

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, betalar, 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 (Hadipoentyani 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	%
Potassium	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)

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

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 Bertina 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). Performa broiler setelah umur 3 minggu yang dipelihara pada suhu kandang yang berbeda disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Performa 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 glukokortikoid. 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 ko-faktor 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).

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang memungut dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

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 melengkapinya, 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 timbulah 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 $\mu\text{g/ml}$.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang memungut dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

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. Perubahan 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,

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang memungut dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

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).

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.

2. Dilarang memurnikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.