali karet, sapu ijuk, terpal, timbangan manual, oven listrik, dan blender;
- peralatan yang digunakan untuk analisis proksimat ransum dan tepung maggot, yaitu timbangan analitik, oven listrik, tanur, cawan porselen, labu *erlenmeyer*, tang penjepit, botol penyemprot, desikator, corong kaca, *crude fiber apparatus*, *soxhlet apparatus*, tabung *kjeldahl*, kompor listrik, kain linen, pensil, dan kain lap;
- peralatan yang digunakan untuk pemeliharaan, yaitu kandang ayam, *sprayer* untuk desinfeksi kandang, sekat kawat untuk membuat 20 petak kandang, plastik terpal untuk tirai dan pembatas area *brooding*, koran, tempat pakan 20 buah, tempat minum 20 buah, ember, *hand spray*, *gasolec*, nampan, timbangan digital, *thermohyrometer*, tali rafia, karung, dan plastik;
- peralatan yang digunakan saat pengambilan sampel darah, yaitu kapas, *sprit* 1 ml, tabung EDTA, dan *cooler box*;
- peralatan yang akan digunakan untuk pemeriksaan total leukosit, heterofil, eosinofil, basofil, limfosit, dan monosit, yaitu *hemocytometer* (kamar hitung *improved neubauer*, pipet thoma leukosit, aspirator), *cover glass*, mikroskop, *hand tally*, *object glass*, *staining tray*, alat tulis, kertas, dan tisu.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Rancangan perlakuan

Perlakuan yang diberikan dalam penelitian ini yaitu suplementasi tepung maggot dengan berbagai persentase dalam ransum BR-1. Rancangan perlakuan yang digunakan sebagai berikut :

P0 : Ransum tanpa suplementasi tepung maggot (kontrol);

P1 : Ransum dengan suplementasi tepung maggot 5 %;

P2 : Ransum dengan suplementasi tepung maggot 10 %;

P3 : Ransum dengan suplementasi tepung maggot 15 %.

3.3.2 Rancangan percobaan

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental menggunakan 4 perlakuan dan 5 ulangan serta pada setiap satuan percobaan terdapat 3 ekor ayam joper. Peletakan petak percobaan secara acak ditampilkan pada Gambar 4.

P2U5	P0U4	P2U4	P0U2	P1U4	P3U5	P2U2	P2U1	P1U5	P1U2
P1U3	P1U1	P0U5	P3U2	P0U1	P2U3	P3U1	P3U3	P0U3	P3U4

Gambar 4. Tata letak rancangan percobaan

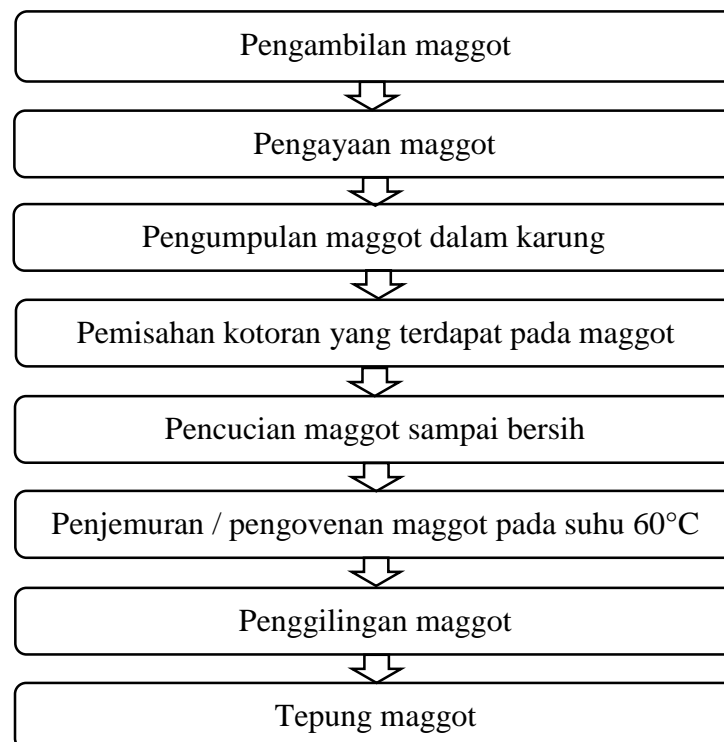
3.3.3 Rancangan peubah

Peubah yang diamati dalam penelitian ini yaitu total leukosit dan diferensial leukosit yang terdiri atas heterofil, eosinofil, basofil, limfosit, dan monosit pada darah ayam joper.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pra penelitian

Pra penelitian dilakukan dengan membeli maggot fase larva berumur 15 hari yang berasal dari media bungkil sawit dan molasses di daerah Karang Anyar, Kecamatan Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan. Maggot diambil dengan menggunakan tangan lalu memisahkan antara maggot dan kasgot. Maggot dikumpulkan dalam karung, kemudian menimbang bobotnya. Selanjutnya dilakukan pemisahan kotoran. Maggot disiram dengan air mendidih agar mati, lalu dicuci sampai bersih. Maggot dijemur di bawah sinar matahari atau dioven dengan suhu 60°C selama 2 hari atau hingga kering. Maggot digiling sampai halus hingga menjadi tepung maggot. Dari 1 kg maggot segar dapat menghasilkan ±200 gram tepung maggot. Tahapan pembuatan tepung maggot dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram alur pembuatan tepung maggot

3.4.2 Analisis proksimat

Analisis proksimat dilakukan pada sampel tepung maggot dan ransum BR-1. Menurut Fathul *et al.* (2019), prosedur analisis proksimat sebagai berikut.

