

**HEMATOLOGI, MALONDEALDEHIDA PLASMA DARAH, DAN
BOBOT ORGAN LIMFOID BROILER YANG DIBERI RANSUM
MENGANDUNG BIJI KETUMBAR (*Coriandrum sativum L.*)**

SKRIPSI

ALFIAN ABDULLAH CHAERUL UMAM



**DEPARTEMEN ILMU NUTRISI DAN TEKNOLOGI PAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2012**

RINGKASAN

Alfian Abdullah Chaerul Umam. D24070265. 2012. Hematologi, Malondealdehida Plasma Darah, dan Bobot Organ Limfoid Broiler yang Diberi Ransum Mengandung Biji Ketumbar (*Coriandrum sativum L.*). Skripsi. Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor.

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Rita Mutia, M. Agr.

Pembimbing Anggota : Ir. Widya Hermana, M.Si.

Biji ketumbar (*Coriandrum sativum L.*) berpotensi sebagai bahan pakan, karena banyak mengandung berbagai macam mineral dan vitamin sebagai nutrisi yang dibutuhkan ternak. Minyak esensial (atsiri) yang dikandung biji ketumbar dapat meningkatkan palatabilitas makanan dan sebagai stimulan atau penguat organ pencernaan, sehingga dapat meningkatkan nafsu makan. Khasiat lainnya dari minyak atsiri adalah sebagai antibakteri, sehingga meningkatkan daya tahan tubuh dari serangan penyakit. Komponen-komponen tersebutlah yang menjadikan biji ketumbar memiliki potensi sebagai rempah biji tanaman yang bernilai medis.

Sebanyak 120 ekor (DOC) broiler komersial (Cobb CP 707) dibagi ke dalam empat perlakuan dengan tiga ulangan (10 ekor/ulangan). Biji ketumbar yang dipilih yaitu bulat dan berwarna kuning kecokelatan. Ransum perlakuan dengan taraf penggunaan biji ketumbar 0% (R0), 1% (R1), 2% (R2), dan 3% (R3). Komposisi nutrisi ransum sesuai kebutuhan dan diberikan *ad libitum* pada broiler periode *starter* (21 hari) dan *finisher* (14 hari) dalam bentuk *crumble*. Peubah yang diamati adalah hematologi, malondealdehida plasma darah, dan persentase bobot organ limfoid yang terdiri dari limpa, bursa fabrisius, dan timus. Peubah hematologi terdiri dari jumlah eritrosit, jumlah leukosit, persentase heterofil, persentase limfosit, persentase hematokrit, kadar hemoglobin, *mean corpuscular volume* (MCV), dan *mean corpuscular hemoglobin concentration* (MCHC). Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dan pengaruh perlakuan terhadap peubah dilakukan analisis ragam (ANOVA), serta uji lanjut polinomial ortogonal digunakan untuk perlakuan yang berpengaruh nyata ($p < 0,05$ atau $p < 0,01$) terhadap peubah.

Penggunaan biji ketumbar taraf 1%-3% dalam ransum menghasilkan MVC ($p < 0,05$) lebih rendah dan persentase bobot timus ($p < 0,01$) lebih tinggi dari kontrol. Taraf 2%-3% dalam ransum meningkatkan konsumsi ($p < 0,05$) periode *starter*. Taraf 2% dalam ransum menghasilkan persentase bobot bursa fabrisius ($p < 0,05$) dan persentase limfosit lebih tinggi, serta persentase heterofil ($p < 0,05$) lebih rendah dari kontrol. Penggunaan 2% biji ketumbar dalam ransum merupakan proporsi paling ideal, karena khasiat minyak atsiri sebagai stimulan dapat merangsang organ pencernaan untuk meningkatkan konsumsi. Hal ini tentu akan meningkatkan proporsi nutrisi seperti energi, protein (asam amino), mineral, dan vitamin. Semua nutrisi ini diperlukan sebagai bahan baku untuk menjaga ukuran eritrosit, perkembangan, dan pertumbuhan organ limfoid primer (timus dan bursa fabrisius), dalam mengontrol keseimbangan produksi limfosit dengan heterofil sebagai sel imun dalam sirkulasi darah. Biji ketumbar tidak memperlihatkan khasiatnya terhadap peubah lainnya, karena faktor negatif terhadap peubah tidak dalam tingkat yang tinggi. Artinya suhu lingkungan pemeliharaan $26,27 \pm 3,91$ °C menghasilkan tingkat stres yang sedang.

Kata kunci: biji ketumbar, broiler, hematologi, malondealdehida, organ limfoid

ABSTRACT

Hematological Parameters, Malondealdehyde Values and Lymphoid Organs Weight of Broiler Fed Coriander Seed (*Coriandrum sativum L.*) in the Diet

Umam, A. A. C., R. Mutia, and W. Hermana

This study was conducted to determine the effect of different levels of coriander seed in diet on hematological parameters, malondealdehyde values and lymphoid organs weight in broilers. One hundred and twenty (DOC) commercial broiler chicks (Cobb; CP 707) were randomly assigned to four dietary treatments with three replicate pens (ten birds/pen). Birds were fed experimental diets containing 0% (R0), 1% (R1), 2% (R2), and 3% (R3) coriander seeds respectively. Feed and water were provided *ad libitum* during the experiment. Parameters were observed at the end of the study (35 days of age) which includes hematological parameters (hemoglobin concentration (HB;g/100ml), packed cell volume (PVC%), red blood cell count (RBC; $10^6/\text{mm}^3$), mean corpuscular hemoglobin concentration (MCHC%), mean corpuscular volume (MCV;fl), white blood cell count (WBC; $10^3/\text{mm}^3$), hetrophils percentage and lymphocytes percentage, malondealdehyde values (MDA; $\eta\text{g/ml}$), and lymphoid organs (thymus, bursa of fabricius, and spleen) weight percentage in broilers. Results showed that final mean corpuscular volume (MCV) and hetrophils percentage were ($p<0.05$) lower in 2% (R2) coriander seed than other groups. Thymus weight percentage was ($p<0.01$) higher in 2% (R2) coriander seed than control groups. Bursa of fabricius weight percentage, lymphocytes percentage, and feed intake (starter) were ($p<0.05$) higher in 2% (R2) coriander seed than other groups. There were no significant difference ($p>0.05$) for hematological parameters, malondealdehyde values and spleen weight percentage among the treatments. It could be concluded that the inclusion of coriander seeds at level of 2% have positive effect on mean corpuscular volume (MCV), feed intake (starter), and immune system in tropical condition (temperature 26.27 ± 3.91 °C).

Key words: broiler, Coriander seed, hematological parameters, malondealdehyde values, lymphoid organs

**HEMATOLOGI, MALONDEALDEHIDA PLASMA DARAH, DAN
BOBOT ORGAN LIMFOID BROILER YANG DIBERI RANSUM
MENGANDUNG BIJI KETUMBAR (*Coriandrum sativum L.*)**

ALFIAN ABDULLAH CHAERUL UMAM

D24070265

Skripsi sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Peternakan pada
Fakultas Peternakan
Institut Pertanian Bogor

**DEPARTEMEN ILMU NUTRISI DAN TEKNOLOGI PAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2012**

Judul : Hematologi, Kadar Malondealdehida (MDA) Plasma Darah, dan Bobot Organ Limfoid Broiler yang Diberi Biji Ketumbar (*Coriandrum sativum L.*) dalam Ransum

Nama : Alfian Abdullah Chaerul Umam

NIM : D24070265

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Ir. Rita Mutia, M. Agr.
NIP. 19630917 198803 2 001

Pembimbing Anggota,



Ir. Widya Hermana, M.Si.
NIP. 19680110 199203 2 001



Mengetahui:
Ketua Departemen
Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan



Dr. Ir. Idat Galih Permana, M.Sc.
NIP. 19670506 199103 1 001

Tanggal Ujian : 17 April 2012

Tanggal Lulus : 24 MAY 2012

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 28 Desember 1988 di Bogor, Jawa Barat. Penulis adalah anak kedua dari empat bersaudara dari pasangan Bapak H. Asep Ulil Albab dan Ibu Hj. Latifah. Penulis mengawali pendidikan dasar di SDI Darul Ihya Bogor (1995). Pendidikan lanjutan tingkat pertama di SMP Insan Kamil Bogor (2001). Pendidikan lanjutan tingkat atas di SMT Penerbangan Angkasa Bogor (2004), jurusan *Airoframe and Power Plant Technology*.



Penulis berkesempatan magang di *Garuda Maintenance Facility* (GMF) Cengkareng, Tangerang (2007). Penulis diterima di Institut Pertanian Bogor melalui jalur Seleksi Penerimaan Mahasiswa Baru (SPMB) pada tahun 2007 dan diterima di Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan pada tahun 2008.

Penulis aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Nutrisi dan Makanan Ternak (HIMASITER) sebagai anggota (2008), sebagai Ketua Biro Kewirausahaan (2009), dan sebagai anggota Badan Pengawas Himpro (2010). Penulis termasuk anggota *Building Entrepreneur Student* (BEST) Program (2010). Penulis juga aktif dalam kegiatan kepanitian yang diselenggarakan BEM dan HIMASITER. Penulis berkesempatan magang di Misi Teknik Taiwan, University Farm, Cikarawang, Bogor (2009). Penulis termasuk kontingen cabang Futsal dan Basket Fakultas Peternakan IPB pada Olimpiade Mahasiswa IPB, serta kontingen futsal pada kejuaraan Fapet Cup, Fakultas Peternakan Se-Indonesia (2009) sebagai *runner-up*. Penulis merupakan pemenang pertama *Busines Challenge* dengan ide bisnis “D’Grass: Kaos Sablon dengan Desain Inspiratif Peternakan” yang diadakan BEM Fapet IPB (2010), Program Kreativitas Mahasiswa bidang kewirausahaan dengan judul “Kaos Sablon dengan Desain Inspiratif Peternakan (Kakandangan)” yang didanai tahun 2011, dan sebagai Tentor Program Kreativitas Mahasiswa bidang penelitian dengan judul “Pengaruh Suplementasi Mineral Zink (Zn) dalam Ransum Terhadap Peforma dan Kadar Amonia Eksreta Broiler” yang didanai tahun 2012.

Bogor, Mei 2012

Alfian Abdullah Chaerul Umam
D24070265

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi ini. Sholawat serta salam semoga tercurah kepada Nabi Besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan para pengikutnya hingga akhir zaman.

Skripsi ini berjudul “Hematologi, Malondealdehida Plasma Darah, dan Bobot Organ Limfoid Broiler yang Diberi Ransum Mengandung Biji Ketumbar (*Coriandrum sativum L.*)”. Penelitian dilakukan selama 3 bulan (Agustus-Oktober) di tahun 2011. Lokasi pemeliharaan bertempat di Kandang Unggas Laboratorium Lapangan Ilmu Produksi Ternak Unggas, pengukuran organ limfoid di Laboratorium Nutrisi Ternak Unggas (Fapet, IPB), dan analisis peubah hematologi dan kadar malondealdehida di Laboratorium Farmakologi dan Fisiologi (FKH, IPB).

Biji ketumbar (*Coriandrum sativum L.*) berpotensi sebagai bahan pakan, karena mengandung berbagai macam mineral dan vitamin. Biji ketumbar juga memiliki kandungan minyak esensial yang berkhasiat sebagai peningkat nafsu makan dan antibakteri patogen. Komponen-komponen tersebutlah yang menjadikan biji ketumbar memiliki potensi sebagai rempah biji tanaman yang bernilai medis. Penggunaan biji ketumbar dengan taraf tertentu dalam ransum broiler adalah sebagai bahan pakan. Taraf penggunaan dalam ransum ini diharapkan selain mencukupi asupan nutrien, juga mampu meningkatkan imunitas, dan mengurangi dampak stres akibat suhu lingkungan, sekaligus bernilai ekonomi tinggi terhadap produksi broiler pada pemeliharaan tropis.

Skripsi ini semoga dapat bermanfaat sebagai sumber informasi. Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah ikut berperan serta, sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.

Bogor, Mei 2012

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
ABSTRAK	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
RIWAYAT HIDUP	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan	2
TINJAUAN PUSTAKA	3
Klasifikasi dan Morfologi Tanaman Ketumbar (<i>Coriandrum sativum L.</i>)	3
Biji Ketumbar (<i>Coriandrum sativum L.</i>)	4
Kandungan Kimia dan Khsiat	4
Beberapa Penelitian Tentang Biji Ketumbar	6
Ayam Broiler	6
Respon Fisiologis Akibat Suhu Lingkungan Panas	8
Organ Limfoid	9
Stress Oksidatif	11
Hematologi	12
Hematokrit	13
Eritrosit	13
Hemoglobin	14
Leukosit	14
Heterofil	15
Limfosit	16
MATERI DAN METODE	17
Lokasi dan Waktu	17
Materi	17
Prosedur	17
Pemilihan Biji Ketumbar	17
Tahap Pembuatan Ransum dan Ransum Penelitian	17
Pengambilan Sampel Darah	19
Persentase Hematokrit	19

Kadar Hemoglobin	19
Jumlah Eritrosit	19
<i>Mean Corpuscular Volume</i> (MCV) dan <i>Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration</i> (MCHC)	20
Jumlah Leukosit	20
Deferensiasi Leukosit: Persentase Heterofil dan Limfosit.....	21
Perhitungan Kadar Malondealdehida Plasma Darah	21
Pengukuran Persentase Bobot Organ Limfoid	22
Rancangan dan Analisis Data	22
Perlakuan	22
Peubah	22
Rancangan	22
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
Biji Ketumbar Sebagai Pakan	24
Peforma	25
Hematologi	27
Hematokrit	28
Eritrosit	29
<i>Mean Corpuscular Volume</i> (MCV)	30
Hemoglobin	32
<i>Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration</i> (MCHC)	33
Leukosit	34
Heterofil	35
Limfosit	36
Organ Limfoid	37
Timus	37
Bursa Fabrisius	38
Bahasan Mengenai Timus dan Bursa Fabrisius	39
Limpa	40
Kadar Malondealdehida (MDA) Plasma Darah	41
Evaluasi Penggunaan Biji Ketumbar dalam Ransum	42
KESIMPULAN DAN SARAN	43
Kesimpulan	43
Saran	43
UCAPAN TERIMA KASIH	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	49

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1	Komposisi Nutrien Per 100 Gram Biji Ketumbar (as fed)	5
2	Standard Pertumbuhan Ayam Broiler CP 707	7
3	Kebutuhan Nutrien Broiler (High Nutrient Density Diet)	7
4	Perbandingan Produksi Panas Tubuh dan Kalkulasi Temperatur Lingkungan yang Nyaman untuk Broiler Jantan dan Bertina pada Tahun 1970 dan 2004	8
5	Peforma Broiler yang Dipelihara pada Suhu Kandang yang Berbeda ...	9
6	Hematologi Normal Broiler	12
7	Hematologi Broiler pada Kondisi Temperatur Lingkungan yang Berbeda	12
8	Komposisi Bahan dan Nutrien Ransum Penelitian	18
9	Komposisi Nutrien Biji Ketumbar (as fed)	24
10	Performa Broiler Umur 5 Minggu	25
11	Persentase Bobot Organ Timus, Bursa Babriusius, dan Limpa Broiler Umur 5 Minggu	37
12	Kadar Malondealdehida (MDA) Plasma Darah Broiler Umur 5 Minggu	41
13	Biaya Penggunaan Biji Ketumbar dalam Ransum Terhadap Pertambahan Bobot Badan Broiler Umur 5 Minggu	42

DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
1	Morfologi Tanaman Ketumbar (<i>Coriandrum sativum L.</i>)	3
2	Persentase Hematokrit Broiler Umur 5 Minggu yang Diberi Ransum Mengandung Biji Ketumbar (<i>Coriandrum sativum L.</i>) Taraf 0% (R0), 1% (R1), 2% (R2), dan 3% (R3)	28
3	Jumlah Eritrosit Broiler Umur 5 Minggu yang Diberi Ransum Mengandung Biji Ketumbar (<i>Coriandrum sativum L.</i>) Taraf 0% (R0), 1% (R1), 2% (R2), dan 3% (R3).....	29
4	Grafik Hubungan Taraf Penggunaan Biji Ketumbar 0% (R0), 1% (R1), 2% (R2), dan 3% (R3) dalam ransum terhadap <i>Mean Corpuscular Volume</i> (MCV) Broiler Umur 5 Minggu	30
5	Kadar Hemoglobin Broiler Umur 5 Minggu yang Diberi Ransum Mengandung Biji Ketumbar (<i>Coriandrum sativum L.</i>) Taraf 0% (R0), 1% (R1), 2% (R2), dan 3% (R3)	32
6	<i>Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration</i> (MCHC) Broiler Umur 5 Minggu yang Diberi Ransum Mengandung Biji Ketumbar (<i>Coriandrum sativum L.</i>) Taraf 0% (R0), 1% (R1), 2% (R2), dan 3% (R3)	33
7	Jumlah Leukosit Broiler Umur 5 Minggu yang Diberi Ransum Mengandung Biji Ketumbar (<i>Coriandrum sativum L.</i>) Taraf 0% (R0), 1% (R1), 2% (R2), dan 3% (R3)	34
8	Diagram Hubungan Taraf Penggunaan Biji Ketumbar 0% (R0), 1% (R1), 2% (R2), dan 3% (R3) dalam Ransum Terhadap Persentase Heterofil Broiler Umur 5 Minggu	35
9	Diagram Hubungan Taraf Penggunaan Biji Ketumbar 0% (R0), 1% (R1), 2% (R2), dan 3% (R3) dalam Ransum Terhadap Persentase limfosit Broiler Umur 5 Minggu	36
10	Grafik Hubungan Taraf Penggunaan Biji Ketumbar 0% (R0), 1% (R1), 2% (R2), dan 3% (R3) dalam Ransum Terhadap Persentase Bobot Timus Broiler Umur 5 Minggu	37
11	Grafik Hubungan Taraf Penggunaan Biji Ketumbar 0% (R0), 1% (R1), 2% (R2), dan 3% (R3) dalam Ransum Terhadap Persentase Bobot Bursa Fabrisius Broiler Umur 5 Minggu	38
12	Persentase Bobot Limpa Broiler Umur 5 Minggu yang Diberi Ransum Mengandung Biji Ketumbar (<i>Coriandrum sativum L.</i>) Taraf 0% (R0), 1% (R1), 2% (R2), dan 3% (R3)	40

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1	Analisis Ragam Persentase Hematokrit.....	50
2	Analisis Ragam Jumlah Eritrosit	50
3	Analisis Ragam <i>Mean Corpuscular Volume</i>	50
4	Analisis Ragam <i>Mean Corpuscular Volume</i> (Uji lanjut).....	50
5	Analisis Ragam Kadar Hemoglobin	50
6	Analisis Ragam <i>Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration</i>	50
7	Analisis Ragam Jumlah Leukosit	50
8	Analisis Ragam Persentase Heterofil	51
9	Analisis Ragam Persentase Heterofil (Uji lanjut)	51
10	Analisis Ragam Persentase Limfosit	51
11	Analisis Ragam Persentase Limfosit (Uji lanjut)	51
12	Analisis Ragam Persentase Bobot Timus	51
13	Analisis Ragam Persentase Bobot Timus (Uji lanjut)	51
14	Analisis Ragam Persentase Bobot Bursa Fabrisius	52
15	Analisis Ragam Persentase Bobot Bursa Fabrisius (Uji lanjut)	52
16	Analisis Ragam Persentase Bobot Limpa	52
17	Analisis Ragam Kadar Malondealdehida Plasma Darah	52
18	Analisis Ragam Bobot Badan	52
19	Analisis Ragam Pertambahan Bobot Badan <i>Starter</i>	52
20	Analisis Ragam Pertambahan Bobot Badan <i>Starter</i> (Uji Lanjut)	52
21	Analisis Ragam Pertambahan Bobot Badan <i>Finisher</i>	53
22	Analisis Ragam Konsumsi Ransum <i>Starter</i>	53
23	Analisis Ragam Konsumsi Ransum <i>Starter</i> (Uji lanjut)	53
24	Analisis Ragam Konsumsi Ransum <i>Finisher</i>	53
25	Analisis Ragam Konversi Ransum	53
26	Analisis Ragam Keseragaman	53
27	Analisis Ragam <i>Panting</i>	53
28	Suhu Harian Kandang Percobaan	54

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Usaha pengadaan sumber pangan hewani terus ditingkatkan guna memenuhi kebutuhan protein hewani, khususnya yang berasal dari ternak. Ayam broiler salah satu ternak yang digunakan untuk upaya memenuhi kebutuhan protein hewani tersebut. Broiler merupakan ayam ras yang mampu tumbuh dengan cepat, sehingga dapat menghasilkan daging dalam waktu relatif singkat yaitu 35-40 hari, dan memiliki nilai gizi yang cukup tinggi. Produksi broiler yang optimum tergantung pada kualitas dan kuantitas pakan, lingkungan, serta manajemen pemeliharaan.