3.4.2.1 Prosedur analisis kadar air

Prosedur analisis kadar air yaitu dengan cara:

- a. memanaskan cawan porselen di dalam oven dengan suhu 105°C selama 1 jam untuk proses sterilisasi cawan porselen yang akan digunakan;
- b. mendinginkan cawan porselen tersebut di dalam desikator selama 15 menit;
- c. menimbang cawan porselen yang telah di oven (**A**);
- d. memasukkan ± 1 gram sampel tepung maggot dan ransum BR-1 ke dalam masing-masing cawan porselen;
- e. menimbang bobot cawan + sampel analisis (**B**);
- f. memasukkan cawan porselen yang sudah berisi sampel ke dalam oven dengan suhu 135°C selama 2 jam;
- g. mendinginkan cawan porselen di dalam desikator selama 15 menit;
- h. menimbang cawan porselen berisi sampel analisis yang telah di oven (**C**);
- i. menghitung kadar air pada sampel dengan menggunakan rumus :

$$\text{KA}(\%) = \frac{(B-A) \text{ gram} - (C-A) \text{ gram}}{(B-A) \text{ gram}} \times 100\%$$

Keterangan :

KA : Kadar air (%)

A : Bobot cawan porselen (gram)

B : Bobot cawan porselen berisi sampel sebelum dipanaskan (gram)

C : Bobot cawan porselen berisi sampel setelah dipanaskan (gram)

- j. melakukan secara duplo kemudian menghitung nilai rata-ratanya;

- k. menghitung kadar bahan kering sampel dengan rumus:

$$\text{BK} = 100\% - \text{KA}$$

Keterangan :

BK : Bahan kering (%)

KA : Kadar air (%)

3.4.2.2 Prosedur analisis kadar abu

Prosedur analisis kadar abu yaitu dengan cara:

- a. memanaskan cawan porselen di dalam oven dengan suhu 105°C selama 1 jam untuk proses sterilisasi cawan porselen yang akan digunakan;
- b. mendinginkan cawan porselen tersebut di dalam desikator selama 15 menit;
- c. menimbang cawan porselen yang telah di oven (**A**);
- d. memasukkan ± 1 gram sampel tepung maggot dan ransum BR-1 ke dalam masing-masing cawan porselen;
- e. menimbang bobot cawan+ sampel analisis (**B**);
- f. memasukkan cawan porselen yang sudah berisi sampel ke dalam tanur dengan suhu 600°C selama 2 jam;
- g. mematikan tanur, apabila sampel sudah berubah warna menjadi putih keabu-abuan, maka proses pengabuan telah sempurna;
- h. mendinginkan cawan porselen di dalam tanur sekitar 1 jam;
- i. mendinginkan cawan porselen di dalam desikator;
- j. menimbang cawan porselen berisi abu (**C**);
- k. menghitung kadar abu dengan menggunakan rumus:

$$KAb(\%) = \frac{(C-A)gram}{(B-A)gram} \times 100\%$$

Keterangan :

KAb : kadar abu (%)

A : bobot cawan porselen (gram)

B : bobot cawan porselen berisi sampel sebelum diabukan (gram)

C : bobot cawan porselen berisi sampel setelah diabukan (gram)

- l. melakukan secara duplo kemudian menghitung nilai rata-ratanya.

3.4.2.3 Prosedur analisis serat kasar

Prosedur analisis serat kasar yaitu dengan cara:

- a. menimbang kertas saring (**A**), kemudian memasukkan sampel analisis ±0,1 gram, lalu menimbang bobot sampel dan kertas saring (**B**);

- b. memasukkan sampel analisis ke dalam gelas *erlenmeyer*;
- c. menambahkan 200 ml H₂SO₄ 0,25 N;
- d. menghubungkan gelas *erlenmeyer* dengan kondensor;
- e. memanaskan selama 30 menit (terhitung sejak mendidih);
- f. menyaring dengan corong beralaskan kain linen;
- g. membilas dengan air suling panas dengan botol semprot hingga bebas asam;
- h. memasukkan kembali residu sampel ke dalam gelas *erlenmeyer*;
- i. menambahkan 200 ml NaOH 0,313 N, selanjutnya menghubungkan gelas *erlenmeyer* dengan kondensor;
- j. memanaskan kembali residu sampel hingga 30 menit (terhitung sejak mendidih);
- k. menyaring dengan corong kaca beralaskan kertas saring *whatman ashless* no. 41 yang sudah diketahui bobotnya (**C**);
- l. membilas dengan air suling hingga bebas basa;
- m. melipat kertas saring dan memanaskan di dalam oven dengan suhu 135°C selama 2 jam, lalu mendinginkan di dalam desikator selama 15 menit;
- n. menimbang bobot kertas saring berisi sampel residu (**D**);
- o. meletakkan kertas saring ke dalam cawan porselen yang sudah diketahui bobotnya (**E**);
- p. mengabukan di dalam tanur dengan suhu 600°C selama 2 jam;
- q. mematikan tanur, lalu mendinginkan selama 1 jam;
- r. mendinginkan di dalam desikator, kemudian menimbang bobot setelah diabukan (**F**), selanjutnya menghitung kadar serat kasar menggunakan rumus:

$$KS (\%) = \frac{(D - C) - (F - E)}{(B - A)} \times 100\%$$

Keterangan :

KS : kadar serat kasar (%)

A : bobot kertas saring (gram)

B : bobot kertas saring berisi sampel (gram)

C : bobot kertas saring *whatman ashless* (gram)

D : bobot kertas saring *whatman ashless* berisi residu(gram)

E : bobot cawan porselen (gram)

F : bobot cawan porselen berisi abu (gram)

- s. melakukan secara duplo kemudian menghitung nilai rata-ratanya.

3.4.2.4 Prosedur analisis protein kasar

Prosedur analisis protein kasar yaitu dengan cara:

- a. menimbang kertas saring (A), kemudian memasukkan sampel analisis sebanyak $\pm 0,1$ gram, selanjutnya menimbang kertas saring yang sudah berisi sampel analisis (B);
- b. melipat kertas saring;
- c. memasukkan kertas saring ke dalam labu *kjeldahl*, lalu menambahkan 5 ml H_2SO_4 pekat;
- d. menambahkan 0,2 gram katalisator;
- e. menyalakan alat destruksi untuk memulai proses destruksi, lalu mematikan alat destruksi apabila sampel berubah menjadi larutan berwarna jernih;
- f. mendinginkan sampai dingin di ruang asam;
- g. menambahkan 200 ml *aquadest*;
- h. menyiapkan 25 ml H_3BO_3 di dalam gelas *erlenmeyer*, kemudian meneteskan 2 tetes indikator, lalu memasukkan ujung alat kondensor ke dalam gelas *erlenmeyer* dalam posisi terendam, kemudian menyalakan alat destilasi;
- i. menambahkan 50 ml NaOH 45% ke dalam labu *kjeldahl*;
- j. mengamati larutan yang ada pada gelas *erlenmeyer*;
- k. mengangkat ujung alat kondensor yang terendam, apabila larutan menjadi 50 cc (150 ml), selanjutnya mematikan alat destilasi;
- l. membilas ujung alat kondensor dengan air suling menggunakan botol semprot;
- m. menyiapkan alat untuk titrasi, lalu mengisi buret dengan larutan HCL 0,1 N dan mengamati serta membaca angka pada buret (L_1), kemudian melakukan titrasi dengan perlahan, selanjutnya mengamati larutan yang terdapat pada gelas *erlenmeyer*;
- n. menghentikan titrasi apabila larutan berubah menjadi warna ungu, lalu mengamati dan membaca skala angka pada buret (L_2), selanjutnya menghitung

jumlah HCl 0,1 N yang digunakan ($L_1 - L_2$);

- o. melakukan kembali analisis tanpa menggunakan sampel analisis sebagai blangko;
- p. menghitung persentase nitrogen dengan menggunakan rumus :

$$N(\%) = \frac{[L_{\text{sampel}} - L_{\text{blanko}}] \times NHCl \times \frac{N}{1000}}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan :

N (%) : besarnya kandungan nitrogen (%)

L_{blanko} : volume titran untuk blangko (ml)

L_{sampel} : volume titran untuk sampel (ml)

NHCl : normalitas HCl 0,1N sebesar 0,1

N : berat atom nitrogen sebesar 14

A : bobot kertas saring biasa (gram)

B : bobot kertas saring biasa berisi sampel (gram)

- q. menghitung kadar protein kasar pada sampel dengan menggunakan rumus :

$$KP = N \times fp$$

Keterangan :

KP : kadar protein kasar (%)

N : kandungan nitrogen (%)

fp : angka faktor protein (nabati sebesar 6,25; hewani sebesar 5,56)

- r. melakukan analisis secara duplo, kemudian menghitung rata-rata kadar protein kasarnya.