Pengembangan broiler di daerah tropis dengan sistem perkandangan terbuka dihadapkan pada tingginya angka mortalitas dan rendahnya produktivitas, karena secara alami akan terekspos oleh variasi stres lingkungan (keedinginan, kepanasan, dan kecepatan angin/aliran udara). Indonesia yang merupakan daerah tropis, secara umum suhu hariannya berfluktuasi antara 27,7-34,6 °C dan kelembaban 55,8%-86,6% (Badan Pusat Statistik, 2003). Kondisi ini secara langsung memberikan stres panas pada broiler, karena suhu tersebut berada di atas zona suhu optimum pertumbuhan broiler yang berumur di atas tiga minggu, yaitu di bawah 25 °C. Suhu lingkungan harian yang panas dan fluktuatif berdampak buruk terhadap kesehatan broiler, seperti terjadi anemia disertai defisiensi nutrisi tertentu, serta menekan respon kekebalan dalam memproduksi antibodi, sehingga meningkatkan kepekaan terhadap penyakit. Hal ini bisa dilihat dari gambaran komponen sel-sel darah.

Pengamatan hematologi seperti perubahan jumlah leukosit dalam jangka pendek menunjukkan resistensi terhadap infeksi mikroba patogen, dan dalam jangka waktu lama terjadi pengecilan organ limfoid. Suhu lingkungan panas juga menyebabkan stres oksidatif (kondisi aktivitas radikal bebas melebihi antioksidan). Hal ini biasanya tercermin dari meningkatnya produk aktivitas radikal bebas seperti malondialdehid dalam darah. Efek dari proses dan produk radikal bebas dapat mengganggu keseimbangan fisiologis yang berujung pada rendahnya kualitas kesehatan dan produksi. Langkah yang dilakukan untuk mengurangi pengaruh suhu lingkungan panas adalah dengan mengatur lingkungan yang nyaman seperti pembuatan kandang tertutup (closed house), pemberian obat antistres, atau penggunaan antibiotik sebagai pemacu pertumbuhan (growth promoter).

Penggunaan *closed house* memerlukan biaya investasi yang sangat mahal, penggunaan obat antistres dari sisi ekonomis menambah ongkos produksi, serta penggunaan antibiotik mempunyai resiko yang ditimbulkan berupa residu pada karkas, resistensi terhadap bakteri patogen yang dapat menimbulkan efek negatif terhadap kesehatan konsumen. Dampak negatif ini akibat penggunaannya yang tidak sesuai dengan dosis atau tidak memperhatikan waktu henti obat. Bahan pakan alternatif atau alami (herbal) mulai dikembangkan untuk mencari bahan yang aplikatif di lapangan, berpotensi memberi asupan nutrisi, mempertahankan imunitas, sekaligus bernilai ekonomi tinggi terhadap produksi.

Bumbu dan rempah-rempah selain untuk meningkatkan rasa juga memiliki reputasi medis. Biji ketumbar (*Coriandrum sativum L.*) merupakan salah satu rempah biji tanaman yang bernilai medis. Minyak esensial (atsiri) yang terkandung dalam biji ketumbar mampu menjadi antibakteri, sehingga dapat meningkatkan daya tahan tubuh dari serangan penyakit. Minyak esensial (atsiri) yang dikandung biji ketumbar juga berkhasiat sebagai stimulan, penguat organ pencernaan, dan merangsang enzim pencernaan, sehingga dapat meningkatkan nafsu makan. Penambahan biji ketumbar pada makanan dapat menurunkan produk peroksida lipid dan kolesterol darah. Biji ketumbar sangat berpotensi sebagai bahan pakan, karena banyak mengandung beraneka macam mineral dan vitamin. Mineral seperti kalsium, fosfor, magnesium, potasium, dan besi yang banyak dikandungnya, berfungsi membantu aktivitas metabolisme tubuh, perkembangan organ penghasil sel imunitas, menjaga keseimbangan elektrolit tubuh, dan sebagai bahan baku sel darah. Vitamin C yang banyak dikandung biji ketumbar berperan sebagai antioksidan.

Sampai saat ini belum banyak laporan percobaan penggunaan biji ketumbar pada ransum broiler, sehingga penelitian ini dapat menambah informasi bahan yang dapat digunakan sebagai pakan, sekaligus mengurangi dampak stres seperti akibat suhu panas dan fluktuatif di lingkungan tropis.

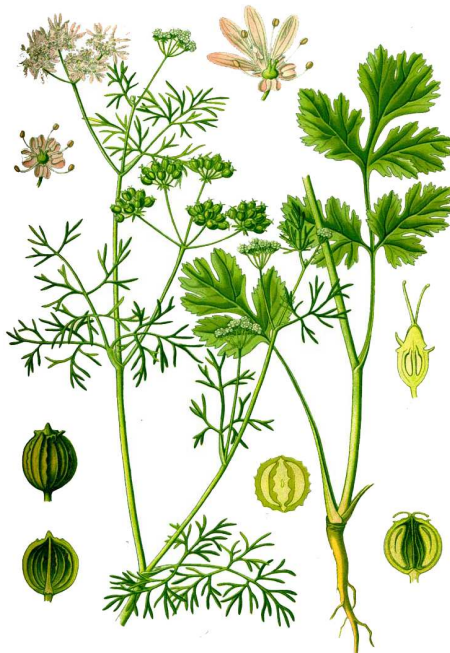
Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari dan mengetahui pengaruh penggunaan biji ketumbar (*Coriandrum sativum L.*) dalam ransum terhadap hematologi, kadar malondealdehid (MDA) plasma darah, dan bobot organ limfoid (bursa fabrisius, timus, dan limpa) pada broiler.

TINJAUAN PUSTAKA

Klasifikasi dan Morfologi Tanaman Ketumbar (*Coriandrum sativum L.*)

Tanaman ketumbar (*Coriandrum sativum Linn*) diduga berasal dari sekitar Laut Tengah dan Pegunungan Kaukasus di Timur Tengah. Biji ketumbar di sana yang dikeringkan dinamakan *fructus coriandri*. Tanaman ketumbar di Indonesia dikenal dengan sebutan *katuncar* (Sunda), *ketumbar* (Jawa dan Gayo), *katumbare* (Makassar dan Bugis), *katombar* (Madura), *ketumba* (Aceh), *hatumbar* (Medan), *katumba* (Padang), dan *katumba* (Nusa Tenggara) (Hadipoentyani dan Wahyuni, 2004). Morfologi dan taksonomi tanaman ketumbar diklasifikasikan sebagai berikut:



Kingdom	: <i>Plantae</i>
Sub kingdom	: <i>Trachebionta</i>
Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Sub divisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dicotyledonae</i>
Sub kelas	: <i>Rosidae</i>
Ordo	: <i>Apiales</i>
Famili	: <i>Apiaceae</i>
Genus	: <i>Coriandrum</i>
Spesies	: <i>Coriandrum sativum</i>

(Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, 2004)

Gambar 1. Morfologi Tanaman Ketumbar

Sumber: USDA (2010)

Tanaman ketumbar berupa semak semusim, dengan tinggi sekitar satu meter. Akarnya tunggang bulat, bercabang, dan berwarna putih. Batangnya berkayu lunak, beralur, dan berlubang dengan percabangan *dichotom* berwarna hijau. Tangkainya berukuran sekitar 5-10 cm. Daunnya majemuk, menyirip, berselundang dengan tepi hijau keputihan. Buahnya berbentuk bulat, waktu masih muda berwarna hijau, dan setelah tua berwarna kuning kecokelatan. Bijinya berbentuk bulat dan berwarna kuning kecokelatan (Hadipoentyani dan Wahyuni, 2004; Astawan, 2009).

Ketumbar dapat dibudidayakan di dataran rendah maupun dataran tinggi hingga ketinggian 2.000 meter di atas permukaan laut. Tanaman ini dipanen setelah

berumur tiga bulan, kemudian dijemur, dan buahnya berwarna kecoklatan dipisahkan dari tanamannya. Hasil panen umumnya dijual ke pasar tradisional untuk keperluan bumbu rumah tangga (Hadipoentyaning dan Wahyuni, 2004; Astawan, 2009). Tanaman ketumbar di Indonesia belum dibudidayakan secara intensif dalam skala luas, penanamannya hanya terbatas pada lahan pekarangan dengan sistem tumpangsari, dan jarang secara monokultur. Produksi biji ketumbar tertinggi tercatat sebesar 1.500 ton/tahun (Badan Pusat Statistik, 2005). Daerah penanaman yang cocok dan sudah berproduksi adalah Cipanas, Cibodas, Jember, Boyolali, Salatiga, Temanggung, dan sebagian daerah di Sumatera Barat (Astawan, 2009).

Biji Ketumbar (*Coriandrum sativum L.*)

Kandungan Gizi dan Khasiat

Biji ketumbar mengandung berbagai macam mineral. Mineral yang banyak terkandung pada biji ketumbar adalah kalsium, fosfor, magnesium, potasium, dan besi. Kalsium selain berperan sebagai mineral tulang, juga berperan menjaga tekanan darah agar tetap normal. Mineral fosfor berperan dalam pembentukan dan pertumbuhan tulang. Fosfor juga berperan dalam menjaga keseimbangan asam dan basa tubuh. Magnesium merupakan mineral yang berperan dalam metabolisme kalsium dan potasium, serta membantu kerja enzim dalam metabolisme energi. Potasium membantu keseimbangan cairan elektrolit dalam tubuh. Besi merupakan mineral yang dibutuhkan dalam pembentukan sel darah merah, hemoglobin, dan mioglobin otot (Fauci *et al.*, 2008; Astawan, 2009).

Vitamin yang banyak terkandung dalam biji ketumbar adalah vitamin C dan B. Vitamin C berperan sebagai antioksidan. Antioksidan berperan dalam mencegah dan mengurangi bahaya yang ditimbulkan radikal bebas. Radikal bebas adalah suatu senyawa yang dapat mengganggu metabolisme tubuh yang berbahaya bagi kesehatan (Wangensteen *et al.*, 2004). Niasin adalah salah satu jenis vitamin B yang berperan penting dalam proses metabolisme tubuh, terutama metabolisme karbohidrat, protein, dan lemak menjadi bentuk energi yang dapat digunakan oleh tubuh. Kandungan vitamin dan mineral yang dimiliki biji ketumbar ini sangat berkhasiat sebagai stimulan atau membantu meningkatkan kesegaran tubuh (Astawan, 2009). Komposisi nutrisi biji ketumbar disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Nutrien Per 100 Gram Biji Ketumbar (as fed)

Komposisi	Jumlah	Satuan
Energi Metabolis	298	kcal
Kadar air	11,2	%
Protein	12,37	%
Lemak	17,77	%
Serat	41,9	%
Kalsium	0,709	%
Fosfor	0,409	%
Magnesium	0,330	%
Sodium	0,035	%
Potasium	1,267	%
Besi	0,016	%
Minyak Atsiri	1	%
Niasin (B ₃)	2,13	mg
Riboflavin (B ₂)	0,29	mg
Asam folat (B ₉)	0,1	mg
Vitamin C	21	mg

Sumber: USDA (2009)

Kadar minyak esensial yang terkandung pada biji ketumbar berjumlah sekitar 0,5%-1% mampu menjadi antimikroba atau antibakteri, dan spesifik terhadap spesies *Salmonella*, sehingga dapat meningkatkan daya tahan tubuh dari serangan penyakit (Isao *et al.*, 2004). Minyak esensial (atsiri) yang dikandungnya berkhasiat sebagai stimulan, penguat organ pencernaan, merangsang enzim pencernaan, dan peningkatan fungsi hati, sehingga dapat meningkatkan nafsu makan (Hernandez *et al.*, 2004). Chithra dan Leelamma (1997) memaparkan bahwa penambahan biji ketumbar pada makanan dapat menurunkan produk peroksida lipid dan kolesterol darah. Komponen aktif pada ketumbar adalah linalool yang berjumlah sekitar 60%-70% total minyak esensial dengan komponen pendukung yang lainnya, yaitu geraniol (1,6%-2,6%), geraniol asetat (2%-3%), kamfor (2%-4%), dan mengandung senyawa golongan hidrokarbon berjumlah sekitar 20% (α -pinen, β -pinen, dipenten, p-simen, α -terpinen, γ -terpinen, terpinolen dan fellandren) (Lawrence dan Reynolds,

1988; Guenther, 1990). Komponen-komponen tersebutlah yang menyebabkan biji ketumbar memiliki reputasi sebagai bumbu atau rempah biji tanaman yang bernilai medis (Chithra dan Leelamma, 1997; Isao *et al.*, 2004; Hadipoentyaning dan Wahyuni, 2004; Astawan, 2009).

Beberapa Penelitian Tentang Biji Ketumbar (*Coriandrum sativum L.*)

Penambahan biji ketumbar pada makanan dapat menurunkan produk peroksida lipid dan kolesterol darah, namun belum diketahui taraf yang optimal pada ransum untuk ternak (Chithra dan Leelamma, 1997). Penggunaan 2% tepung biji ketumbar dapat meningkatkan konsumsi ransum dan pertambahan bobot badan lebih tinggi dari kontrol pada puyuh. Penggunaan 1% tepung biji ketumbar pada ransum mampu menurunkan nilai konversi pakan puyuh umur 1-6 minggu. Penggunaan 1%-4% tepung biji ketumbar pada ransum mampu meningkatkan persentase karkas pada puyuh (Giiler *et al.*, 2005). Suplementasi 0,3% biji ketumbar pada ransum mampu meningkatkan bobot badan, konsumsi ransum, dan menurunkan konversi pakan pada broiler. Suplementasi 0,1%-0,3% pada ransum tidak menunjukkan pengaruh pada jumlah leukosit broiler (Saeid dan Al-Nasry, 2010). Penggunaan 2% biji ketumbar dalam ransum meningkatkan bobot badan broiler *strain Ross* saat pemeliharaan musim dingin, namun tidak efisien dalam konsumsi dan konversi pakan (Sunbul *et al.*, 2010).

Ayam Broiler

Klasifikasi broiler yaitu kingdom *Animalia*, filum *cordata*, kelas *Aves*, ordo *Galliformes*, famili *Phasianidae*, genus *Gallus*, dan spesies *Gallus domesticus*. *Strain* broiler berasal dari persilangan ayam *white plymount rock* dengan *white cornish* yang telah mengalami seleksi gen selama bertahun-tahun, sehingga hanya dalam waktu produksi 35-40 hari sudah dapat dipanen, menghasilkan daging, dan menguntungkan secara ekonomis. Broiler *strain Cobb* memiliki keunggulan dan karakteristik tersendiri, yaitu pada perbaikan FCR, dan pengembangan genetik diarahkan pada pembentukan daging dada (Charoen Pokphand, 2004). Standar pertumbuhan broiler *strain Cobb CP 707* disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Standar Pertumbuhan Ayam Broiler CP 707

Umur (minggu)	Konsumsi pakan		Bobot Badan (g/ekor)	Konversi Pakan
	(g/ekor)	Kumulatif		
1	150	150	159	0,94
2	370	520	418	1,24
3	610	1130	800	1,24
4	800	1930	1265	1,53
5	990	2920	1765	1,65
6	1130	4050	2255	1,80

Sumber: Charoen Pokphand (2004)

Rekayasa genetik, perkembangan teknologi pakan, dan manajemen perkandangan menyebabkan *strain* broiler yang ada sekarang lebih peka terhadap formula pakan yang diberikan (Unandar, 2001). Menurut Wahju (2004), pakan broiler harus mengandung energi yang cukup untuk membantu reaksi metabolik, menyokong pertumbuhan, dan mempertahankan suhu tubuh. Broiler juga sangat membutuhkan protein yang seimbang, fosfor, kalsium, dan vitamin. Semua nutrisi ini memiliki peran penting dalam tahap-tahap hidupnya. Kebutuhan nutrisi ransum untuk broiler disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kebutuhan Nutrien Broiler (High Nutrient Density Diet)

Komponen	<i>Starter</i>	<i>Grower</i>	<i>Finisher</i>
	(0-3 minggu)	(4-5 minggu)	(6-7 minggu)
Protein Kasar (%)	22	20	18
Energi Metabolis (kkal/kg)	3050	3100	3150
Kalsium (%)	0,95	0,92	0,89
Fosfor Tersedia (%)	0,45	0,41	0,38
Methionin (%)	0,50	0,44	0,38
Methionin + Sistin (%)	0,95	0,88	0,75
Lysin (%)	1,30	1,15	1,00

Sumber: Lesson dan Summers (2005)

Respon Fisiologis Akibat Suhu Lingkungan Panas

Cekaman atau stres merupakan keadaan atau kondisi kesehatan ternak terganggu, yang disebabkan oleh adanya lingkungan yang terjadi secara terus menerus pada hewan, dan mengganggu proses homeostasis (Lesson dan Summers, 2005). Cekaman panas merupakan kondisi tubuh yang kepanasan, karena suhu atau kelembaban lingkungan yang melebihi kisaran zona nyaman pertumbuhan (Austic, 2000). Indonesia merupakan daerah tropis secara umum suhu harian berfluktuasi antara 27,7-34,6 °C dengan kelembaban 55,8%-86,6% (Badan Pusat Statistik, 2003). Khusus Bogor, suhunya antara 23-33 °C dengan kelembaban 75%-100% (Handoko, 2007). Fluktuasi ini secara langsung memberikan cekaman pada pengembangan broiler. Suhu dan kelembaban lingkungan yang direkomendasikan untuk pertumbuhan optimum broiler yang memasuki umur 3 minggu adalah 25 °C dan 60% (Charoen Pokphand, 2005).