3.4.2.5 Prosedur analisis lemak kasar

Prosedur analisis lemak kasar yaitu dengan cara:

- a. Memanaskan kertas saring biasa ($6 \times 6 \text{ cm}^2$) dalam oven 135°C selama 15 menit, kemudian mendinginkan kertas saring dalam desikator selama 15 menit;
- b. menimbang bobot kertas saring (**A**), kemudian menambahkan sampel analisis $\pm 0,1$ gram, selanjutnya menimbang bobot kertas saring yang telah ditambahkan sampel analisis (**B**);

- c. melipat kertas saring, kemudian memanaskan di dalam oven 135°C selama 2 jam, selanjutnya mendinginkan dalam desikator selama 15 menit, lalu menimbang bobotnya (**C**);
- d. memasukkan kertas saring ke dalam *soxhlet*, kemudian hubungkan *soxhlet* dengan labu didih;
- e. memasukkan 300 ml *pertoleum ether* atau *chloroform* ke dalam *soxhlet*, lalu menghubungkan *soxhlet* dengan kondensor, selanjutnya mengalirkan air ke dalam kondensor;
- f. mendidihkan selama 6 jam (dihitung mulai dari mendidih), selanjutnya mematikan alat pemanas dan menghentikan aliran air dalam kondensor;
- g. mengambil lipatan kertas saring yang berisi residu, lalu memanaskan kertas saring dalam oven 135°C selama 2 jam, kemudian dinginkan dalam desikator;
- h. menimbang bobot kertas saring berisi residu tersebut (**D**), kemudian menghitung kadar lemak dengan menggunakan rumus:

$$KL(\%) = \frac{(C-A)-(D-A)}{(B-A)} \times 100\%$$

Keterangan :

KL : kadar lemak (%)

A : bobot kertas saring (gram)

B : bobot kertas saring berisi sampel sebelum dipanaskan (gram)

C : bobot kertas saring berisi sampel setelah dipanaskan (gram)

D : bobot kertas saring berisi residu setelah dipanaskan (gram)

- i. melakukan secara duplo kemudian menghitung nilai rata-ratanya.

3.4.2.6 Perhitungan kadar bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN)

Kadar BETN dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$BETN = 100\% - (KA + KAb + KP + KL + KS)$$

Keterangan:

BETN : kadar bahan ekstrak tanpa nitrogen (%)

KA : kadar air (%)

Kab : kadar abu (%)

- KP** : kadar protein (%)
KL : kadar lemak (%)
KS : kadar serat kasar (%)

3.4.3 Persiapan kandang

Persiapan kandang yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu membersihkan lokasi kandang sebelum memulai penelitian. Kandang dibersihkan dengan cara menyapu area kandang sampai bersih. Tempat pakan dan tempat minum dicuci menggunakan air bersih dan sabun, kemudian dikeringkan. Selanjutnya, dilakukan penyemprotan desinfektan ke seluruh bagian kandang dan diamankan selama satu hari atau sampai kondisi kandang menjadi kering. Setelah itu, melakukan pengapuran kandang. Kandang diberi sekat yang membentuk 20 petak yang masing-masing berukuran 0,5 x 0,5m, masing-masing petak diisi 3 ekor ayam joper. Alas kandang diberi sekam padi sebagai *litter*, kemudian pemasangan tempat pakan dan tempat air minum.

3.4.4 Kegiatan penelitian

Kegiatan penelitian dilakukan selama 28 hari masa pemeliharaan. *Day Old Chick* (DOC) joper didapatkan dari daerah Metro 22 yang berasal dari persilangan ayam bangkok dan ras petelur dengan harga satuan 6000 rupiah/ekor. Kegiatan penelitian dimulai pada saat DOC joper dimasukkan ke dalam petak, yang terdiri dari 3 ekor ayam pada setiap petak. Kandang dilengkapi dengan lampu dan *gasolec*. Ransum basal tanpa suplementasi tepung maggot diberikan ke ayam sampai berumur 7 hari. Ransum perlakuan mulai diberikan saat ayam berumur 8–28 hari. Pengadukan ransum dilakukan selama seminggu sekali dalam bentuk *mash*. Setiap pukul 07.00 WIB dilakukan penimbangan sampel satu ekor ayam joper pada setiap petak untuk mengetahui pertambahan bobot badan harian. Selain itu, dilakukan pengukuran suhu dan kelembapan kandang. Pemberian

ransum dilakukan 3 kali sehari yaitu pada pukul 08.00, 16.00, dan 21.00 WIB, sedangkan pemberian air minum diberikan secara *ad libitum*. Pemberian vaksin dilakukan pada hari ke-4 menggunakan vaksin ND-IB, hari ke-15 menggunakan vaksin gumboro A, dan hari ke-20 menggunakan vaksin ND-clone.

3.4.5 Pengambilan sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan cara mengambil satu ekor ayam pada setiap petak kandang penelitian untuk dijadikan sampel pengambilan darah, sehingga terdapat 20 ekor ayam joper yang dilakukan pengambilan darah. Pengambilan sampel darah dilakukan pada hari ke-28. Tahapan pengambilan sampel darah ayam joper sebagai berikut.

- a. menyiapkan alat dan bahan;
- b. membaringkan ayam dalam kondisi tenang;
- c. menahan kepala ayam ke satu sisi dan membuka sayap;
- d. membersihkan bagian kulit terlebih dahulu menggunakan kapas yang telah dibasahi alkohol;
- e. mengambil sampel darah dengan cara menusukkan jarum di bawah sayap tepatnya pada bagian *vena pectoralis* menggunakan *sprit* 1 ml (Martoenus dan Djatmikowati, 2015);
- f. memasukkan darah ke dalam tabung darah yang mengandung EDTA untuk menghindari pembekuan darah;
- g. menulis identitas sampel pada setiap tabung EDTA;
- h. menyimpan sampel darah dalam *cooling box* sampai dilakukan analisis;
- i. mengirimkan sampel darah ke Laboratorium Patologi, Balai Veteriner Lampung untuk pembuatan preparat apus;
- j. mengirimkan sampel darah dan preparat apus ke Laboratorium Fisiologi Reproduksi Ternak, Jurusan Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung untuk dianalisis total leukosit, heterofil, eosinofil, basofil, limfosit, dan monosit.