Rekayasa genetik menyebabkan *strain* broiler sekarang lebih cepat menghasilkan pertambahan bobot badan disertai produksi panas yang tinggi. Hal ini tentu meningkatkan cekaman akibat suhu lingkungan panas. Perbedaan panas tubuh dan lingkungan nyaman untuk broiler pada tahun 1970 dan 2004 disajikan Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Produksi Panas Tubuh dan Kalkulasi Temperatur Lingkungan yang Nyaman untuk Broiler Jantan dan Betina pada Tahun 1970 dan 2004

Umur (hari)	Produksi Panas Tubuh (Kj/hari)				Temperatur Nyaman (°C)			
	1970		2004		1970		2004	
	Jantan	Betina	Jantan	Betina	Jantan	Betina	Jantan	Betina
7	180	180	204	200	32,0	32,0	29,0	29,0
14	410	350	468	458	30,0	29,5	25,0	25,5
21	760	620	845	843	28,0	27,0	20,0	21,0
28	866	866	1030	1250	25,5	24,0	15,5	17,0
35	1030	1030	1444	1600	23,5	21,0	12,0	14,5
42	1650	1165	1785	1840	21,5	18,5	11,5	15,0

Sumber: Gous dan Morris (2005)

Suhu lingkungan panas merupakan salah satu kondisi yang menimbulkan cekaman yang menyebabkan sistem kekebalan tubuh melemah (imunosupresi). Imunosupresi sangat menguras zat kebal (antibodi) tubuh yang dibentuk organ atau

jaringan imunitas. Secara kasat mata immunosupresi dalam jangka waktu lama dapat dicerminkan dengan produktivitas ayam menjadi tidak optimal, seperti bobot badan rendah (di bawah standar), pertumbuhan tidak merata, mortalitas cenderung tinggi bila terjadi infeksi penyakit, dan *feed conversion ratio* (FCR) mengalami peningkatan (Austic, 2000). Besar kecilnya kerugian akibat suhu lingkungan panas dipengaruhi oleh umur, bobot badan, suhu maksimum dan lamanya cekaman yang diterima, kecepatan perubahan suhu udara, kepadatan kandang, serta kandungan nutrisi yang tidak sesuai kebutuhan (Austic 2000). Peforma broiler setelah umur 3 minggu yang dipelihara pada suhu kandang yang berbeda disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Peforma Broiler yang Dipelihara pada Suhu Kandang yang Berbeda

Parameter	Suhu Kandang (°C)		
	24,6	28,9	31,4
Konsumsi (g/ekor)	4.790	4.596	4.092
Bobot Badan (g/ekor)	2.716	2.578	2.244
Pertambahan Bobot Badan (g/ekor)	2.675	2.537	2.203
Konversi Pakan	1,77	1,81	1,82
Mortalitas (%)	1,25	2,50	2,50

Sumber: Efendi (2010)

Organ Limfoid

Rangkaian respon fisiologis tubuh ayam akibat adanya cekaman (seperti akibat suhu lingkungan panas) diawali dengan pembentukan *corticotrophin releasing hormone* (CRH) di hipotalamus. CRH ini akan menstimulasi pembentukan *adrenocorticotropic hormone* (ACTH) pada hipofisa anterior. ACTH ini kemudian menginduksi pembentukan glukokortikoid pada kelenjar adrenal korteks. Hormon kortikosteron dan kortisol diklasifikasikan sebagai glukokortkoid. Peranan utama kortisol dan kortikosteron terdapat pada peristiwa glukoneogenesis, yaitu perombakan (katabolisme) dari non karbohidrat sebagai usaha penyediaan glukosa darah. Pelepasan glukokortikoid menimbulkan berbagai efek terhadap metabolisme normal tubuh, seperti gangguan sekresi hormon, merangsang peningkatan produksi leukosit, pertumbuhan, dan perkembangan organ imunitas (Sugito, 2007).

Beberapa organ yang berperan dalam reaksi tanggap kebal antara lain timus, bursa fabrisius, dan limpa. Organ limfoid primer pada unggas terdiri dari timus dan

bursa fabrisius. Kedua organ ini berfungsi mengatur produksi dan diferensiasi limfosit (Tizard, 1988). Penyakit tertentu dan kondisi lain seperti cekaman panas diketahui mempengaruhi perkembangan organ limfoid pada ayam (Gregg, 2002; Kusnadi, 2009). Kondisi ini biasa disebut immunosupresi, yaitu perubahan reaksi kekebalan ke keadaan negatif, sehingga respon tubuh ternak terhadap masuknya benda asing menjadi berkurang, atau bisa menjadi pemicu serangan berbagai penyakit ke dalam tubuh ternak (Gregg, 2002). Immunosupresi akan ditunjukkan dengan adanya tekanan, hambatan, atau gangguan pada komponen sistem kekebalan tubuh, antara lain langsung merusak dan mengganggu pertumbuhan organ limfoid primer (bursa dan timus), sekaligus organ limfoid sekunder (limpa) (Gregg, 2002).

Organ limfoid primer maupun sekunder yang sangat kecil merupakan reaksi terhadap kasus immunosupresi yang berlangsung dalam jangka waktu lama. Ternak yang memiliki bobot relatif limfoid yang besar, cenderung tahan terhadap berbagai penyakit (Sturkie, 2000). Limpa yang relatif kecil mengindikasikan nafsu makan yang rendah. Limpa yang letaknya menempel pada lambung membantu mendistribusikan nutrisi, karena memproduksi juga eritrosit (Fauci *et al.*, 2008). Limpa akan berkembang pesat saat serangan penyakit yang meradang (gejala klinis). Persentase bobot limpa dari bobot hidup adalah 0,18% (Putnam, 1991; Toghyani *et al.*, 2010). Persentase bobot timus adalah 0,48% dan bursa fabrisius adalah 0,098% (Toghyani *et al.*, 2010).

Zat gizi yang terkandung dalam ransum, seperti energi, protein, vitamin dan mineral memiliki peranan penting dalam sistem kekebalan. Protein sangat diperlukan untuk perkembangan organ limfoid (Fauci *et al.*, 2008). Asam amino memiliki peranan langsung terhadap sistem kekebalan. Contohnya metionin yang berperan meningkatkan aktivitas kerja timus dan bursa fabrisius. Ketersediaan lisin yang cukup dapat meningkatkan level imunoglobulin yang menentukan level atau titer antibodi. Lisin juga digunakan untuk memelihara sistem kekebalan dan sintesa imunoglobulin yang disekresikan lewat mukosa usus. Vitamin berperan sebagai kofaktor dalam alur proses pembentukan antibodi. Vitamin C berfungsi memelihara stabilitas membran sel leukosit dan mengoptimalkan aktivitas fagosit dari sel heterofil. Vitamin B₆ berfungsi dalam perkembangan dan pemeliharaan jaringan limfoid (Fauci *et al.*, 2008; Medion, 2008).

Stres Oksidatif

Stres oksidatif merupakan keadaan atau kondisi ternak terganggu, karena produksi oksidan tubuh melebihi antioksidan yang disebabkan pengaruh negatif, seperti oleh radiasi, paparan suhu, tekanan parsial oksigen, paparan zat kimia tertentu, infeksi maupun inflamasi. Radikal bebas merupakan oksidan yang molekulnya mengandung elektron yang tidak berpasangan pada orbit luarnya. Zat ini sangat reaktif dan cenderung “mencuri” satu elektron dari molekul lain di dekatnya untuk melengkapi, dan selanjutnya mencetuskan reaksi berantai, sehingga mengganggu integritas sel lain, karena dapat bereaksi dengan komponen-komponen yang penting untuk mempertahankan kehidupan sel, baik komponen struktural (penyusun membran) maupun fungsional (enzim dan DNA) dan mengakibatkan kerusakan sel atau memunculkan penyakit (Bottje *et al.*, 1995).

Tingkat kerusakan sel atau jaringan tubuh akibat aktivitas radikal bebas dapat ditentukan dengan mengukur kadar malondialdehida (MDA) plasma darah. Radikal bebas seperti MDA dapat meningkatkan kadar LDL (low density lipoprotein), yang menjadi penyebab penimbunan kolesterol pada dinding pembuluh darah, akibatnya timbullah jantung koroner (atherosklerosis) (Bottje *et al.*, 1995). Malondealdehida (MDA) merupakan radikal bebas yang dibentuk dari proses peroksida lipid (Clarkson dan Thomson, 2000). Peroksida lipid merupakan reaksi berantai yang dicetuskan oleh senyawa radikal hidroksil ($\cdot\text{OH}$) yang menyerang asam lemak tidak jenuh ganda (Poly Unsaturated Fatty Acid/PUFA) pada membran sel. Senyawa radikal hidroksil ($\cdot\text{OH}$) mengekstraksi satu hidrogen dari lemak *polyunsaturated* (LH), sehingga terbentuklah radikal lemak ($\text{L}\cdot$) dan setelah melalui beberapa proses lagi terbentuklah MDA (Bottje *et al.*, 1995; Mujahid *et al.*, 2007).

Radikal hidroksil ($\cdot\text{OH}$) merupakan komponen spesies oksigen reaktif (SOR). SOR merupakan hasil metabolit oksigen utama sel atau jaringan yang dihasilkan melalui reduksi satu elektron dan merupakan oksidan kuat dengan derajat berbeda-beda (Mujahid *et al.*, 2007). Keseimbangan oksidan dan antioksidan sangat diperlukan untuk mengatur dan meredam dampak negatif dari kelanjutan reaksi SOR. Antioksidan merupakan senyawa pemberi elektron termasuk enzim-enzim dan protein-protein pengikat (Suryohudoyo, 2000). Penelitian yang telah dilakukan oleh Adriyana (2011) melaporkan, kadar MDA plasma broiler adalah 1,53-2,15 $\mu\text{g/ml}$.

Hematologi

Darah terdiri dari komponen sel-sel yang terendam dalam cairan yang disebut plasma (Frandsen, 1992). Komponen sel darah ini memiliki fungsinya masing-masing yang bersirkulasi dalam pembuluh darah. Ternak yang sehat akan memiliki hematologi yang normal. Peubah sel darah merupakan salah satu metode yang berguna untuk mendiagnosis penyakit, memberi gambaran keadaan patologis, dan fisiologis (Guyton dan Hall, 2010). Hematologi normal broiler disajikan Tabel 6.

Tabel 6. Hematologi Normal Broiler

Parameter	Sumber		
	Mangkoewidjojo dan Smith (1988)	Telabi <i>et al.</i> (2005)	Sugito (2007)
Hematokrit (%)	24,0-43,0	27,4-31,3	24,3-30,1
Eritrosit (juta/ml)	2,0-3,2	2,0-2,4	2,3-2,7
Hemoglobin (g/100ml)	7,3-10,9	11,8-13,5	8,1-9,4
Leukosit (ribu/ml)	16,0-40,0	20,7-24,1	8,2-21,8
Heterofil (%)	9,0-56,0	27-48	-
Limfosit (%)	24,0-84,0	33-59	-

Hematologi ternak akan mengalami perubahan seiring dengan perubahan fisiologisnya secara internal dan eksternal. Perubahan secara internal dapat disebabkan oleh penambahan umur, status gizi, kesehatan, panas tubuh, serta stres. Perubahan secara eksternal dapat disebabkan penyakit mikroorganisme dan perubahan suhu lingkungan (Guyton dan Hall, 2010). Hematologi broiler pada temperatur lingkungan yang berbeda disajikan Tabel 7.

Tabel 7. Hematologi Broiler pada Kondisi Temperatur Lingkungan yang Berbeda

Parameter	Satuan	Temperatur (°C)		
		28-32	35-40	40-45
Hematokrit	%	26,38	31,06	39,10
Eritrosit	juta/ml	2,70	2,31	2,23
Hemoglobin	g/100ml	9,02	8,11	7,85
Leukosit	ribu/ml	24,71	26,29	28,02
Heterofil	%	31,95	36,70	41,30
Limfosit	%	51,20	49,45	42,55

Sumber: Khan *et al.* (2002)

Hematokrit

Proporsi komponen darah dalam volume darah yang terdiri dari sel darah merah, dinamakan hematokrit atau *packed cell volume* (PCV). Hematokrit dinyatakan dalam persentase (%). Hematokrit dapat digunakan untuk mendiagnosa kondisi normal, anemia, maupun polisitemia. Kondisi polisitemia ditandai dengan hematokrit yang tinggi dengan jumlah eritrosit dan hemoglobin yang tinggi. Kondisi anemia ditandai dengan hematokrit yang rendah dengan jumlah eritrosit dan hemoglobin yang rendah. Hematokrit yang tinggi dengan jumlah eritrosit dan hemoglobin yang rendah, menunjukkan anemia disertai ukuran atau volume eritrosit yang membesar dan konsentrasi hemoglobin yang rendah (Guyton dan Hall, 2010). Hal ini bisa dilihat dengan mengukur MCV (mean corpuscular volume) dan MCHC (mean corpuscular hemoglobin concentration) (Jain, 1993).

MCV didapat dengan membagi persentase hematokrit dengan jumlah eritrosit, sedangkan MCHC didapat dengan membagi kadar hemoglobin dengan persentase hematokrit (Jain, 1993). MCV yang besar dari normal menandakan anemia disertai defisiensi jenis vitamin B seperti asam folat dan B₁₂, sedangkan MCV dan MCHC yang lebih rendah dari normal menandakan anemia disertai defisiensi zat besi (Fauci *et al.*, 2008). Volume atau ukuran eritrosit yang besar akan mempengaruhi viskositas cairan darah, sehingga mengganggu aktivitas dan kelancaran sirkulasi darah. Kondisi ini biasanya dipengaruhi oleh temperatur lingkungan (Guyton dan Hall, 2010). Temperatur lingkungan yang panas berdampak pada konsumsi ransum (Austic, 2000) yang berimbas pada penurunan konsumsi nutrisi seperti zat besi, vitamin B₁₂, asam folat, vitamin B₆ (piridoksin), dan protein. Semua nutrisi ini berfungsi sebagai bahan baku, produksi, mengontrol volume, dan perkembangan eritrosit, serta akan mempengaruhi kadar hemoglobin (Fauci *et al.*, 2008). MCV normal ayam berkisar antar 90-140 fl dan MCHC normal ayam berkisar antar 26%-36% (Schalm, 2010).

Eritrosit

Eritrosit berfungsi sebagai pengangkut hemoglobin yang selanjutnya membawa oksigen dari paru-paru ke jaringan (fungsi pernafasan darah), nutrisi yang disiapkan saluran pencernaan, sisa-sisa hasil metabolisme yang disekresikan ke ginjal, serta kelancaran sirkulasi darah. Jumlah eritrosit dipengaruhi oleh umur,

aktivitas individu, nutrisi, ketinggian tempat, dan suhu lingkungan. Pembentukan eritrosit berproses pada masa embrional unggas dalam kantung telur. Setelah perkembangan embrio pembentukan terjadi di limpa dan sumsum tulang (Guyton dan Hall, 2010). Proses pembentukan sel darah merah membutuhkan bahan seperti zat besi, vitamin B₁₂, asam folat, vitamin B₆ (piridoksin), protein, dan faktor lain (Fauci *et al.*, 2008).

Hemoglobin

Hemoglobin (Hb) merupakan pigmen eritrosit, yang berasal dari ikatan kompleks protein terkonjugasi yang mengandung besi (Fe), sehingga menimbulkan warna merah darah. Hemoglobin berfungsi sebagai pengangkut oksigen dari paru-paru, dan dalam peredaran darah untuk dibawa ke jaringan, serta membawa karbon dioksida dari jaringan tubuh ke paru-paru (Guyton dan Hall, 2010). Hemoglobin merupakan petunjuk kecukupan oksigen. Kadar hemoglobin dipengaruhi oleh kadar oksigen dan jumlah eritrosit, sehingga ada kecenderungan jika jumlah eritrosit rendah, maka kadar hemoglobin akan rendah, dan jika oksigen (faktor ketinggian tempat) dalam darah rendah, maka tubuh terangsang meningkatkan produksi eritrosit dan hemoglobin (Schalm, 2010). Rendahnya kadar hemoglobin dan jumlah eritrosit menyebabkan timbulnya anemia. Anemia akan mengganggu suplai oksigen yang dibutuhkan jaringan, viskositas darah turun, karena konsentrasi hemoglobin, dan eritrosit yang rendah, sehingga aliran darah lebih cepat (Frandsen, 1992). Kondisi ini tentunya mengganggu aktivitas metabolisme tubuh (Schalm, 2010).

Leukosit

Leukosit atau sel darah putih dibagi menjadi dua kelompok besar yaitu granulosit dan agranulosit. Granulosit mengandung granula dalam sitoplasmanya yang terdiri atas heterofil, eosinofil dan basofil. Agranulosit tidak mempunyai granula pada sitoplasmanya yang terdiri dari atas monosit dan limfosit. Leukosit mempunyai nukleus dan memiliki kemampuan gerak independen. Kebanyakan leukosit di dalam aliran darah bersifat non fungsional karena hanya diangkut ke jaringan dan ke lokasi ketika dibutuhkan (Frandsen, 1992). Guyton dan Hall (2010) memaparkan fungsi leukosit yaitu menghancurkan agen penyerang dengan proses fagositosis dan membentuk antibodi. Leukosit merupakan unit sistem pertahanan

tubuh. Jumlah leukosit akan meningkat pada penyakit yang disebabkan oleh bakteri. Pengamatan leukosit adalah sebagai cara yang bermanfaat untuk mendiagnosis kondisi atau status kekebalan ternak yang bersangkutan.

Respon pertahanan atau kekebalan tubuh yang tertekan disebabkan oleh rusaknya jaringan dan organ tubuh yang berfungsi untuk membentuk atau mendewasakan sel-sel yang berperan dalam respon kekebalan misalnya timus, bursa fabrisius, sumsum tulang, dan limpa (Unandar, 2001). Perubahan jumlah leukosit dalam jangka pendek dapat meningkatkan resistensi terhadap infeksi mikroba patogen dan dalam jangka waktu lama terjadi atropi (pengecilan) organ limfoid (Sturkie, 2000; Medion, 2008; Kusnadi, 2009). Peningkatan jumlah leukosit mengindikasikan bahwa tubuh dalam keadaan patologis (Guyton dan Hall, 2010; Post *et al.*, 2002). Kondisi ini memperlihatkan tubuh sedang melakukan aktivitas melawan agen penyakit dengan meningkatkan produksi dan menguras zat kebal atau antibodi (Sturkie, 2000). Leukosit dipengaruhi oleh stres, lingkungan, aktivitas fisiologis, status gizi, panas tubuh, dan umur (Guyton dan Hall, 2010).

Heterofil

Heterofil atau neutrofil adalah leukosit granulosit. Pada unggas disebut heterofil dan dibentuk di sumsum merah (Swenson, 1984). Fungsi utama heterofil adalah memberikan respon imun non spesifik (respon alami terhadap bahaya yang akan dan telah ditimbulkan oleh mikroorganisme) dan menghancurkan bahan asing melalui proses fagositosis (Tizard, 1988). Pada saat bersamaan, sumsum tulang belakang dirangsang untuk lebih banyak melepaskan heterofil ke dalam darah. Heterofil berisi enzim-enzim perusak, dan berbagai protein yang selain merusak, heterofil menyulut inflamasi terhadap mikroorganisme dengan cara migrasi ke daerah-daerah yang sedang diserang oleh bakteri (Frandsen, 1992).

Heterofil mencari, memakan, membunuh bakteri, dan mencegah infeksi bakteri (Day dan Schultz, 2010). Menurut Swenson (1984), peningkatan persentase heterofil dalam leukosit menunjukkan tingkat stres yang meningkat. Heterofil melakukan aktivitas memfagosit untuk mempertahankan tubuh dari infeksi bahan asing dengan menyerang bakteri atau partikel kecil lainnya saat kualitas kekebalan menurun. Heterofil bekerja sangat cepat dan dikenal sebagai garis pertahanan tubuh pertama (Day dan Schultz, 2010).

Limfosit

Limfosit bersifat motil, dapat berubah bentuk dan ukuran serta mampu menerobos jaringan atau organ lunak karena menyediakan zat kebal untuk pertahanan tubuh (Dellman dan Brown, 1989). Menurut Guyton dan Hall (2010), kekebalan berperantara sel (cell mediated immunity) didapat melalui pembentukan sel limfosit yang teraktivasi dalam jumlah besar yang secara khusus dibuat untuk menghancurkan benda asing yang masuk ke dalam sel. Leukosit agranulosit adalah yang paling banyak ditemukan di dalam darah unggas, mempunyai ukuran dan bentuk yang bervariasi (Sturkie, 2000). Day dan Schultz (2010) menyatakan bahwa, sejumlah limfosit dibentuk dalam sumsum tulang setelah individu dilahirkan, tetapi kebanyakan dibentuk dalam kelenjar limpa, timus dan bursa fabrisius. Limfosit merupakan unsur kunci sistem kekebalan. Persentase limfosit dalam leukosit yang rendah selain respon adanya stres, menunjukkan penurunan tingkat kesehatan dan terjadi involusi atau pengecilan jaringan-jaringan limfoid penghasil limfosit

Dua bentuk limfosit yang aktif dapat dikenali sebagai limfosit T yang menghasilkan sel T dan limfosit B menghasilkan sel B. Sel T yang berasal dari timus bekerja mendeteksi bagian protein asing atau patogen asing yang masuk sel inang (non spesifik). Sel T mengambil peran pada imunitas seluler (bekerja dalam sel yang terinfeksi antigen) dan mengalami diferensiasi fungsi yang berbeda sebagai subpopulasi sepanjang waktu demi meningkatkan kekebalan setiap kali tubuh terkena patogen (Tizard, 1988; Dellman dan Brown, 1989). Sel B berasal dari bursa yang bertanggung jawab terhadap pembentukan imonuglobulin. Imonuglobulin merupakan sejenis protein tubuh sebagai respon spesifik terhadap serangan antigen seperti mikroba. Sel B mengambil peran terhadap penyerangan antigen yang masuk dan menyerang tubuh atau imunitas humoral (bekerja dalam permukaan sel dan sirkulasi darah) (Tizard, 1988; Dellman dan Brown, 1989).

(a) MATERI DAN METODE

Lokasi dan Waktu

Penelitian dilaksanakan selama 3 bulan dari bulan Agustus hingga Oktober tahun 2011. Lokasi percobaan bertempat di Kandang Ternak Unggas Laboratorium Lapang Ilmu Produksi Ternak Unggas, pengukuran organ limfoid di Laboratorium Nutrisi Ternak Unggas (Fapet, IPB), dan analisa parameter darah di Laboratorium Fisiologi dan Farmakologi (FKH, IPB).

Materi

Ternak penelitian menggunakan 120 ekor ayam umur satu hari (day old chicken/DOC) *strain* Cobb CP 707 dari PT Charoen Pokphand Indonesia di Parung. Bahan baku ransum yang digunakan adalah jagung kuning, dedak padi, tepung ikan, bungkil kedelai, CPO (crude palm oil), CaCO₃ (calsium carbonate), DCP (dicalcium phosphate), premiks, L-lysin, DL-methionin, dan biji ketumbar. Bahan sanitasi kandang dan peralatan yang digunakan adalah sabun, karbol, kapur sirih, serta bahan kimia berupa larutan disinfektan. Kandang yang digunakan sebanyak tiga buah ukuran 5 m² dengan tipe kandang *litter* dan satu gudang penyimpanan ransum. Setiap kandang dibagi menjadi empat petak kandang ukuran 1 m². Peralatan penunjang yang digunakan adalah tempat ransum (tray dan hanging), tempat air minum, seng pembatas, pemanas buatan (brooder), serta lampu pijar. Peralatan lain yang digunakan diantaranya tirai penutup, kertas koran, timbangan digital, ember, sapu, termometer, tali rafia, gelas ukur, pisau, tali tambang, selotip, karung, dan sikat.

Prosedur

Pemilihan Biji Ketumbar

Biji ketumbar yang dipilih yaitu bulat dan berwarna kuning kecokelatan. Biji ketumbar digiling dengan mesin giling hingga bertekstur *mash* (tepung).

Tahap Pembuatan Ransum dan Ransum Penelitian

Pembuatan dan bahan baku ransum diperoleh dari PT Indofeed Bogor. Penimbangan bahan baku ransum sesuai formulasi. Bahan pertama yang dicampur adalah jagung kuning dan CPO (Crude Palm Oil). Bahan kedua yang dicampur adalah bungkil kedelai dan tepung ikan. Bahan ketiga yang dicampur adalah tepung

biji ketumbar, dedak padi, CaCO₃ (calcium carbonate), DCP (dicalcium phosphate), premiks, L-lysin, dan DL-methionin. Seluruh bahan selanjutnya diaduk hingga homogen dalam mesin pencampur (mixer). Bahan yang telah homogen kemudian dibentuk menjadi *pellet* di mesin *pellet*. Proses selanjutnya adalah ransum dibentuk menjadi *crumble* di mesin *crumble*. Ransum yang telah jadi kemudian ditimbang dan dikemas sesuai perlakuan. Komposisi bahan dan nutrisi ransum penelitian disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Komposisi Bahan dan Nutrien Ransum Penelitian

Bahan Pakan	<i>Starter</i>				<i>Finisher</i>			
	R0	R1	R2	R3	R0	R1	R2	R3
Jagung kuning	54,14	54,26	53,68	53,82	60,41	60,01	59,61	59,22
Dedak Padi	6,00	5,17	4,85	4,01	5,17	4,73	4,30	3,86
Bungkil kedelai	28,00	28,00	28,00	28,00	19,46	19,33	19,19	19,06
Tepung ikan	6,05	5,99	5,93	5,88	9,39	9,45	9,52	9,58
Crude palm oil	3,61	3,38	3,34	3,09	3,37	3,27	3,18	3,08
Biji ketumbar ¹	0,00	1,00	2,00	3,00	0,00	1,00	2,00	3,00
CaCO ₃	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Dicalcium phosphate	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Premiks	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Lysin	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Methionin	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Komposisi Nutrien								
EM (Kkal/kg)	3050	3050	3050	3050	3100	3100	3100	3100
Protein Kasar (%)	22	22	22	22	20	20	20	20
Lemak Kasar (%)	6,19	6,10	6,20	6,10	6,17	6,22	6,27	6,32
Serat Kasar (%)	2,97	3,30	3,66	3,98	2,81	3,16	3,51	3,87
Kalsium (%)	0,96	0,97	0,97	0,97	1,16	1,17	1,18	1,20
Fosfor Tersedia (%)	0,53	0,53	0,53	0,52	0,62	0,62	0,62	0,63
Lysin (%)	1,44	1,43	1,43	1,42	1,35	1,34	1,34	1,34
Methionin (%)	0,54	0,53	0,53	0,53	0,55	0,54	0,54	0,54

Keterangan: ¹ Komposisi nutrisi biji ketumbar (Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pakan Fapet IPB, 2011), komposisi nutrisi bahan pakan (Lesson dan Summers, 2005), dan EM (Energi Metabolis)

Pengambilan Sampel Darah

Sampel darah diambil saat umur ayam 35 hari. Waktu pengambilan pada pagi hari pukul 08.30 WIB setelah dipuaskan 3 jam. Ayam yang diambil berjumlah 12 ekor (10% populasi ulangan) yang berbobot mendekati rata-rata populasi ulangan. Bagian bawah sayap diusap dengan cairan alkohol. Darah kemudian diambil melalui *vena pectoralis* (pembuluh darah dibagian bawah sayap). Darah diambil sekali menggunakan *spoit* sebanyak 2 ml dan dimasukkan dalam tabung berantikoagulan.

Nilai Hematologi

Persentase Hematokrit (%). Teknik analisis dengan metode Mikrohematokrit. Sampel darah dimasukkan ke dalam tabung kapiler sampai 4/5 volume tabung berukuran panjang 75 mm dan berdiameter 1 mm. Mulut tabung ditutup dengan dempul (clay). Proses berikutnya disentrifugasi selama 5 menit dengan kecepatan 12.000 rpm. Tinggi volume padatan yang terbentuk diukur dengan alat pembaca hematokrit.

Kadar Hemoglobin (g/100ml). Teknik analisis dengan metode Sianmethemoglobin. Larutan pereaksi 5 ml (berbahan kalium ferrosianida 200 mg + KCN 50 mg + kalium hidrogen fosfat 140 mg + detergen 1 ml + aquadest 1.000 ml) dimasukkan ke dalam tabung reaksi berukuran panjang 75 cm dan berdiameter 10 mm. Sebanyak 0,02 ml sampel darah ditambahkan ke dalam 5 ml pereaksi dengan menggunakan mikropipet (dihindari terbentuknya gelembung). Sampel yang telah tercampur dibiarkan pada suhu kamar selama \pm 5 menit, dan serapannya dibaca dalam spektrofotometri pada panjang gelombang 540 nm, dengan larutan pereaksi sebagai blanko.

Jumlah Eritrosit (10^6 butir/ mm^3). Teknik analisis menggunakan metode Nuebauer. Larutan pengencer yaitu larutan Hayem (natrium sulfat 2,5 g + natrium klorid 0,5 g + merkuri klorid 0,25 g + aquadest 100 ml) disiapkan. Sampel darah dari tabung dihisap menggunakan pipet eritrosit sampai batas 0,5. Ujung pipet dibersihkan dengan tisu, lalu larutan pengencer dihisap hingga tanda tera 101. Pipet diangkat dari cairan dan ujung pipet ditutup dengan ujung jari, kemudian dikocok selama 30 detik. Kamar hitung dan kaca penutup diletakkan mendatar di atas meja. Cairan yang ada pada batang kapiler pipet dibuang 3 tetes. Mulut pipet disentuhkan (\pm sudut 30°) dengan

menyinggung pinggir kaca penutup pada kamar hitung, dan diteteskan cairan sampel. Kamar hitung akan terisi cairan perlahan-lahan, dengan gaya kapilaritasnya sendiri. Kamar hitung yang sudah terisi cairan dibiarkan selama 2 menit agar mengendap. Kamar hitung terbagi dalam 25 kotak kecil-kecil. Sel eritrosit dihitung dalam 5 kotak, yaitu 1 kotak di tengah, 2 kotak pojok atas dan 2 kotak pojok bawah. Perhitungan di bawah mikroskop dengan lensa objektif besar (pembesaran 40 kali). Jumlah eritrosit dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 &= (E / [\text{Jumlah kamar hitung} \times \text{Volume kamar hitung (mm}^3)]) \times \text{Pengenceran (kali)} \\
 &= (E / [5 \times 0,2 \times 0,2 \times 0,1]) \times 100 \\
 &= (E / 0,02) \times 100 \\
 &= E \times 5.000
 \end{aligned}$$

Dimana : E = jumlah sel eritrosit yang terhitung

Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC) dan Mean Corpuscular Volume (MCV). Diagnosis kondisi normal, anemia, polisitemia, ukuran eritrosit, konsentrasi hemoglobin, dan defisiensi nutrisi tertentu dilakukan pengukuran *mean corpuscular hemoglobin concentration* (MCHC), dan *mean corpuscular volume* (MCV). Pengukuran MCHC dan MCV adalah dengan menghubungkan jumlah eritrosit, kadar hemoglobin, dan persentase hematokrit:

$$\text{MCHC (\%)} = \frac{\text{Kadar Hemoglobin (g/100ml)}}{\text{Hematokrit (\%)}} \times 100$$

$$\text{MCV (femto liter;fl)} = \frac{\text{Hematokrit (\%)}}{\text{Total Eritrosit (10}^6 \text{ butir/mm}^3)} \times 10$$

Sumber: Jain (1993)

Jumlah Leukosit (10³ butir/mm³). Teknik analisis menggunakan metode Neubauer. Larutan pengencer yaitu larutan Turk (larutan gentianviolet 1% dalam air 1 ml + asam asetat glasial 1 ml + aquadest 100 ml) disiapkan. Sampel darah dari tabung dihisap menggunakan pipet leukosit dengan bantuan alat penghisap aspirator pada pipet sampai batas 0,5. Ujung pipet dibersihkan dengan tisu lalu hisap larutan pengencer hingga tanda tera 11. Pipet diangkat dari cairan dan ujung pipet ditutup dengan ujung jari kemudian dikocok selama 30 detik. Kamar hitung dan kaca penutup diletakkan mendatar di atas meja. Cairan yang ada pada batang kapiler pipet dibuang

3 tetes. Mulut pipet disentuhkan (\pm sudut 30°) dengan menyinggung pinggir kaca penutup kamar hitung, dan ditetaskan cairan sampel. Kamar hitung akan terisi cairan perlahan-lahan, dengan gaya kapilaritasnya sendiri. Kamar hitung yang sudah terisi dibiarkan selama 2 menit agar cairan mengendap. Jumlah leukosit dilihat dengan bantuan mikroskop pada 5 bidang pandang, yaitu 1 kotak di tengah (kotak eritrosit), 2 kotak pojok atas dan 2 kotak pojok bawah. Perhitungan di bawah mikroskop dengan lensa objektif kecil (10 kali). Jumlah leukosit dihitung dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 &= (L / [\text{Jumlah kamar hitung} \times \text{Volume kamar hitung (mm}^3\text{)}]) \times \text{Pengenceran (kali)} \\
 &= (L / [5 \times 1 \times 1 \times 0,1]) \times 100 \\
 &= (L / 0,5) \times 100 \\
 &= L \times 200
 \end{aligned}$$

Dimana : L = jumlah sel leukosit yang dihitung

Deferensiasi Leukosit: Persentase Limfosit (%) dan Persentase Heterofil (%).

Jenis leukosit granulosit yaitu eosinofil, basofil, dan heterofil. Eosinofil dengan ciri granula berwarna merah dan besar. Basofil dengan ciri granula berwarna biru tua dan besar-besar. Heterofil dengan ciri granula netral dan bentuk halus. Jenis leukosit agranulosit yaitu limfosit dan monosit. Limfosit dengan ciri inti bulat, berwarna biru tua, dan sitoplasma lebih sedikit. Monosit dengan ciri inti berlekuk, berwarna biru tua, dan sitoplasma lebih banyak. Deferensiasi leukosit dihitung dengan rumus:

$$\text{Deferensiasi leukosit (\%)} = \frac{\text{Jenis leukosit (10}^6 \text{ butir/mm}^3\text{)}}{\text{Leukosit (10}^6 \text{ butir/mm}^3\text{)}} \times 100\%$$

Kadar Malondialdehida (MDA) Plasma Darah (Rice-Evans dan Anthony, 1991)

Teknik analisis menggunakan metode *Thiobarbituric Acid Reactive Substance* (TBARS). Sebanyak 1,78 ml HCL pekat, asam trikloroasetat (TCA) 0,25 ml dan asam tiobarbiturat (TBA) 0,5 ml dimasukkan ke dalam tabung dan ditambahkan 80 ml aquadest untuk membuat larutan campuran. Larutan campuran tersebut diambil sebanyak 1 ml dan dimasukkan dalam tabung, kemudian dicampurkan dengan sampel darah sebanyak 500 μ l. Campuran tersebut dipanaskan pada suhu 90-100 $^\circ$ C (oven) selama 1 jam. Selanjutnya didinginkan dengan air mengalir dan disentrifugasi pada kecepatan 3.000 rpm selama 10 menit. Supernatan tersebut kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 532 nm.

Persentase Bobot Organ Limfoid

Organ limfoid yang diukur bobotnya adalah limpa, bursa fabrisius, dan timus.

Bobot organ limfoid dihitung dengan rumus :

$$\text{Bobot Organ Limfoid (\%)} = \frac{\text{Bobot Organ Limfoid (g)}}{\text{Bobot Hidup (g)}} \times 100\%$$

Rancangan dan Analisis Data

Perlakuan

Penelitian menggunakan 4 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang diberikan adalah:

- R0 = Ransum tanpa biji ketumbar (kontrol)
- R1 = Ransum dengan penggunaan biji ketumbar 1%
- R2 = Ransum dengan penggunaan biji ketumbar 2%
- R3 = Ransum dengan penggunaan biji ketumbar 3%

Peubah

Peubah yang diamati pada penelitian ini adalah:

1. Persentase Hematokrit (%)
2. Jumlah Eritrosit ($10^6/\text{mm}^3$)
3. *Mean Corpuscular Volume* (MCV) (femtoliter)
4. Kadar Hemoglobin (g/100ml)
5. *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration* (MCHC) (%)
6. Jumlah Leukosit ($10^3/\text{mm}^3$)
7. Persentase Heterofil (%)
8. Persentase Limfosit (%)
9. Persentase Bobot Organ Timus (%)
10. Persentase Bobot Organ Bursa Fabrisius (%)
11. Persentase Bobot Organ Limpa (%)
12. Kadar Malondealdehida Plasma Darah ($\eta\text{g/ml}$)

Rancangan

Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas empat perlakuan dan tiga ulangan. Setiap ulangan terdiri dari sepuluh ekor ayam. Model matematika dalam rancangan tersebut adalah sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan :

Y : nilai pengamatan pada perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

μ : nilai rata-rata umum

τ_i : efek perlakuan ke-i

ε_{ij} : galat perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

Pengaruh perlakuan terhadap peubah yang diamati dilakukan analisis ragam (ANOVA). Perlakuan yang berpengaruh nyata ($p < 0,05$ atau $p < 0,01$) dilakukan uji lanjut polinomial ortogonal (Steel dan Torrie, 1993).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Biji Ketumbar Sebagai Pakan

Biji ketumbar sangat aplikatif, karena proses pengolahan sampai diberikan pada ternak tidak rumit dan relatif pendek. Pengolahan biji ketumbar setelah dipisahkan dari buahnya, hanya dijemur, lalu digiling, dan bisa langsung dicampur dengan bahan pakan lain dalam mesin. Proses yang cepat ini karena biji ketumbar memiliki bahan kering yang tinggi yaitu 88,8% (USDA, 2009). Kandungan serat kasar biji ketumbar sebesar 31,26% tergolong tinggi bagi broiler, karena maksimal serat kasar untuk broiler adalah 5% dalam ransum (Direktorat Jendral Peternakan, 2009). Serat kasar biji ketumbar bisa mencapai 41,9% bahan segar (USDA, 2009). Penggunaan biji ketumbar sampai 3% meningkatkan proporsi serat kasar ransum dibanding kontrol, namun masih dalam proporsi yang aman untuk broiler yaitu antara 2,81%-3,98%. Biji ketumbar mengandung minyak esensial atau atsiri (0,5%-1%) yang berkhasiat meningkatkan palatabilitas makanan dan antimikroba (Isao *et al.*, 2004). Komposisi nutrien biji ketumbar penelitian disajikan Tabel 9.

Tabel 9. Komposisi Nutrien Biji Ketumbar (as fed)

Komposisi Nutrien	Jumlah
Bahan Kering (%)	89,19
Abu (%)	6,15
Protein Kasar (%)	17,30
Lemak Kasar (%)	11,59
Serat Kasar (%)	31,26
Beta-N	22,89
Kalsium (%)	1,01
Fosfor (%)	0,82
Energi Bruto (Kkal/kg)	5052,00

Keterangan: Hasil analisis Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pakan Fapet IPB (2011)

Perbedaan nutrien biji ketumbar dengan varietas yang sama setiap daerah produksi, dipengaruhi oleh kesuburan tanah dan iklim (temperatur dan curah hujan). Faktor inilah yang menjadikan nutrien biji ketumbar yang di produksi Indonesia lebih baik dari yang dihasilkan negara lain. Daerah penanaman ketumbar yang cocok dan sudah berproduksi adalah di dataran tinggi Cipanas, Cibodas, Jember, Boyolali, Salatiga, Temanggung, dan sebagian daerah di Sumatera Barat (Astawan, 2009).