3.4.6 Analisis sampel

Analisis sampel darah untuk mengetahui total leukosit, heterofil, eosinofil, basofil, limfosit, dan monosit menggunakan langkah-langkah sebagai berikut.

3.4.6.1 Perhitungan total leukosit

Menurut Agustyas *et al.* (2014), perhitungan total leukosit sebagai berikut:

- a. menghisap sampel darah menggunakan pipet thoma leukosit dengan bantuan aspirator sampai tanda 0,5, lalu membersihkan ujung pipet dengan tisu;
- b. menghisap larutan turk menggunakan pipet thoma leukosit dengan bantuan aspirator sampai tanda 11, kemudian melepaskan pipa aspirator;
- c. menutup kedua ujung pipet menggunakan ibu jari dan jari telunjuk, selanjutnya mengocok pipet dengan membentuk gerakan angka 8;
- d. membuang 3–4 tetes cairan, lalu masukkan cairan yang sudah terkocok ke dalam kamar hitung *improved neubauer* dan biarkan mengendap;
- e. menghitung butir leukosit menggunakan mikroskop pada pembesaran 40 kali;
- f. menghitung leukosit dalam kamar hitung *improved neubauer* secara zig-zag menggunakan kotak leukosit yang berjumlah 4 buah dari 9 bidang kotak utama yang terdiri atas satu kotak pojok kanan atas, satu kotak pojok kiri atas, satu kotak pojok kiri bawah, dan satu kotak pojok kanan bawah, setiap satu kotak berisikan 16 buah petak;
- g. jumlah leukosit yang didapat dari hasil pengamatan dengan mikroskop dikalikan 50 untuk mengetahui jumlah leukosit setiap 1 mm³ darah;
- h. menghitung jumlah leukosit dapat menggunakan rumus dibawah ini.

$$\text{Jumlah leukosit} = \frac{\text{Total sel yang dihitung}}{\text{Volume yang dihitung } (\mu\text{L})} \times \text{faktor pengencer}$$

3.4.6.2 Perhitungan differensial leukosit

Perhitungan diferensial leukosit yaitu dengan cara:

- a. mengambil sampel darah untuk membuat preparat apus pada *object glass*;

- b. memberi kode sampel pada *object glass*;
- c. menaruh preparat apus di dalam *staining tray*;
- d. merendam preparat apus di larutan metanol selama 2 menit, lalu merendam preparat apus di larutan eosin selama 30 detik, kemudian merendam preparat apus di larutan *methylene blue* selama 30 detik;
- e. membilas *object glass* dengan air mengalir dan menunggu sampai kering;
- f. menyalakan mikroskop dengan menekan tombol ON;
- g. menghitung jumlah diferensial leukosit secara zig-zag sampai jumlah total 100 butir leukosit.

3.4.7 Analisis data

Data profil darah disusun dalam bentuk tabulasi sederhana dan histogram untuk dianalisis secara deskriptif yaitu membandingkan nilai rata-rata hasil pemeriksaan dengan tolak ukur normal total leukosit dan diferensial leukosit (heterofil, eosinofil, basofil, limfosit, dan monosit) darah ayam joper yang diberi suplementasi tepung maggot *Black Soldier Fly* (BSF).

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Pemberian suplementasi tepung maggot *Black Soldier Fly* (BSF) dalam ransum tidak ada pengaruh terhadap total leukosit dan diferensial leukosit (heterofil, eosinofil, basofil, limfosit, dan monosit) darah ayam joper, namun mampu mempertahankan total leukosit dan diferensial leukosit dalam kondisi normal.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini, penulis menyarankan untuk mengganti pakan komersil dengan pakan buatan sendiri untuk mengetahui tingkat penggunaan suplementasi tepung maggot pada masa pemeliharaan ayam joper fase *starter*.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriyanti, R., I. Mangisah, dan V.D. Yuniarto. 2019. Nilai pencernaan nutrisi broiler akibat penambahan *Lactobacillus sp.* dalam ransum yang mengandung mikropartikel cangkang telur. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*. 14(2):215-221.
- Agustyas, T., R.A. Putu, Oktafani, dan R. Fidha. 2014. Penuntun Praktikum Patologi Klinik. Fakultas Kedokteran. Universitas Lampung.
- Astuti, A.T.B., Santi, dan M. Arfan. 2020. Respon pemberian pakan maggot *Black Soldier Fly (Hermetia illucens)* terhadap kualitas karkas dan non karkas ayam kampung super. *Agrovital: Jurnal Ilmu Pertanian*. 5(2):65-67.
- Aulia, R., Sugito, M. Hasan, T. F. Karmil, Gholib, dan 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*. 11(2):93-99.
- Auza, F.A., S. Purwanti, J.A. Syamsu, and A. Natsir. 2020. Antibacterial activities of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens. l*) extract towards the growth of *Salmonella typhimurium*, *E. coli* and *Pseudomonas aeruginosa*. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 492(1):1-6.
- Bacha, L.M. and W.J. Bacha. 2000. Color Atlas of Veterinary Histology. Edisi ke-2. Lippincot Williams dan Wilkins. New York.
- Bosch, G., S. Zhang, G.A.B.O. Dennis, and H.H. Wouter. 2014. Protein quality of insects as potential ingredients for dog and cat foods. *Journal of Nutritional Science*. 3(1):1-4.
- Cahyaningsih, U., H. Malichatin, dan Y.E. Hediarto. 2007. Diferensial leukosit pada ayam setelah diinfeksi *Eimeria tenella* dan pemberian serbuk kunyit (*Curcuma domestica*) dosis bertingkat. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. IPB. Bogor.
- Choi, W.H., J.H. Yun, J.P. Chu, and K.B. Chu. 2012. Antibacterial effects of extract of *Hermetia illucens* (Diptera: *Stratiomyidae*) larvae against Gram-negative bacteria. *Journal Entomological Research*. 42(5):219-226.