Peforma

Broiler yang dipelihara di lingkungan tropis, khususnya sistem perandangan terbuka, secara alami akan terekspos oleh variasi stres lingkungan (kedinginan, kepanasan, kecepatan angin/aliran udara). Perkembangan broiler di daerah tropis dihadapkan pada tingginya angka mortalitas dan rendahnya produktifitas, karena pengaruh tingginya tingkat stres akibat suhu lingkungan panas pada siang hari (Austic, 2000), yaitu bisa mencapai 34,6 °C (Badan Pusat Statistik, 2003). Suhu lingkungan yang direkomendasikan untuk pertumbuhan optimum broiler yang memasuki umur tiga minggu adalah dibawah 25 °C (Charoen Pokphand, 2005).

Rangkaian respon fisiologis tubuh ayam ke keadaan negatif secara terus-menerus (stres) akibat suhu lingkungan yang fluktuatif, berdampak pada penurunan peforma (Austic, 2000) dan kepekaan terhadap berbagai penyakit (imunosupresi). Stres secara kasat mata (peforma) dalam jangka waktu lama dapat dicerminkan dengan produktivitas yang tidak optimal, seperti keseragaman, bobot badan, dan penambahan bobot badan yang rendah (di bawah standar), serta *feed conversion ratio* (FCR) dan mortalitas (infeksi penyakit) cenderung tinggi (Austic, 2000). Data mengenai seluruh peubah penelitian yang berhubungan dengan peforma broiler umur 5 minggu disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Peforma Broiler Umur 5 Minggu

Peubah	Perlakuan			
	R0	R1	R2	R3
Bobot Badan (g/e)	1.217 ± 34	1.215 ± 16	1256 ± 84	1308 ± 108
PBB <i>starter</i> (g/e)	816 ± 14 ^b	692 ± 41 ^a	836 ± 73 ^c	773 ± 30 ^{bc}
PBB <i>finisher</i> (g/e)	1383 ± 88	1339 ± 92	1388 ± 127	1299 ± 84
Konsumsi <i>starter</i> (g/e)	816 ± 14 ^{ab}	692 ± 41 ^a	836 ± 79 ^b	773 ± 30 ^{ab}
Konsumsi <i>finisher</i> (g/e)	1.383 ± 88	1.338 ± 92	1388 ± 127	1299 ± 84
Konversi Pakan	1,87 ± 0,13	1,73 ± 0,06	1,84 ± 0,09	1,65 ± 0,18
Keseragaman (%)	21,7 ± 2,8	51,8 ± 22,6	54,4 ± 21,2	42,7 ± 12,7
Mortalitas (ekor)	2,00	3,00	2,00	6,00
<i>Panting</i> (kali/menit)	124 ± 5,13	124 ± 1,35	132 ± 5,20	136 ± 8,66

Keterangan: R0 (ransum tanpa biji ketumbar/kontrol); R1 (ransum dengan biji ketumbar 1%); R2 (ransum dengan biji ketumbar 2%); R3 (ransum dengan biji ketumbar 3%). PBB (Pertambahan Bobot Badan), Keseragaman = Bobot Badan ± 10% Bobot Badan, g/e (gram/ekor), *panting* diukur saat suhu maksimum pemeliharaan. Superskrip non-kapital pada baris (PBB dan konsumsi *starter*) menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05).

Data di atas menunjukkan broiler seluruh perlakuan mengalami kondisi stres, seperti akibat suhu lingkungan. Hal ini bisa dilihat dari peubah keseragaman yang rendah (di bawah 90%), *panting* lebih dari 90 kali/menit (saat suhu di atas 25 °C), mortalitas terjadi pada periode *finisher* (Austic, 2000), dan konversi pakan di atas 1,64 (Charoen Pokphand, 2005). Taraf penggunaan biji ketumbar 2%-3% dalam ransum, mampu meningkatkan konsumsi dan pertambahan bobot badan (PBB) *starter*. Hal ini sangat diperlukan dalam mengurangi dampak negatif dari faktor penyebab stres (suhu). Minyak esensial pada biji ketumbar meningkatkan tambahan (aditif), serta dengan proporsi yang sesuai dalam ransum berkhasiat terhadap palatabilitas makanan, sehingga nafsu makan meningkat (Isao *et al.*, 2004).

Peningkatan konsumsi ini tentunya meningkatkan kuantitas nutrisi lain yang dikonsumsi. Mineral dan vitamin sangat membantu memetabolisme protein menjadi bentuk energi yang dapat digunakan oleh tubuh. Hal ini karena protein, mineral, vitamin, dan nutrisi lainnya sangat diperlukan untuk perkembangan dan pertumbuhan jaringan atau organ dalam menjalankan fungsinya seperti untuk produksi, perawatan, aktivitas fisiologis, imunitas, dan lain-lain (Fauci *et al.*, 2008). Mortalitas terjadi pada periode *finisher*, artinya terjadi setelah broiler memasuki umur 3 minggu. Austic (2000) menjelaskan suhu lingkungan panas mengakibatkan stres. Rangkaian fisiologis saat stres dapat menurunkan kepekaan terhadap penyakit (kualitas sel imun menurun), sehingga mortalitas cenderung tinggi.

Gous dan Morris (2005) menjelaskan tingkat stres akan membedakan dampak negatif yang dihasilkan, dan tergantung kemampuan individu beradaptasi. Contohnya adalah umur dan bobot badan yang meningkat, berbanding lurus dengan aktivitas metabolisme dan produksi panas tubuh. Broiler akan meningkatkan intensitas *panting* ketika panas tubuh tidak mampu lagi dikeluarkan akibat suhu lingkungan yang tinggi, karena suhu lingkungan merupakan faktor penyeimbang produksi panas tubuh (heat production/HP) dengan yang dihilangkan ke lingkungan (heat lost/HL). Artinya dengan kondisi lingkungan pemeliharaan yang sama, broiler yang memiliki bobot besar akan memiliki tingkat stres yang tinggi. Biji ketumbar tidak memperlihatkan khasiatnya terhadap peubah lainnya, karena faktor negatif terhadap peubah tidak dalam tingkat yang tinggi. Artinya suhu lingkungan pemeliharaan $26,27 \pm 3,91$ °C menghasilkan tingkat stres yang sedang.

Hematologi

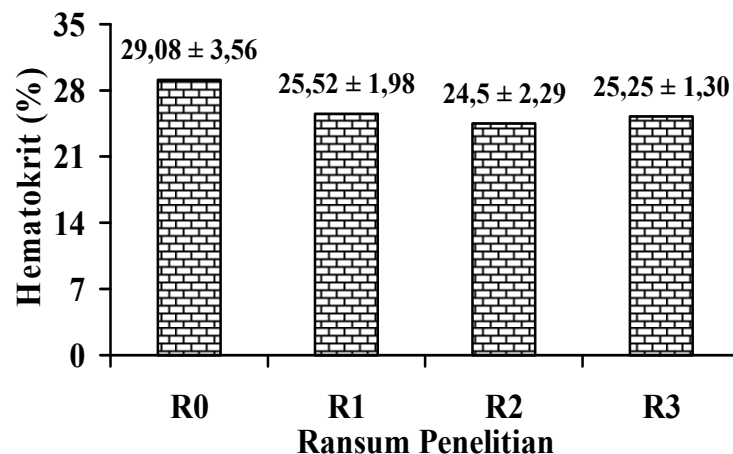
Darah terdiri dari komponen sel-sel yang terendam dalam cairan yang disebut plasma (Frandsen, 1992). Komponen sel-sel darah bersirkulasi dalam pembuluh memiliki fungsinya masing-masing dan akan bekerja dengan baik, jika memiliki gambaran darah atau hematologi yang normal. Hematologi pada ternak akan mengalami perubahan seiring dengan perubahan fisiologisnya. Faktor yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan hematologi yaitu faktor internal dan eksternal. Perubahan secara internal disebabkan oleh penambahan umur, status gizi, kesehatan, suhu tubuh, panas tubuh, dan stres. Perubahan secara eksternal dapat disebabkan penyakit mikroorganisme dan perubahan suhu lingkungan (Guyton dan Hall, 2010).

Austic (2000) menambahkan suhu lingkungan yang tinggi akan mengganggu keseimbangan cairan dan elektrolit tubuh, sehingga meningkatkan kebutuhan mineral dan vitamin, namun konsumsi turun. Fauci *et al.* (2008) menyebutkan mineral dan vitamin sangat dibutuhkan untuk membantu proses metabolisme nutrisi lain, memproduksi hemoglobin dan eritrosit, mengontrol ukuran eritrosit, jumlah hemoglobin, dan level imunoglobulin limfosit, sebagai kofaktor dalam alur proses pembentukan antibodi, serta memelihara stabilitas membran sel leukosit, mengoptimalkan aktivitas fagosit sel heterofil, perkembangan dan kinerja organ limfoid. Pemeriksaan gambaran darah atau hematologi merupakan salah satu cara untuk melihat adanya penyakit ataupun stres pada hewan. Hematologi merupakan peubah yang berguna pada penelitian kesehatan dan kesejahteraan hewan. Peubah hematologi merupakan salah satu metode untuk menetapkan suatu diagnosis penyakit yang dapat memberi gambaran tentang keadaan patologis dan fisiologis. Kelainan-kelainan dalam darah atau organ-organ pembentuk sel imunitas ternak dapat diketahui juga melalui pemeriksaan darah ini (Guyton dan Hall, 2010).

Stres juga bisa mengakibatkan produksi radikal bebas meningkat. Rangkaian fisiologis saat terjadi stres adalah meningkatnya kebutuhan oksigen untuk proses metabolisme tubuh. Proses metabolit oksigen yang dihasilkan sel atau jaringan tentu menghasilkan oksidan yang sangat reaktif (radikal bebas) yang bersirkulasi dalam darah, dan selanjutnya mencetuskan reaksi berantai yang dapat mengakibatkan kerusakan sel, penyumbatan aliran darah, dan dapat menimbulkan penyakit (Bottje *et al.*, 1995).

Hematokrit

Hematokrit adalah proporsi komponen darah dalam volume darah, yang terdiri dari sel darah merah. Hematokrit dapat digunakan untuk mendiagnosis kondisi normal, anemia, maupun polisitemia. Kondisi polisitemia ditandai dengan hematokrit dan jumlah eritrosit yang tinggi. Kondisi anemia ditandai dengan hematokrit dan jumlah eritrosit yang rendah. Hematokrit yang tinggi dengan jumlah eritrosit dan hemoglobin yang rendah, menunjukkan anemia disertai ukuran atau volume eritrosit yang membesar. Hematokrit dipengaruhi oleh jumlah dan ukuran eritrosit, serta faktor-faktor yang mempengaruhi eritrosit (Guyton dan Hall, 2010). Hasil penelitian menunjukkan penggunaan biji ketumbar sampai taraf 3% dalam ransum tidak memberikan pengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap persentase hematokrit broiler. Hematokrit broiler setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 2.

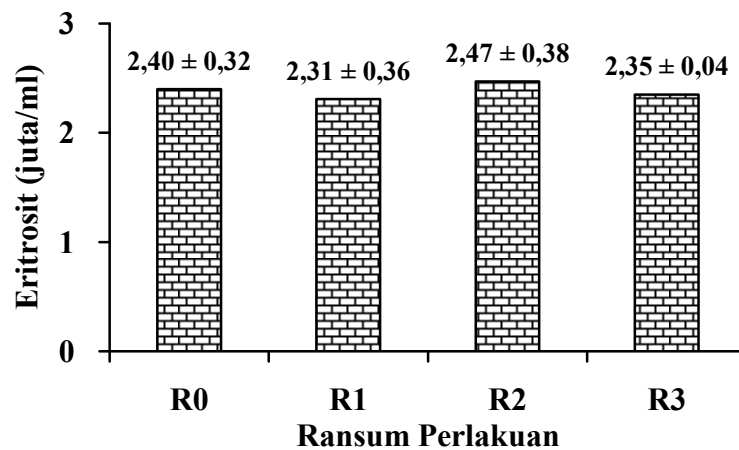


Gambar 2. Persentase Hematokrit Broiler Umur 5 Minggu yang Diberi Ransum Mengandung Biji Ketumbar (*Coriandrum sativum L.*) Taraf 0% (R0), 1% (R1), 2% (R2), dan 3% (R3)

Rataan persentase hematokrit broiler penelitian berada pada kisaran 24,50%-29,08%. Rataan ini berada dalam selang normal yang dilaporkan Mangkoewidjojo dan Smith (1988) yaitu 24,0%-43,0% dan Sugito (2007) yaitu 24,3%-30,1%. Biji ketumbar bisa dipakai dalam ransum hingga 3%, karena tidak memberi efek negatif pada nilai hematokrit broiler. Biji ketumbar tidak memperlihatkan khasiatnya, karena faktor penyebab anemia maupun polisitemia tidak dalam tingkat yang tinggi. Guyton dan Hall (2010) menjelaskan, hematokrit dikatakan normal jika memiliki jumlah eritrosit yang sesuai, bukan karena ukuran atau jumlahnya yang besar. Perhitungan jumlah eritrosit perlu dilakukan untuk melihat hal ini.

Eritrosit

Eritrosit berfungsi sebagai pengangkut hemoglobin yang selanjutnya membawa oksigen (O_2) dari paru-paru ke jaringan, nutrien yang disiapkan saluran pencernaan, sisa-sisa hasil metabolisme yang disekresikan ke ginjal, serta kelancaran sirkulasi darah. Jumlah eritrosit rendah memberi gambaran kondisi anemia, sedangkan jumlah eritrosit tinggi memberi gambaran kondisi polisitemia (Guyton dan Hall, 2010). Guyton dan Hall (2010) menambahkan, jumlah eritrosit dipengaruhi oleh umur, aktivitas individu, nutrien, ketinggian tempat, dan suhu lingkungan. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan penggunaan biji ketumbar sampai taraf 3% dalam ransum tidak memberikan pengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap jumlah eritrosit. Jumlah eritrosit setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 3.

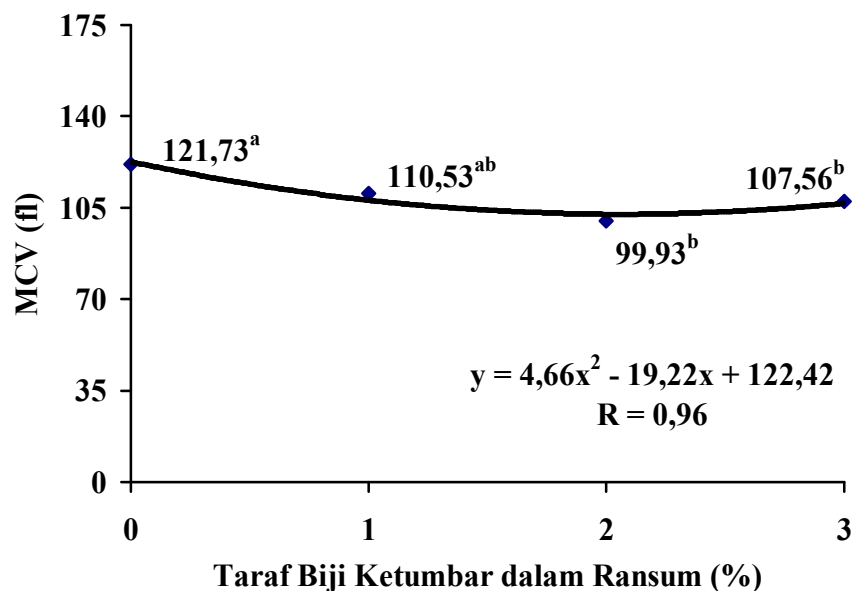


Gambar 3. Jumlah Eritrosit Broiler Umur 5 Minggu yang Diberi Ransum Mengandung Biji Ketumbar (*Coriandrum sativum L.*) Taraf 0% (R0), 1% (R1), 2% (R2), dan 3% (R3)

Rataan jumlah eritrosit broiler penelitian berada pada kisaran 2,31-2,47 juta/ml. Rataan ini berada dalam selang normal yang dilaporkan Mangkoewidjojo dan Smith (1988) yaitu 2,0-3,2 juta/ml dan Sugito (2007) yaitu 2,3-2,7 juta/ml. Biji ketumbar bisa dipakai dalam ransum hingga 3%, karena tidak memberi efek negatif pada eritrosit broiler. Biji ketumbar tidak memperlihatkan khasiatnya, karena faktor negatif terhadap eritrosit tidak dalam tingkat yang tinggi. Hasil ini juga menunjukkan kadar oksigen dalam darah, dan kebutuhan untuk melaksanakan fungsi eritrosit tercukupi. Jain (1993) menyatakan eritrosit dapat menjalankan fungsinya dengan baik dan nutrien untuk memproduksi eritrosit tercukupi, jika memiliki ukuran yang normal. Hal ini bisa dilihat dari hasil MCV (mean corpuscular volume).

Mean Corpuscular Volume (MCV)

Istilah *mean corpuscular volume* (MCV) adalah mengkategorikan ukuran rata-rata eritrosit. MCV akan bernilai tinggi saat terjadi anemia yang menandakan defisiensi asam folat, sementara MCV yang lebih rendah saat anemia menandakan defisiensi zat besi. Asam folat maupun zat besi sangat dibutuhkan sebagai bahan baku, produksi, mengontrol volume, dan perkembangan eritrosit (Fauci *et al.*, 2008). Hasil penelitian menunjukkan perlakuan penggunaan biji ketumbar sampai taraf 3% pada ransum memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap MCV broiler. Taraf penggunaan 1%-3% biji ketumbar dalam ransum mampu menghasilkan nilai MCV lebih rendah dari kontrol dan mulai naik kembali pada taraf 3%. Grafik pengaruh setiap perlakuan terhadap nilai MCV disajikan Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Hubungan Taraf Penggunaan Biji Ketumbar 0% (R0), 1% (R1), 2% (R2), dan 3% (R3) dalam ransum terhadap *Mean Corpuscular Volume* (MCV) Broiler Umur 5 Minggu

MCV broiler seluruh perlakuan berada pada kisaran 99,93-121,53 fl. Rataan MCV ini berada dalam selang MCV normal yang dilaporkan Schalm (2010) yaitu 90-140 fl. Hasil ini menunjukkan broiler perlakuan memiliki rata-rata ukuran eritrosit yang normal. Kondisi ini menunjukkan kebutuhan nutrien sebagai bahan baku untuk memproduksi eritrosit tercukupi, kecepatan, dan aktivitas atau fungsi eritrosit dalam sirkulasi darah berjalan baik. Frandson (1992) menjelaskan perubahan ukuran eritrosit bisa mempengaruhi viskositas cairan darah, sehingga bisa mempengaruhi

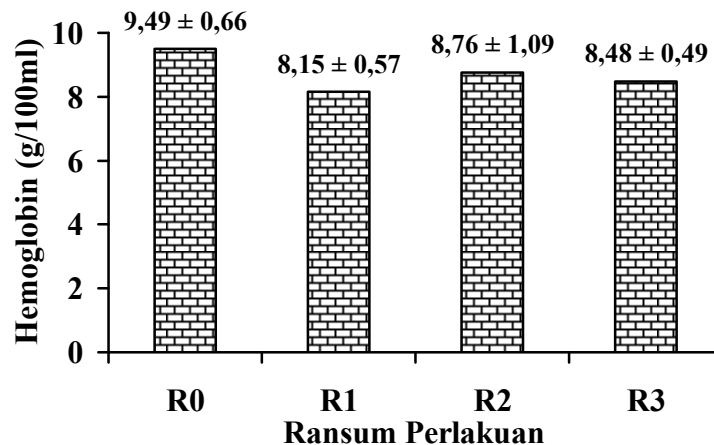
fungsi, aktivitas, dan kelancaran sirkulasi darah. Faktor yang mempengaruhi MCV adalah faktor yang mempengaruhi eritrosit, salah satunya stres akibat temperatur lingkungan yang tinggi. Stres panas akan menurunkan konsumsi pakan. Hal ini tentu akan menurunkan nutrisi seperti protein, zat besi, dan asam folat yang sangat diperlukan untuk perkembangan, mengontrol ukuran sel darah, dan produksi eritrosit. Austic (2000) menambahkan saat broiler terkena stres panas, keseimbangan cairan dan elektrolit tubuh akan terganggu, sehingga meningkatkan kebutuhan mineral dan vitamin. Zat besi dan asam folat merupakan mineral dan vitamin yang dibutuhkan untuk memproduksi dan mengontrol ukuran eritrosit.

Hasil pengamatan terhadap peubah sebelumnya (hematokrit, eritrosit, dan MCV) memperlihatkan bahwa, R0 memiliki hematokrit dan MCV paling tinggi, dengan jumlah eritrosit rendah dibanding perlakuan penggunaan biji ketumbar. Walaupun R0 masih dalam keadaan normal, namun hasil ini menunjukkan gejala-gejala negatif stres akibat suhu lingkungan. Guyton dan Hall (2010) menjelaskan faktor eksternal penyebab stres seperti suhu lingkungan, menyebabkan perubahan jumlah eritrosit yang rendah dengan persentase hematokrit yang tinggi. Hal ini karena volume atau ukuran eritrosit yang besar, dan MCV bernilai tinggi. MCV bernilai sangat tinggi menandakan defisiensi asam folat (B₉) (Fauci *et al.*, 2008).

Minyak esensial, mineral, dan vitamin yang banyak terkandung dalam biji ketumbar meningkatkan proporsi atau tambahan (aditif) dalam ransum dibanding kontrol. Minyak esensial (atsiri) dengan proporsi yang sesuai, sangat berkhasiat terhadap palatabilitas makanan, sebagai stimulan atau penguat organ pencernaan, mempercepat laju pengosongan perut, dan merangsang enzim pencernaan, sehingga dapat meningkatkan nafsu makan (Hernandez *et al.*, 2004). Peningkatan konsumsi ini tentunya meningkatkan konsumsi nutrisi lain. Menurut Fauci *et al.* (2008) mineral dan vitamin dengan proporsi yang sesuai sangat membantu memetabolisme protein menjadi bentuk energi yang dapat digunakan oleh tubuh. Hal ini karena protein, zat besi, dan asam folat sangat diperlukan untuk perkembangan, mengontrol ukuran sel darah, dan produksi eritrosit. Penggunaan biji ketumbar sampai taraf 3% dalam ransum memberi efek positif dibanding kontrol. Efek positif penggunaan biji ketumbar dalam ransum ini adalah mengatasi dan mengurangi peningkatan volume eritrosit broiler saat stres, seperti akibat suhu lingkungan panas pemeliharaan.

Hemoglobin

Hemoglobin merupakan petunjuk kecukupan oksigen. Hemoglobin berfungsi sebagai distributor oksigen (O_2) bagi jaringan, dan membawa karbon dioksida (CO_2) dari jaringan ke paru-paru (Guyton dan Hall, 2010). Hemoglobin dipengaruhi oleh kadar oksigen dan jumlah eritrosit, sehingga ada kecenderungan jika jumlah eritrosit rendah, maka kadar hemoglobin akan rendah, dan jika oksigen (faktor ketinggian tempat) dalam darah rendah, maka tubuh terangsang meningkatkan produksi hemoglobin dan eritrosit (Schalm, 2010). Hasil penelitian menunjukkan penggunaan biji ketumbar sampai taraf 3% dalam ransum tidak memberikan pengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap hemoglobin broiler. Kadar hemoglobin setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 5.

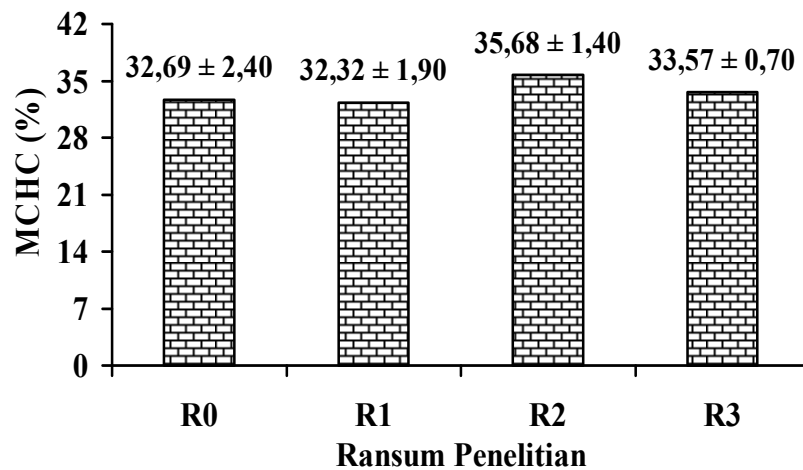


Gambar 5. Kadar Hemoglobin Broiler Umur 5 Minggu yang Diberi Ransum Mengandung Biji Ketumbar (*Coriandrum sativum L.*) Taraf 0% (R0), 1% (R1), 2% (R2), dan 3% (R3)

Rataan kadar hemoglobin broiler penelitian berada pada kisaran 8,15-9,46 g/100 ml. Rataan kadar hemoglobin ini berada dalam selang normal yang dilaporkan Mangkoewidjojo dan Smith (1988) yaitu 7,3-10,9 g/100 ml. Biji ketumbar bisa dipakai dalam ransum hingga 3%, karena tidak memberi efek negatif pada hemoglobin broiler. Biji ketumbar tidak memperlihatkan khasiatnya, karena faktor negatif terhadap hemoglobin tidak dalam tingkat yang tinggi. Hasil ini menunjukkan oksigen dalam darah untuk kebutuhan jaringan tercukupi, namun Jain (1993) menyatakan bahwa hemoglobin akan melakukan fungsinya dengan baik, jika konsentrasi hemoglobin sesuai jumlah eritrositnya dalam volume darah. Hal ini bisa dilihat dari hasil pengukuran MCHC (mean corpuscular hemoglobin concentration).

Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC)

Istilah *Mean corpuscular hemoglobin concentration* (MCHC) digunakan untuk mengukur konsentrasi hemoglobin yang sesuai dengan jumlah eritrositnya dalam cairan darah. MCHC akan bernilai rendah saat terjadi anemia. MCHC yang rendah mengindikasikan anemia disertai defisiensi zat besi, sementara MCHC yang tinggi mengindikasikan kecilnya ukuran eritrosit, yang mempengaruhi kecepatan sirkulasi darah (Fauci *et al.*, 2008). Faktor yang mempengaruhi MCHC adalah faktor yang mempengaruhi hematokrit dan hemoglobin. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan penggunaan biji ketumbar sampai taraf 3% dalam ransum tidak memberikan pengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap MCHC broiler. MCHC setiap perlakuan dapat dilihat pada Gambar 6.

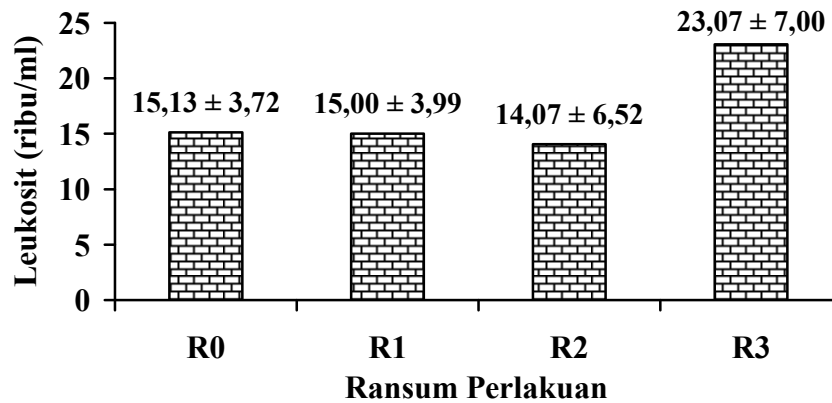


Gambar 6. *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration* (MCHC) Broiler Umur 5 Minggu yang Diberi Ransum Mengandung Biji Ketumbar (*Coriandrum sativum L.*) Taraf 0% (R0), 1% (R1), 2% (R2), dan 3% (R3)

Rataan MCHC broiler perlakuan dalam kisaran 32,32%-35,68%. Rataan MCHC ini berada dalam selang MCHC normal yang dilaporkan Schalm (2010) yaitu 26%-36%. Hasil ini menjelaskan broiler perlakuan memiliki konsentrasi hemoglobin yang sesuai dengan jumlah eritrositnya dalam cairan darah. Artinya hemoglobin melakukan fungsinya dengan baik, yaitu jumlah hemoglobin yang mengangkut oksigen (O_2) dari paru-paru atau dalam peredaran darah, yang dibawa oleh eritrosit untuk kebutuhan jaringan tercukupi, serta membawa karbon dioksida (CO_2) dari jaringan ke paru-paru. Kondisi ini tentunya membantu aktivitas metabolisme tubuh lebih baik (Schalm, 2010).

Leukosit

Hasil penelitian menunjukkan perlakuan penggunaan biji ketumbar sampai taraf 3% dalam ransum tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P>0,05$) terhadap jumlah leukosit broiler. Jumlah leukosit setiap perlakuan disajikan Gambar 7.



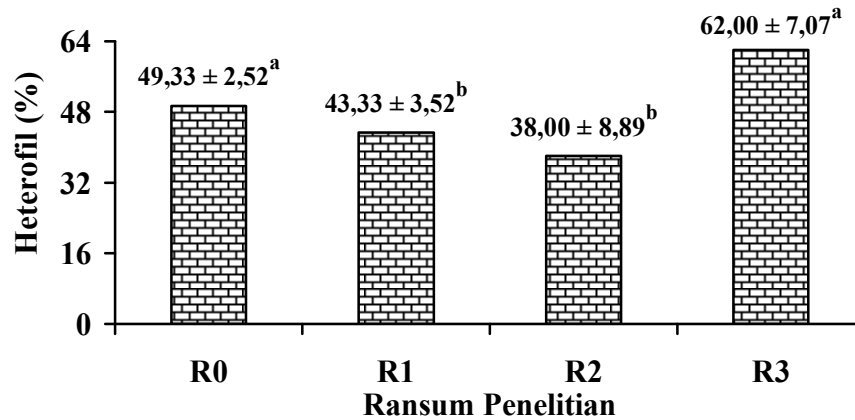
Gambar 7. Jumlah Leukosit Broiler Umur 5 Minggu yang Diberi Ransum Mengandung Biji Ketumbar (*Coriandrum sativum* L.) Taraf 0% (R0), 1% (R1), 2% (R2), dan 3% (R3)

Rataan jumlah leukosit pada broiler R0, R1, dan R2 berada di bawah jumlah leukosit yang dilaporkan Mangkoewidjojo dan Smith (1988) yaitu 16,0-40,0 ribu/ml dan Telabi *et al.* (2002) yaitu 20,7-24,1 ribu/ml. Leukosit di dalam aliran darah bersifat non fungsional karena akan diproduksi lebih banyak dan menuju jaringan ketika dibutuhkan. Indikasi lain dari rendahnya jumlah leukosit adalah rendahnya bobot organ pembentuk leukosit, khususnya limfoid (Frandsen, 1992).

Broiler R3 memiliki rata-rata jumlah leukosit tertinggi. Jumlah ini lebih tinggi dari yang dilaporkan Sugito (2007) yaitu 8,2-21,8 ribu/ml. Kondisi ini memberi gambaran stres yang tinggi, karena R3 memiliki bobot badan rata-rata yang besar sebagai salah satu penyebab tingkat stres yang tinggi (Guyton dan Hall, 2010). Bobot yang besar meningkatkan kinerja tubuh dalam melakukan adaptasi terhadap faktor penyebab stres. Faktor penyebab stres seperti suhu panas yang ditanggapi berbeda setiap individu broiler. Rangkaian proses fisiologis saat stres mengakibatkan terjadi gangguan sistem imunitas yang mengakibatkan kualitas leukosit menurun, namun jumlahnya meningkat. Peningkatan ini karena tubuh merespon untuk mencegah masuknya atau melawan penyakit (patologis). Hal ini menyebabkan fluktuatifnya jumlah leukosit. Peningkatan leukosit dalam waktu yang lama bisa mengakibatkan penurunan bobot organ penghasil leukosit (Sturkie, 2000; Gregg, 2002).

Heterofil

Hasil penelitian menunjukkan penggunaan biji ketumbar dalam ransum berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap persentase heterofil dengan nilai kepercayaan (R) sebesar 93,3%. Persentase heterofil setiap perlakuan disajikan Gambar 8.



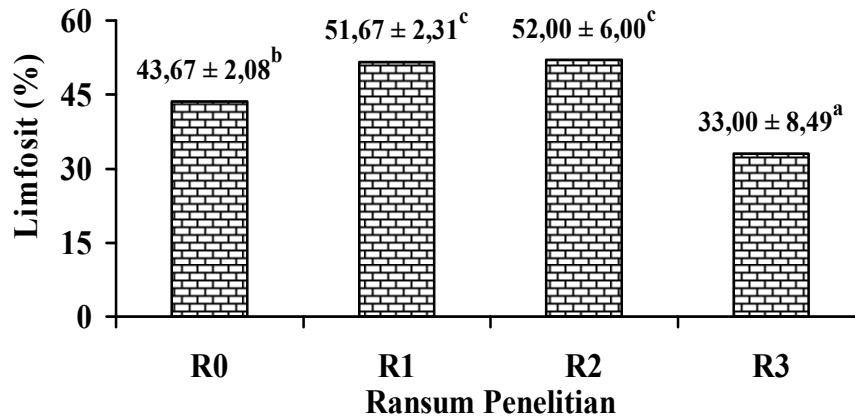
Gambar 8. : Diagram Hubungan Taraf Penggunaan Biji Ketumbar 0% (R0), 1% (R1), 2% (R2), dan 3% (R3) dalam Ransum Terhadap Persentase Heterofil Broiler Umur 5 Minggu

Rataan persentase heterofil broiler seluruh perlakuan antara 38%-62%. Rataan ini berada dalam kondisi stres, seperti yang dilaporkan Khan *et al.* (2002) yaitu stres terjadi saat persentase heterofil di atas 31,95%. Persentase heterofil yang tinggi karena dalam aliran darah terjadi peningkatan produksi heterofil atau penurunan jumlah limfosit. Kondisi ini mengindikasikan broiler terkena stres disertai rendahnya organ pembentuk limfosit. Heterofil merespon, diproduksi, serta bekerja sangat cepat akibat gangguan internal maupun eksternal fisiologis (penyebab stres). Heterofil dikenal sebagai garis pertahanan tubuh pertama (Day dan Schultz, 2010).

Penggunaan biji ketumbar sampai taraf 2% dalam ransum memberikan efek positif terhadap broiler. Efek positif ini karena biji ketumbar memiliki minyak esensial yang bekhasiat sebagai antibakteri (Isao *et al.*, 2004), sehingga heterofil tidak banyak diproduksi untuk aktivitas melawan agen penyakit. Kondisi ini juga menunjukkan terjadi penurunan tingkat stres, karena menurunnya persentase heterofil. Khasiat lain dari minyak esensial adalah meningkatkan konsumsi ransum. Peningkatan ini tentu meningkatkan konsumsi nutrisi seperti energi, protein (asam amino), mineral, dan vitamin. Semua nutrisi ini memiliki peranan terhadap level sel, aktivitas kerja sel, perkembangan, serta pemeliharaan jaringan penghasil heterofil dalam mengontrol produksi dan persentase heterofil dalam darah (Fauci *et al.*, 2008).

Limfosit

Hasil penelitian menunjukkan penggunaan biji ketumbar dalam ransum berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap persentase limfosit dengan nilai kepercayaan (R) sebesar 98,5%. Persentase limfosit setiap perlakuan disajikan Gambar 9.



Gambar 9. : Diagram Hubungan Taraf Penggunaan Biji Ketumbar 0% (R0), 1% (R1), 2% (R2), dan 3% (R3) dalam Ransum Terhadap Persentase limfosit Broiler Umur 5 Minggu

Rataan persentase limfosit broiler antara 43,67%-52,00%. Rataan ini berada dalam kondisi stres, seperti yang dilaporkan Khan *et al.* (2002) yaitu stres terjadi saat persentase limfosit di bawah 51,20%. Persentase limfosit ketika memiliki nilai rendah dari heterofil saat leukosit di bawah atau di atas normal, mengindikasikan broiler terkena stres, rendahnya bobot limfoid, dan penurunan tingkat kesehatan (Sturkie, 2000). Limfosit diberi predikat sebagai sel pertahanan paling utama, karena menunjukkan tingkat kesehatan ternak (Day dan Schultz, 2010).

Penggunaan biji ketumbar sampai taraf 2% dalam ransum memberikan efek positif terhadap broiler. Efek positif ini karena biji ketumbar memiliki minyak esensial yang bekhasiat sebagai antimikroba (Isao *et al.*, 2004), sehingga limfosit tidak banyak berkurang untuk aktivitas melawan agen penyakit. Kondisi ini juga menunjukkan terjadi penurunan tingkat stres, karena meningkatnya persentase limfosit. Khasiat lain dari minyak esensial adalah meningkatkan konsumsi ransum. Peningkatan ini tentu meningkatkan konsumsi nutrisi seperti energi, protein (asam amino), mineral, dan vitamin. Semua nutrisi ini memiliki peranan terhadap level sel, aktivitas kerja sel, perkembangan, serta pemeliharaan jaringan limfoid dalam mengontrol produksi dan persentase limfosit dalam darah (Fauci *et al.*, 2008).

Organ Limfoid

Hasil pengamatan terhadap persentase bobot organ limfoid yaitu timus, bursa fabrisius, dan limpa broiler umur 5 minggu disajikan Tabel 11.