- Cickova, H., G. L. Newton., R. C. Lacy, dan M. Kozánek. 2015. The use of fly larvae for organic waste treatment. *Waste Management*. 35(2):68-80.
- Clark, P., W. Boardman, and S.R. Raidal. 2009. Atlas of Clinical Avian Hematology. Edisi ke-3. Wiley-Blackwell. USA.
- Deplancke, B. and H.R. Gaskins. 2001. Microbial modulation of innate defense: Goblet cells and the intestinal mucus layer. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 73(6):1131-1141.
- Dharmawan, N.S. 2002. Pengantar Patologi Klinik Veteriner (Hematologi Klinik). Pelawa Sari. Denpasar.
- Diener, S., C. Zurbrugg, and T. Tockner. 2009. Conversion of organic material by BSF larvae-establishing optimal feeding rates. *Waste Management and Research*. 27(1):603-610.
- Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. 2021. Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan 2021. Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Effendi, Z. 2003. Peranan Leukosit sebagai Anti-inflamasi Alergik dalam Tubuh. Bagian Histologi Fakultas Kedokteran. USU. Medan.
- El-Sharif, A.A. and M.H.M. Hussain. 2011. Chitosan-EDTA new combination is a promising candidate for treatment of bacterial and fungal infections. *Current Microbiology*. 62(3):739-745.
- Fahmi, M.R., S. Hem, dan I.W. Subamia. 2007. Potensi maggot sebagai salah satu sumber protein pakan ikan. Prosiding Seminar Nasional Hari Pangan Sedunia XXVII. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Bogor.
- Fathul, F., Liman, N. Purwaningsih, dan S. Tantalo. 2019. Pengetahuan Pakan dan Formulasi Ransum. Edisi ke-4. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Feldman, B.F., J.G. Zinkl, and N.C. Jain. 1995. Schalm's Veterinary Hematology. Edisi ke-5. Lippincot Williams dan Wilkins. New York.
- Frandsen, R.D. 1992. Anatomi dan Fisiologi Ternak. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Frandsen, R.D., W.L. Wilke, and A.D. Fails. 2009. Anatomy and Physiology of Farm Animal. Edisi ke-7. Willey-Blackwell. Iowa.
- Ginting. 2015. Sukses Beternak Ayam Ras Petelur dan Pedaging. Pustaka Mina. Jakarta.

- Guyton, A.C. 1996. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Edisi ke-7. Bagian I. Terjemahan: Ken Ariata Tengadi. EGC. Jakarta.
- Guyton, A.C. dan J.E. Hall. 1997. Fisiologi Kedokteran. Terjemahan: Irawati, Ken Ariata Tengadi, dan Alex Santoso. EGC. Jakarta.
- Harahap, R.A. 2014. Profil Darah Ayam Broiler Periode *Finisher* yang Diberi Pakan Plus Formula Herbal. Skripsi. IPB. Bogor.
- Hernawati, R.D., Triyanto, dan Murwantoko. 2013. Studi pengaruh karboksimetil kitosan terhadap sistem pertahanan tubuh non-spesifik pada ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Sain Veteriner*. 31(1):66-78.
- Hodges, R.D. 1977. Normal Avian (Poultry) Haematology. Blackwell Scientific. Oxford.
- Hoffbrand, V. 2006. At a Glance Hematology. EMS. Jakarta.
- Huis, A.V. 2013. Potential of insects as food and feed in assuring food security. *Annual Review of Entomology*. 58(1):563-583.
- Irawan, A.C., D.A. Astuti, I.W.T. Wibawan, and W. Hermana. 2020. Supplementation of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) on productivity and blood hematology. *Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan*. 30(1):50-68.
- Kaleka, N. 2015. Beternak Ayam Kampung Super Ayam Jawa Super Tanpa Bau. Arcitra. Yogyakarta.
- Kastalani, M.E. Kusuma, Herlinae, dan Yemima. 2021. Pengaruh penambahan pakan berbahan dasar maggot dan dedak padi pada pakan basal terhadap bobot hidup, karkas dan giblet ayam broiler. *Ziraa 'ah*. 46(1):44-52.
- Khan, W.A., A. Khan, A.D. Anjum, and Z.U. Rehman. 2002. Effects of induced heat stress on haematological values in broiler chicks. *International Journal of Agriculture and Biology*. 4(1):44-45.
- Kobayashi, S., Y. Terashima and H. Itoh. 2006. The effects of dietary chitosan on liver lipid concentrations in broiler chickens treated with propylthiouracil. *The Journal of Poultry Science*. 43(2):162-166.
- Kresno, S. B. 2001. Imunologi Diagnosis dan Prosedur Laboratorim. Balai Penerbit Fakultas Kedokteran. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Latimer, K.S. 2011. Duncan and Prasses's Veterinary Laboratory Medicine: Clinical Pathology. Edisi ke-5. John Willey dan Son Inc. West Sussex.

- Leni, F. 2006. Diferensial Leukosit Ayam yang Telah Terinfeksi *Eimeria tenella* setelah Pemberian Infusa Meniran (*Phyllanthus niruri Linn*) melalui Air Minum dengan Dosis Bertingkat. Skripsi. IPB. Bogor.
- Li, Q., L. Zheng, N. Qiu, H. Cai, J.K. Tomberlin, and Z. Yu. 2011. Bioconversion of dairy manure by Black Soldier Fly (Diptera: *Stratiomyidae*) for biodiesel and sugar production. *Waste Management*. 31(3):1316-1320.
- Li, X., M. Min, N. Du, Y. Gu, T. Hode, M. Naylor, D. Chen, R.E. Nordquist, and W.R. Chen. 2013. Chitin, chitosan, and glycated chitosan regulate immune responses: The novel adjuvants for cancer vaccine. *Journal of Clinical and Developmental Immunology*. 12(1):1-8.
- Lokapirnasari, W. P. dan A. B. Yulianto. 2014. Gambaran sel eosinofil, monosit, dan basofil setelah pemberian spirulina pada ayam yang diinfeksi virus Flu Burung. *Jurnal Veteriner*. 15(4):499-505.
- Lubis, B.S., I.B.K. Ardana, dan Siswanto. 2021. Total leukosit dan diferensial leukosit ayam pedaging yang diberi tepung belatung sebagai pakan tambahan ransum. *Indonesia Medicus Veterinus*. 10(6):877-886.
- Martoenus, A. dan T.F. Djatmikowati. 2015. Teknik Pengambilan Darah pada Beberapa Hewan. *Diagnosa Veteriner*. 14(1):1-7.
- Mayes, P.A., R.K. Murray, D.K. Granner, dan V.W. Rodwell. 1997. Biokimia Haper. Edisi ke-24. Buku Kedokteran. Jakarta.
- Munandar, A. dan V.J. Pramono. 2014. Produksi *crude aspergillus fermentation extract* untuk meningkatkan kualitas bahan pakan sebagai pemacu produktivitas ayam kampung super. *Jurnal Sains Veteriner*. 32(2):199-204.
- Nur, I., Asnani, dan K. Ma'ruf. 2018. Pengaruh suplementasi kitin dari kulit udang terhadap profil darah ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Sains dan Inovasi Perikanan*. 2(2):69-75.
- Rambet, V., J.F. Umboh, Y.L.R. Tulung, dan Y.H.S. Kowel. 2016. Kecernaan protein dan energi ransum broiler yang menggunakan tepung maggot (*Hermetia illucens*) sebagai pengganti tepung ikan. *Jurnal Zootek*. 36(1):13-22.
- Razdan, A. and D. Pettersson. 1994. Effect of chitin and chitosan on nutrient digestibility and plasmalipid concentrations in broiler chickens. *British Journal on Nutrition*. 72(2):277-288.
- Reddy, V.R., V.R. Reddy, and S. Quadratullah. 1996. Squilla a level animal protein: can it be used as a complete substitute for fish in poultry ration. *Feed International*. 17(3):18-20.