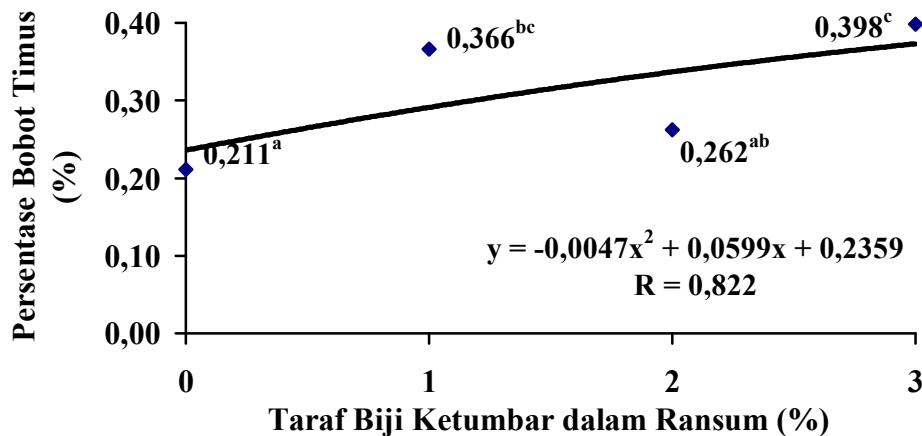
Tabel 11. Persentase Bobot Organ Timus, Bursa Babrisius, dan Limpa Broiler Umur 5 Minggu

Perlakuan	Peubah		
	Timus (%)	Bursa Fabrisius (%)	Limpa (%)
R0	0,211 ± 0,035 ^a	0,050 ± 0,003 ^b	0,104 ± 0,030
R1	0,366 ± 0,091 ^{bc}	0,045 ± 0,012 ^{ab}	0,045 ± 0,011
R2	0,262 ± 0,047 ^{ab}	0,060 ± 0,017 ^b	0,117 ± 0,045
R3	0,398 ± 0,004 ^c	0,027 ± 0,008 ^a	0,102 ± 0,047

Keterangan: R0 (ransum tanpa biji ketumbar/kontrol); R1 (ransum dengan biji ketumbar 1%); R2 (ransum dengan biji ketumbar 2%); R3 (ransum dengan biji ketumbar 3%), Superskrip non-kapital yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata pada kolom timus (P<0,01) dan bursa fabrisius (P<0,05)

Timus

Hasil penelitian menunjukkan perlakuan penggunaan biji ketumbar sampai taraf 3% dalam ransum memberikan pengaruh sangat nyata (P<0,01) terhadap persentase bobot timus. Grafik pengaruh perlakuan disajikan pada Gambar 10.



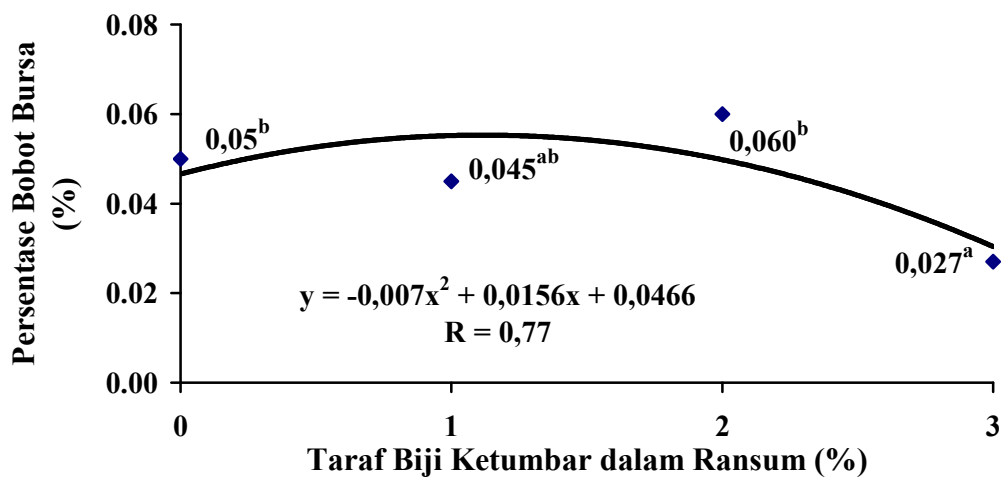
Gambar 10. Grafik Hubungan Taraf Penggunaan Biji Ketumbar 0% (R0), 1% (R1), 2% (R2), dan 3% (R3) dalam Ransum Terhadap Persentase Bobot Timus Broiler Umur 5 Minggu

Taraf penggunaan biji ketumbar samapai 3% dalam ransum mampu menghasilkan persentase bobot timus lebih besar dari kontrol. Rataan persentase bobot timus perlakuan berada pada kisaran 0,249%-0,522% masih di bawah

persentase bobot timus yang dilaporkan Toghyani (2010) dan Chen *et al.* (2002) yaitu 0,48% bobot hidup. Bobot timus sangat bervariasi, ukurannya relatif besar saat lahir dan mengalami pengecilan setelah dewasa. Timus yang sangat kecil merupakan reaksi terhadap kasus immunosupresi yang berlangsung lama (Sturkie, 2000).

Bursa Fabrisius

Hasil penelitian menunjukkan perlakuan penggunaan biji ketumbar sampai taraf 3% dalam ransum memberikan pengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap persentase bobot bursa fabrisius. Grafik pengaruh perlakuan disajikan pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik Hubungan Taraf Penggunaan Biji Ketumbar 0% (R0), 1% (R1), 2% (R2), dan 3% (R3) dalam Ransum Terhadap Persentase Bobot Bursa Fabrisius Broiler Umur 5 Minggu

Taraf penggunaan biji ketumbar 2% dalam ransum mampu menghasilkan persentase bobot bursa fabrisius terbesar dari perlakuan lain. Terjadi penurunan persentase bobot bursa fabrisius pada penggunaan biji ketumbar pada taraf 1% dan 3% dibandingkan kontrol. Hal ini karena tingkat kesehatan individu ternak dipengaruhi oleh kondisi kesehatan seperti penyakit tertentu, serta kondisi lain (lingkungan) yang ditanggapi individu berbeda, sehingga mempengaruhi organ penghasil sel imunitas (Gregg, 2002). Rataan persentase bobot bursa fabrisius perlakuan berada pada kisaran 0,027%-0,060%. Nilai ini di bawah persentase bobot yang dilaporkan Toghyani (2010) yaitu 0,098% bobot hidup. Bursa fabrisius yang relatif tetap dan membesar seiring peningkatan bobot atau umur ternak, cenderung tahan terhadap berbagai penyakit (Tizard, 1988). Kondisi ini merupakan efek kasus immunosupresi yang berlangsung lama (Sturkie, 2000; Kusnadi, 2009).

Bahasan Mengenai Timus dan Bursa Fabrisius

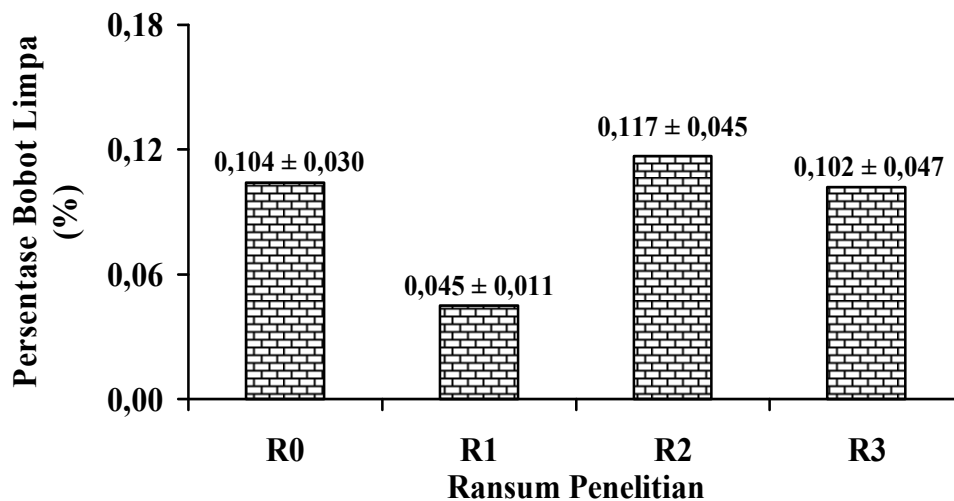
Hasil pengamatan untuk broiler R0, R1, R2 dari peubah ini menjelaskan bahwa, broiler terindikasi mengalami immunosupresi akibat stres yang berlangsung lama, dan mengakibatkan jumlah leukosit dalam darah yang rendah, serta bisa menurunkan tingkat kesehatan ternak. Hal ini diketahui dari persentase organ timus dan bursa fabrisius yang lebih rendah dari yang seharusnya (normal). Hasil menunjukkan untuk broiler R3, selain mengalami stres yang cukup lama, broiler terindikasi dalam keadaan patologis karena tingginya jumlah leukosit, serta bursa fabrisius yang relatif kecil. Bursa fabrisius yang sangat kecil mengindikasikan stres yang cukup tinggi, disertai aktifitas melawan mikroba patogen (spesifik) (Dellman dan Brown, 1989), seperti virus gumboro yang merupakan salah satu gejala spesifik adanya kasus immunosupresi (penyebab kematian) (Medion, 2008).

Hal ini terjadi karena meningkatnya aktivitas memproduksi dan menguras zat kebal yang disediakan, sehingga menurunkan bobot bursa fabrisius saat melawan penyakit spesifik. Bursa fabrisius merupakan tempat produksi antibodi (Sturkie, 2000). Gregg (2002) menambahkan tingkat kesehatan (kualitas sel) dipengaruhi oleh agen penyakit yang menyerang tubuh saat reaksi sistem imun terganggu akibat faktor penyebab stres yang ditanggapi individu berbeda. Faktor inilah yang menyebabkan fluktuasinya kondisi kesehatan ternak, walaupun ransum yang diberikan mengandung komponen medis. Penggunaan biji ketumbar dalam ransum taraf 2% merupakan proporsi paling ideal, yang memberi efek positif terhadap dua organ primer imunitas, karena diperlukan untuk mengurangi penurunan persentase bobot limfoid saat kasus immunosupresi pada broiler yang dipelihara di lingkungan tropis.

Hal ini karena minyak esensial (atsiri) biji ketumbar dapat meningkatkan nafsu makan (Hernandez *et al.*, 2004). Peningkatan konsumsi ini tentunya meningkatkan konsumsi nutrien lain yang diperlukan tubuh. Menurut Fauci *et al.* (2008) protein sangat diperlukan untuk perkembangan organ limfoid. Asam amino berperan meningkatkan aktivitas kerja timus dan bursa fabrisius, serta meningkatkan level imunoglobulin yang menentukan level atau titer antibodi. Vitamin berperan sebagai kofaktor dalam alur proses pembentukan antibodi. Vitamin C berfungsi memelihara stabilitas membran sel leukosit dan mengoptimalkan aktivitas fagosit dari sel heterofil (Fauci *et al.*, 2008; Medion, 2008).

Limpa

Hasil penelitian menunjukkan perlakuan penggunaan biji ketumbar sampai taraf 3% dalam ransum tidak memberikan pengaruh nyata ($P>0,05$) terhadap persentase bobot limpa. Limpa yang letaknya menempel pada lambung, jika mempunyai bobot yang relatif kecil bisa mengindikasikan nafsu makan yang rendah, karena limpa langsung menyalurkan sebagian sari-sari makanan atau minuman yang telah diproses dalam lambung dengan bantuan eritrosit yang diproduksinya (Fauci *et al.*, 2008). Urutan persentase bobot limpa dari yang terendah adalah R1, R3, R0, dan R2, dan urutan konsumsi ransum mulai dari terendah adalah R1, R3, R0, dan R2. Persentase bobot limpa setiap perlakuan disajikan pada Gambar 12.



Gambar 12. Persentase Bobot Limpa Broiler Umur 5 Minggu yang Diberi Ransum Mengandung Biji Ketumbar (*Coriandrum sativum L.*) Taraf 0% (R0), 1% (R1), 2% (R2), dan 3% (R3)

Persentase bobot limpa perlakuan berada pada kisaran 0,045%-0,117% dari bobot hidup. Persentase ini masih di bawah persentase bobot limpa yang dilaporkan Putnam (1991) dan Toghyani *et al.* (2010) yaitu 0,18%. Limpa akan memproduksi leukosit jenis limfosit lebih banyak ketika organ imunitas primer (timus atau bursa fabrisius) memerlukan bantuan. Tizard (1988) menjelaskan, limpa akan berkembang pesat (lebih besar dari normal) saat serangan penyakit yang meradang (gejala klinis). Organ limfoid sekunder seperti limpa yang sangat kecil merupakan reaksi terhadap kondisi immunosupresi yang berlangsung dalam jangka waktu lama (Gregg, 2002).

Malondealdehida Plasma Darah

Normal produksi radikal bebas dalam darah tidak dapat diprediksi secara tepat, namun bisa memprediksi tingkat kerusakan sel yang dapat menurunkan kesehatan. Tinggi rendahnya radikal bebas, selama bisa ditanggulangi oleh antioksidan tubuh masih dapat dikatakan normal. Tingkat kerusakan sel atau jaringan tubuh akibat aktivitas radikal bebas dapat ditentukan dengan mengukur kadar malondialdehida (MDA) plasma darah. MDA adalah produk peroksida lipid yang merupakan reaksi berantai radikal bebas, yang menyerang asam lemak tidak jenuh ganda pada membran sel (Bottje *et al.*, 1995).

Radikal bebas sangat mengganggu integritas sel lain, karena dapat bereaksi dengan komponen-komponen yang penting untuk mempertahankan kehidupan sel, baik komponen struktural (penyusun membran) maupun fungsional (enzim dan DNA). Radikal bebas seperti MDA dapat meningkatkan kadar LDL (low density lipoprotein), yang menjadi penyebab penimbunan kolesterol pada dinding pembuluh darah, akibatnya timbullah *atherosclerosis*. Kondisi ini akan menghambat kelancaran sel darah dalam melakukan fungsinya di pembuluh darah (Bottje *et al.*, 1995). Pengaruh perlakuan terhadap kadar MDA broiler disajikan Tabel 12.

Tabel 12. Kadar Malondealdehida (MDA) Plasma Darah Broiler Umur 5 Minggu

Perlakuan	Kadar Malondealdehida ($\eta\text{g/ml}$)
R0	$6,35 \pm 0,58$
R1	$6,29 \pm 0,12$
R2	$5,38 \pm 0,16$
R3	$7,54 \pm 0,19$

Keterangan: R0 (ransum tanpa biji ketumbar/kontrol); R1 (ransum dengan biji ketumbar 1%); R2 (ransum dengan biji ketumbar 2%); R3 (ransum dengan biji ketumbar 3%).

Hasil penelitian menunjukkan penggunaan biji ketumbar sampai 3% dalam ransum tidak memberikan efek ($P>0,05$) terhadap kadar MDA plasma darah pada broiler. Biji ketumbar yang banyak mengandung vitamin C dengan taraf penggunaan sampai 3%, belum mampu memperlihatkan penurunan yang nyata dibanding kontrol. Kadar MDA seluruh perlakuan berkisar antara 5,38-7,54 $\eta\text{g/ml}$. Hasil ini lebih tinggi yang dilaporkan Adriyana (2011) yaitu broiler dalam suhu pemeliharaan yang sesuai, serta diberikan ransum komersil memiliki kadar MDA antara 1,53-2,15 $\eta\text{g/ml}$.

Evaluasi Penggunaan Biji Ketumbar dalam Ransum

Data-data mengenai evaluasi biaya penggunaan biji ketumbar dalam ransum terhadap pertambahan bobot badan broiler disajikan Tabel 13.

Tabel 13. Biaya Penggunaan Biji Ketumbar dalam Ransum Terhadap Pertambahan Bobot Badan Broiler Umur 5 Minggu

Penilaian	Perlakuan			
	R0	R1	R2	R3
Konsumsi Ransum <i>Starter</i> (g/ekor)	815,74	691,87	835,81	773,36
Harga Ransum <i>Starter</i> (Rp/Kg)	6.350	6.500	6.700	6.850
Biaya Ransum <i>Starter</i> (Rp/ekor)	5.180	4.497	5.600	5.298
Konsumsi Ransum <i>Finisher</i> (g/ekor)	1.383	1.339	1.388	1.299
Harga Ransum <i>Finisher</i> (Rp/Kg)	6.200	6.400	6.550	6.700
Biaya Ransum <i>Finisher</i> (Rp/ekor)	8.576	8.568	9.089	8.703
Total Biaya Ransum (Rp/ekor)	13.756	13.065	14.689	14.000
Pertambahan Bobot Badan (g/ekor)	1.175	1.173	1.214	1.266
Biaya Ransum Perbobot Badan (Rp/g)	11,70	11,14	12,10	11,06

Keterangan : R0 (ransum tanpa biji ketumbar/kontrol); R1 (ransum dengan biji ketumbar 1%); R2 (ransum dengan biji ketumbar 2%); R3 (ransum dengan biji ketumbar 3%).

Biaya ransum *starter* maupun *finisher* dengan penggunaan biji ketumbar meningkatkan harga ransum. Hal ini menunjukkan bahan baku biji ketumbar sebesar Rp 20.000/kg meningkatkan harga ransum. Profit yang dihasilkan jika melihat biaya ransum yang harus dikeluarkan untuk kenaikan satu gram bobot badan R3 lebih rendah dari ransum lainnya. Hal ini karena perlakuan R3 menghasilkan pertambahan bobot badan rata-rata tertinggi. Biaya ransum yang harus dikeluarkan R3 paling besar untuk memperoleh profit yang lebih besar. Jika dilihat dari tingkat kesehatan yang diperoleh dari keterkaitan seluruh peubah, dengan asumsi manajemen pemeliharaan dan kondisi lingkungan sama, menghasilkan broiler R2 dalam tingkat kesehatan tertinggi diantara yang lain. Tingkat kesehatan broiler mulai dari yang tertinggi adalah R2, R1, R0, dan R3, serta untuk peforma adalah R3, R2, R1, dan R0.

Bahan baku ransum alternatif atau alami (herbal) seperti biji ketumbar sangat aplikatif, memberi efek positif dalam menjaga atau mengurangi penurunan kesehatan dan peforma yang menjadi masalah peternak tropis. Hal ini tentu menguntungkan bagi produsen karena memiliki ternak lebih sehat dengan peforma baik, sehingga bisa memiliki pasar khusus (daging ayam organik) dan meningkatkan profit.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Biji ketumbar bisa digunakan sebagai bahan pakan, serta ransum dengan komposisi biji ketumbar 2% dapat diaplikasikan untuk mendapatkan tingkat kesehatan yang tinggi, dan taraf 2%-3% untuk menghasilkan performa yang baik pada broiler yang dipelihara di lingkungan tropis.

Saran

Percobaan perlakuan suhu panas ekstrim perlu dilakukan pada broiler untuk melihat pengaruh atau khasiat biji ketumbar dalam menurunkan efek negatif akibat stres suhu lingkungan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya. Salawat serta salam semoga tercurah kepada Nabi Besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat dan para pengikutnya hingga akhir zaman. Kesempatan kali ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ayahanda H. Asep Ulil Albab dan Ibunda tercinta Hj. Latifah, kakak Fitri Rahmawati, adik Deden Al-Hikmatullah dan Ikhfan Firdaus yang memberi moril serta materil penulis selama berkuliah.
2. Ir. Widya Hermana, M.Si selaku pembimbing akademik dan pembimbing anggota skripsi, Dr. Rita Mutia, M.Agr selaku pembimbing utama skripsi. Beliau telah menyediakan waktu untuk membimbing dan mengarahkan penulis selama masa perkuliahan, penelitian dan penulisan skripsi, dan Prof. Wiranda G Piliang yang telah bersedia berdiskusi dengan penulis.
3. Dr. Ir. Jajat Jachja Fahmi Arief, M.Agr dan Dr. Ir. Rudi Afnan, S.Pt., M.Sc.Agr selaku dosen penguji dan kepada Dr. Sri Suharti, S.Pt. M.Si sebagai panitia sidang yang telah memberikan masukan untuk skripsi ini.
4. Dr. Ir. Idat G. Permana, M. Sc. Agr selaku Ketua Departemen INTP, dan Ir. Lilis Khotijah, M.Si sebagai dosen pembahas seminar.
5. Teti Sri Yulianti, S.Si sebagai kekasih tercinta yang memberi dukungan semangat, kerja, dan materil.
6. Agis, Fenni, Sherly, Riadhi, Adit, Rifki, dan Handi sebagai grup penelitian yang memberikan dukungan materil dan kerja sama selama penelitian.
7. Teman-teman ANTRAKS 44 (INTP 2007), Ibu Lanjarsih dan Mas Mul (Lab INTU), Pak Eka (Lab IPTU), satpam kandang, serta pihak yang tidak bisa disebutkan yang memberikan dukungan kerja, materil, dan selalu siap membantu selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriyana, L. 2011. Suplementasi selenium dan vitamin E terhadap kandungan MDA, GSH-Px plasma darah, dan bobot organ limfoid broiler yang diberi cekaman panas. Skripsi. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Astawan, M. 2009. Ketumbar. <http://cybehealth.cbn.net.id> [3 Februari 2011]
- Austic, R. E. 2000. Feeding Poultry in Hot and Cold Climates: Stress Physiology in Livestock. 3rd Ed. Poultry CRC Press, Florida.
- Badan Pusat Statistik. 2003. Suhu dan Kelembaban Harian. Badan Pusat Statistik RI, Jakarta.
- Badan Pusat Statistik. 2005. Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia. Badan Pusat Statistik RI, Jakarta.
- Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. 2004. Tanaman Obat: Ketumbar (*Coriandrum sativum L.*). Departemen Kesehatan RI, Jakarta.
- Bottje, W., B. Enkvetchakul, & R. Moore. 1995. Effect of α -tocopherols on antioxidants, lipid peroxidation, and the incidence of pulmonary hypertension syndrome (ascites) in broilers. *Poult. Sci.* 74: 1356-1369.
- Charoen Pokphand Indonesia. 2004. Feed and Nutrition in Broiler Management. Stadium General Charoen Pokphand, Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Charoen Pokphand Indonesia. 2005. Manual manajemen broiler CP 707. www.charoenpokphand.org.com [3 Februari 2011]
- Chen H. L., D. F. Li., B. Y. Chang, L. M. Gong, J. G. Dai, & G. F. Yi. 2002. Effects of chinees herbal polysaccharides on the imunity and growth performance of young broiler. *Poult. Sci.* 81: 364-370.
- Chithra, V. & S. Leelamma. 1997. Hypolipidermic effect of coriander seeds (*Coriandrum sativum*). Antioxidant enzyme in experimental animals. *Ind. J. Biochem. Biophys.* 36: 59-61.
- Clarkson, P. M. & H. S. Thomson. 2000. Antioxidant: what role do they play in physical activity and health?. *Am. J. Clin. Nutr.* 72: 637-646.
- Day, M. J. & R. D. Schultz. 2010. Veterinary Immunology: Principles and Practice. Manson Publishing, London.
- Dellman, H. D. & E. M. Brown. 1989. Histologi Veteriner. 3rd Ed. Terjemahan Ames Iowa. UI Press, Jakarta.
- Direktorat Jendral Peternakan. 2009. Kumpulan SNI Ransum. Departemen Pertanian RI, Jakarta.

- Efendi, D. 2010. Peforma dan respon fisiologis ayam broiler yang diberi ransum mengandung 1,5% ampas buah merah (*Pandanus conoideus*) pada waktu pemberian dan suhu kandang berbeda. Tesis. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Fauci, B., K. Hauser, Longo, & Jameson. 2008. Principles of Internal Medicine. 17th Ed. McGraw Hill Companies, New York.
- Frandsen, R. D. 1992. Anatomi dan Fisiologi Ternak. 4th Ed. Terjemahan B. Srigandono, Koen Praseno. GMU Press, Yogyakarta.
- Giiler, T., O. N. Ertas, M. Ciftci, & B. Dalkhe. 2005. The effect of coriander seed (*Coriandrum sativum L.*) as diet ingredient on the performance of Japanese quail. J. Anim. Sci. 35: 260-266.
- Gous, R. M. & T. R. Morris. 2005. Effect of high temperature on broiler. World's Poult Sci J. 61: 463-475.
- Gregg, J. C. 2002. Immunity Commercial Chicken Meat and Egg Production. 5th Ed. Springer Science and Business Media, New York.
- Guenther, E. 1990. Minyak Atsiri. 4th Ed. Terjemahan S. Ketaren dan R. Mulyono. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Guyton, A. C. & J. E. Hall. 2010. Textbook of Medical Physiology. 12th Ed. W. B. Saunders Company, Philadelphia.
- Hadipoentyanti, E. & S. Wayuni. 2004. Pengelompokan Kultivar Ketumbar Berdasarkan Sifat Morfologi. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat Departemen Kesehatan, Bogor.
- Handoko. 2007. Iklim dan Cuaca. 4th Ed Dasar Klimatologi. IPB Press, Bogor.
- Hernandez, F., J. Madrid, V. Garcia, J. Orengo, & M. D. Megias. 2004. Influence of two plant extract on broiler performance, digestibility and digestive organ size. Poult. Sci. 83: 169-174.
- Isao, K., F. Ken-Ichi, K. Aya, N. Ken-Ichi, & A. Tetsuya. 2004. Antimicrobial activity of coriander volatile compound against Salmonella choleraesuis. J. Agric. Food Chem. 52: 3329-3332.
- Jain, N. C. 1993. Essentials of Veterinary Haematology. Lea and Fabiger, Philadelphia.
- Khan, W. A., A. Khan, A. D. Anjum, & Z. U. Rehman. 2002. Effects of induced heat stress on haematological values in broiler chicks. Int. J. Agri. Bio. 4 (1): 1560 – 8530.

- Kusnadi, E. 2009. Perubahan malondialdehida hati, bobot relatif bursa fabricius dan rasio heterofil/limfosit ayam broiler yang diberi cekaman panas. *Med. Pet* 32(2): 81-87.
- Lawrence, B. M. & R. J. Reynolds. 1988. Progress in essential oils. *Perfumer Flavorist*. An Allured Publication. 13(3): 49-50.
- Lesson, S. & J. Summers. 2005. *Commercial Poultry Nutrition*. 3rd Ed. Ontario, Canada.
- Mangkoewidjojo, S. & J. B. Smith. 1988. *Pemeliharaan, Pembiakan dan Penggunaan Hewan Percobaan di Daerah Tropis*. UI Press, Jakarta.
- Medion. 2008. Optimalkan produksi saat *heat stress*. <http://info.medion.co.id> [3 Februari 2011]
- Mujahid, A., Y. Akiba, & M. Toyomizu. 2007. Acute heat stress induces oxidative stress and decreases adaptation in young white leghorn cockerels by down regulation of avian uncoupling protein. *Poult. Sci.* 86: 364-371.
- Post, J. J., M. J. Rebel, & H. M. Huurne. 2002. Automated blood cell Count: a sensitive and reliable method to study corticosterone-related stress in broilers. *Poult. Sci.* 81: 591-595.
- Putnam, P. A. 1991. *Handbook of Animal Science*. CAB International, London.
- Rice-Evans, C. A. & T. D. Anthony. 1991. *Symons MCR, Technique in Free Radical Research*. Elsevier Publication, Nederland.
- Saeid, J. M. & A. S. Al-Nasry. 2010. Effect of dietary coriander seeds supplementation on growth performance carcass trait and blood parameters of broiler chickens. *Int. J. Poult. Sci.* 9: 867-870.
- Schalm. 2010. *Schalm's Veterinary Hematology*. 6th Ed. Editor: J. Douglas, Weiss K, Jane W. Blackwell Publishing Ltd, Oxford.
- Steel. R. G. D. & J. H. Torrie. 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. 2^{sd} Ed. Terjemahan B. Sumantri. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sturkie, P. D. 2000. *Avian Physiology*. 15th Ed. Springer-Verlag, New York.
- Sugito. 2007. *Kajian penggunaan kulit jaloh sebagai anti stress pada ayam broiler yang diberi cekaman panas*. Disertasi. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sunbul, J. H., H. A. Essa, K. A. Farah, & E. A. Hanan. 2010. Effect of coriander seed (*Coriander sativum L.*) as diet ingredient on broilers performance under high ambient temperature. *Int. J. Poult. Sci.* 9: 968-971.

- Suryohudoyo, P. 2000. Oksidan, Antioksidan, dan Radikal Bebas. Ilmu Kedokteran Molekuler. Kapita Selekta, Jakarta.
- Swenson, M. J. 1984. Dukes' Physiology of Domestic Animals. 10th Ed. Cornwell University Press, Itacha and London.
- Talebi, A., S. Asri-Rezaei, R. R. Chai, & R. Sahraei. 2005. Comparative studies on haematological values of broiler strains (Ross, Cobb, Arbor-acres, and Arian). *Int. J. Poult. Sci.* 4 (8): 573-579.
- Tizard, I. 1988. Pengantar Immunologi Veteriner. 3rd Ed. Terjemah M. Partodiredjo. Airlangga University Press, Surabaya.
- Toghyani, M., M. Tohidi, A. A. Gheisari, & S. A. Tabeidian. 2010. Performance, immunity, serum biochemical and hematological parameters in broiler chicks fed dietary thyme as alternative for an antibiotic growth promoter. *Afr. J. Biotechnol.* 9 (40): 6819-6825.
- Unandar, T. 2001. Titik Lemah Broiler Modern. Buletin Elanco. Elanco, Jakarta.
- USDA. 2009. Coriander seeds nutrition facts (USDA national nutrient data). www.nutrition-and-you.com [3 Februari 2011]
- USDA. 2010. Coriandrum sativum (USDA national plant data base). www.medicinalscoriander.com [6 Mei 2012]
- Wahju, J. 2004. Ilmu Nutrisi Unggas. 4th Ed. GMU Press, Yogyakarta.
- Wangensteen, H., A. B. Samuelsen, & K. E Malterud. 2004. Antioksidan activity in extracts from coriander. *Food Chem.* 88: 293-297.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Analisis Ragam Persentase Hematokrit

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	38,64	12,88	2,19 ^{ns}	4,07	7,59
Galat	8	47,04	5,88			
Total	11	85,68				

Lampiran 2. Analisis Ragam Jumlah Eritrosit

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	0,04	0,01	0,15 ^{ns}	4,07	7,59
Galat	8	0,75	0,09			
Total	11	0,80				

Lampiran 3. Analisis Ragam *Mean Corpuscular Volume* (MCV)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	735,75	245,25	4,87*	4,07	7,59
Galat	8	402,48	50,31			
Total	11	1138,23				

Lampiran 4. Analisis Ragam *Mean Corpuscular Volume* (MCV) (Uji Lanjut)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	735,75	245,25	4,87*	4,07	7,59
Linear	1	423,22	423,22	8,41*	5,32	11,26
Kuadrat	1	265,82	265,82	5,28 ^{ns}	5,32	11,26
Kubik	1	46,71	46,71	0,93 ^{ns}	5,32	11,26
Galat	8	402,48	50,31			
Total	11	1138,23				

Lampiran 5. Analisis Ragam Kadar Hemoglobin

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	2,79	0,93	1,70 ^{ns}	4,07	7,59
Galat	8	4,39	0,55			
Total	11	7,19				

Lampiran 6. Analisis Ragam *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration* (MCHC)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	20,43	6,81	2,33 ^{ns}	4,07	7,59
Galat	8	23,42	2,93			
Total	11	43,85				

Lampiran 7. Analisis Ragam Jumlah Leukosit

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	158,28	52,76	1,74 ^{ns}	4,07	7,59
Galat	8	242,64	30,33			
Total	11	400,92				

Lampiran 8. Analisis Ragam Persentase Heterofil

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	749,58	249,86	7,13*	4,35	8,45
Galat	7	245,33	35,05			
Total	10	994,91				

Lampiran 9. Analisis Ragam Persentase Heterofil (Uji Lanjut)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	749,58	249,86	7,13*	4,35	8,45
R1,R2 vs R0,R3	1	514,38	514,38	14,68**	5,59	12,25
R0 vs R3	1	192,53	192,53	5,49 ^{ns}	5,59	12,25
R2 vs R1	1	42,67	42,67	1,22 ^{ns}	5,59	12,25
Galat	7	245,33	35,05			
Total	10	994,91				

Lampiran 10. Analisis Ragam Persentase Limfosit

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	558,30	186,10	7,98*	4,35	8,45
Galat	7	163,33	23,33			
Total	10	721,64				

Lampiran 11. Analisis Ragam Persentase Limfosit (Uji Lanjut)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	558,30	186,10	7,98*	4,35	8,45
R1,R2 vs R0,R3	1	421,60	421,60	18,07**	5,59	12,25
R0 vs R3	1	136,53	136,53	5,85*	5,59	12,25
R2 vs R1	1	0,17	0,17	0,01 ^{ns}	5,59	12,25
Galat	7	163,33	23,33			
Total	10	721,64				

Lampiran 12. Analisis Ragam Persentase Bobot Timus

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	0,069	0,023	7,88**	4,07	7,59
Galat	8	0,023	0,003			
Total	11	0,093				

Lampiran 13. Analisis Ragam Persentase Bobot Timus (Uji Lanjut)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	0,069	0,023	7,88*	4,07	7,59
Linear	1	0,032	0,032	10,799*	5,32	11,26
Kuadrat	1	0,0003	0,0003	0,096 ^{ns}	5,32	11,26
Kubik	1	0,037	0,037	12,759**	5,32	11,26
Galat	8	0,023	0,003			
Total	11	0,093				

Lampiran 14. Analisis Ragam Persentase Bobot Bursa Fabrisius

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	0,0017	0,0006	4,69	4,07	7,59
Galat	8	0,0010	0,0001			
Total	11	0,0027				

Lampiran 15. Analisis Ragam Persentase Bobot Bursa Fabrisius (Uji Lanjut)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	0,264	0,088	4,08*	4,07	7,59
Linear	1	0,037	0,037	1,69 ^{ns}	5,32	11,24
Kuadratik	1	0,101	0,101	4,67 ^{ns}	5,32	11,24
Kubik	1	0,127	0,127	5,88*	5,32	11,24
Galat	8	0,173	0,022			
Total	11	0,437				

Lampiran 16. Analisis Ragam Persentase Bobot Limpa

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	0,009	0,003	2,27 ^{ns}	4,07	7,59
Galat	8	0,011	0,001			
Total	11	0,020				

Lampiran 17. Analisis Ragam Kadar Malondealdehida Plasma Darah

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	701,69	233,90	1,16 ^{ns}	4,07	7,59
Galat	8	1.609,89	201,24			
Total	11	2.311,58				

Lampiran 18. Analisis Ragam Bobot Badan

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	17.233,51	5.744,50	1,14 ^{ns}	4,07	7,59
Galat	8	40.265,86	5.033,23			
Total	11	57.499,38				

Lampiran 19. Analisis Ragam Pertambahan Bobot Badan *Starter*

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	11.132,06	3710,69	15,43	4,07	7,59
Galat	8	1.924,10	240,51			
Total	11	13056,17				

Lampiran 20. Analisis Ragam Pertambahan Bobot Badan *Starter* (Uji Lanjut)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	11.132,06	3.71,69	15,43	4,07	7,59
Linear	1	1.907,26	1.907,26	7,93*	5,32	11,26
Kuadratik	1	350,03	350,03	1,46 ^{ns}	5,32	11,26
Kubik	1	8.874,77	8.874,77	36,90**	5,32	11,26
Galat	8	1.924,10	240,51			
Total	11	13056,17				

Lampiran 21. Analisis Ragam Pertambahan Bobot Badan *Finisher*

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	13.700,79	4.566,93	1,37 ^{ns}	4,07	7,59
Galat	8	26.716,71	3.339,59			
Total	11	40417,50				

Lampiran 22. Analisis Ragam Konsumsi Ransum *Starter*

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	36.601,63	12.200,54	5,45*	4,07	7,59
Galat	8	17.893,30	2.236,66			
Total	11	54.494,93				

Lampiran 23. Analisis Ragam Konsumsi Ransum *Starter* (Uji Lanjut)

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	36.601,63	12.200,55	5,46*	4,07	7,59
Linear	1	42,31	42,31	0,02 ^{ns}	5,32	11,26
Kuadrat	1	2.829,30	2.829,30	1,27 ^{ns}	5,32	11,26
Kubik	1	33.730,03	33.730,03	15,08**	5,32	11,26
Galat	8	17.893,30	2.236,66			
Total	11	54.494,93				

Lampiran 24. Analisis Ragam Konsumsi Ransum *Finisher*

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	15.738,12	5.246,04	0,53 ^{ns}	4,07	7,59
Galat	8	78.699,11	9.837,39			
Total	11	94.437,22				

Lampiran 25. Analisis Ragam Konversi Ransum

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	0,095	0,032	2,13 ^{ns}	4,07	7,59
Galat	8	0,120	0,015			
Total	11	0,215				

Lampiran 26. Analisis Ragam Keseragaman

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	1.987,16	662,39	2,35 ^{ns}	4,07	7,59
Galat	8	2.254,90	281,86			
Total	11	4.242,06				

Lampiran 27. Analisis Ragam *Panting*

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	F0,05	F0,01
Perlakuan	3	249,67	83,22	2,55 ^{ns}	4,07	7,59
Galat	8	261,33	32,67			
Total	11	511,00				

Keterangan: ns (not significant) = tidak nyata; * = berbeda nyata dengan taraf kesalahan 5% ($\alpha = 0,05$); ** = beda nyata dengan taraf kesalahan 1% ($\alpha = 0,01$); db = derajat bebas; JK = jumlah kuadrat; KT = kuadrat tengah; Fhit = nilai F yang diperoleh dari hasil pengolahan data.

Lampiran 28. Suhu Harian Kandang Percobaan

Hari Ke-	Waktu Pengamatan (WIB)			Rataan Suhu dalam Kandang (°C)
	07.00	14.00	18.00	
H-1	23,00	33,00	26,00	26,40
1	23,60	32,60	26,50	26,45
2	23,10	32,90	26,50	26,38
3	23,00	32,00	26,60*	26,15
4	23,00	33,00	26,00	26,50
5	24,00	32,00	26,00	26,50
6	24,00	33,00	26,00*	26,43
7	22,70	32,00	28,00	26,68
8	24,00	32,50	28,50*	27,00
9	23,00	32,50	28,00	26,63
10	23,00	32,20	28,00	26,58
11	23,10	31,80*	26,20	26,28
12	24,00	32,00	26,20	26,30
13	23,00	32,00	26,00*	26,00
14	23,00	32,00	26,20	26,10
15	23,20	32,00	26,50*	26,23
16	23,20	32,50	26,50	26,30
17	23,00	29,00*	26,20	25,30
18	23,00	32,00	26,00	26,00
19	23,00	33,00	26,00	26,25
20	23,00	32,50	26,00	26,13
21	23,00	33,00	26,00	26,30
22	23,20	32,50	26,00	26,18
23	23,00	33,00	26,00	26,38
24	23,50	33,00	26,00*	26,43
25	23,20	32,80	26,00	26,25
26	23,00	33,00	26,00	26,30
27	23,20	33,00	26,00	26,49
28	23,75	33,00	26,00	26,44
29	23,00	32,00	26,00	26,00
30	23,00	33,00	26,20	26,30
31	23,00	32,50	26,00*	26,18
32	23,20	33,00	26,20	26,35
33	23,00	33,00	26,20	26,30
34	23,00	32,50	26,00	26,13
35	23,00	33,00	26,00	26,25
36	23,00	-	-	

Suhu harian selama Percobaan $26,27 \pm 3,91$ °C

Keterangan: Pengukuran suhu menggunakan termometer (rataan dari 3 kandang setiap waktu pengukuran). * hujan besar

Suhu Lingkungan Harian (dalam kandang) = $\frac{2 \times \text{nilai pagi} + \text{siang} + \text{sore}}{4}$
(Handoko, 2007)