- Roeswandono, L.D.K. Wardhani, dan D.A. Kartikasari. 2021. Pengaruh penambahan tepung *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*) dalam pakan komersil terhadap performans, kadar protein dan kadar lemak ayam kampung jantan. *Jurnal Ilmiah Filia Cendekia*. 6(2):88-95.
- Rokhmana, L.D., I. Estiningdriati, dan W. Murningsih. 2013. Pengaruh penambahan bangle (*Zingiber cassumunar*) dalam ransum terhadap bobot absolut bursa fabrisius dan rasio heterofil limfosit ayam broiler. *Animal Agriculture Journal*. 2(1):362-369.
- Sahara, E., S. Sandi, dan F. Yosi. 2020. Chitosan inhibition test against *E. coli* and digestibility of the ration in the in-vitro method. *Jurnal Pendidikan Matematika dan IPA*. 11(2):230-242.
- Sánchez-Muros, M.J., F.G. Barroso, and F. Manzano-Agugliaro. 2013. Insect meal as renewable source of food for animal feeding: A review. *Journal of Cleaner Production*. 65(1):16-27.
- Saputro, B., P.E. Santoso dan T. Kurtini. 2013. Pengaruh cara pemberian vaksin ND live pada broiler terhadap titer antibodi, jumlah sel darah merah dan sel darah putih. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*. 2(3):43-48.
- Senel, S. and S.J. McClure. 2014. Potential applications of chitosan in veterinary medicine. *Advanced Drug Delivery Reviews*. 56(10):1467-1480.
- Shaffira, M.R., A.A. Candra, dan Y. Priabudiman. 2020. Aplikasi imbuhan tepung daun sirih (*Piper betle* Linn) dalam pakan pada ayam joper. *Jurnal Peternakan Terapan (PETERPAN)*. 2(1):16-21.
- Sinurat, A.P. 2000. Penyusunan Ransum Ayam Buras dan Itik. *Pelatihan Proyek Pengembangan Agribisnis Peternakan*. Dinas Peternakan DKI Jakarta.
- Sturkie, P.D. 1998. *Avian Physiology*. Edisi ke-5. Springer Verlag. New York.
- Suherman, B., M. Latif, dan S.T.R. Dewi. 2018. Potensi kitosan kulit udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) sebagai antibakteri terhadap *Staphylococcus epidermidis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Propionibacterium agnes*, dan *Escherichia coli* dengan metode difusi cakram kertas. *Media Farmasi*. 14(1):116-127.
- Supartini, N. dan S. Sumarno. 2011. Tepung ubi sebagai sumber energi pakan dalam upaya peningkatan kualitas karkas ayam pedaging. *Buana Sains*. 10(2):115-120.
- Suprijatna, E., U. Atmomarsono, dan R. Kartasudjana. 2005. *Ilmu Dasar Ternak Unggas*. Penebar Swadaya. Jakarta.

- Suzanti, Y. 2006. Sel Eosinofil dalam Jaringan dan Perifer pada Ayam yang diinfeksi dengan *Eimeria tenella* setelah Pemberian Rebusan Rimpang Teki (*Cyperus rotundus L.*). Skripsi. IPB. Bogor.
- Svendsen, P. 1974. An Introduction to Animal Physiology. The Avi Publishing Company, Inc. Western Connecticut. USA.
- Swastirani, A. dan H.Z. Nadira. 2022. Pengaruh kitosan-gelfoam kulit kakao terhadap angiogenesis pasca ekstraksi gigi pengguna antikoagulan. *E-Prodenta Journal of Dentistry*. 6(1):573-581.
- Tamzil, M.H., M. Ichsan, N.S. Jaya, and M. Taqiuddin. 2015. Growth rate, carcass weight and percentage weight of carcass parts of laying type cockerels, kampung chicken and arabic chicken in different ages. *Pakistan Journal of Nutrition*. 14(7):377-382.
- Tan, J., T.J. Applegate, S. Liu, Y. Guo, and S.D. Eicher. 2014. Supplemental dietary L-arginine attenuates intestinal mucosal disruption during a coccidial vaccine challenge in broiler chickens. *British Journal of Nutrition*. 112(7): 1098-1109.
- Tizard, I.R. 1982. Pengantar Imunologi Veteriner. Edisi ke-2. Penerjemah: M. Partodiredjo. Airlangga University Press. Surabaya.
- Tomberlin, J.K. and D.C. Sheppard. 2002. Factors influencing mating and oviposition of *Black Soldier Flies* (Diptera: *Stratiomyidae*) in a colony. *Journal Entomology Science*. 37(1):345-352.
- Veldkamp, T.G., A.V. Duinkerken, A.V. Huis, C.M.M. Lakemond, E. Ottevanger, G. Bosch, and V. Boekel. 2012. Insects as a sustainable feed ingredient in pig and poultry diets : a feasibility study. Wageningen UR Livestock Research. Netherlands.
- Wardhana, A. H. 2016. *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*) sebagai sumber protein alternatif untuk pakan ternak. *WARTAZOA*. 26(2):69-78.
- Wulandari, S., E. Kusumanti, dan Isroli. 2014. Jumlah total leukosit dan diferensial leukosit ayam broiler setelah penambahan papain kasar dalam ransum. *Animal Agriculture Journal*. 3(4):517-522.
- Yalcinkaya, I., T. Gungor, M. Basalan, and E. Erdem. 2008. Mannan oligosaccharides (MOS) from *Saccharomyces cerevisiae* in broilers: effects on performance and blood chemistry. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 32(1):43-48.
- Yaman, M.A. 2010. Ayam Kampung Unggul. Edisi ke-1. Penebar Swadaya. Jakarta.

Yaneva, Z., D. Ivanova, N. Nikolova, and M. Tzanova. 2020. The 21st century revival of chitosan in service to bio-organic chemistry. *Biotechnology and Biotechnological Equipment*. 34(1):221-237.

Yusriani, Y. 2013. Kebutuhan pakan untuk ayam kampung. *Serambi Pertanian*. 7(3):1-2.