

SKRIPSI

**PENGARUH PEMBERIAN ELEKTROLIT DAN MULTIVITAMIN
TERHADAP GAMBARAN HISTOPATOLOGI PARU PADA
BROILER YANG TERPAPAR HEAT STRESS KRONIS**



Oleh :

AFIK KUSHARDIYANTO

NIM 060313139

**FAKULTAS KEDOKTERAN HEWAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2008**

1977

REVISI
KEMENTERIAN KEBUDAYAAN DAN KEMENTERIAN KESEHATAN
REVISI
REVISI
REVISI



REVISI
REVISI

REVISI
REVISI
REVISI
REVISI

**PENGARUH PEMBERIAN ELEKTROLIT DAN MULTIVITAMIN
TERHADAP GAMBARAN HISTOPATOLOGI PARU PADA *BROILER*
YANG TERPAPAR *HEAT STRESS* KRONIS**

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Kedokteran Hewan
Pada
Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga

Oleh:

AFIK KUSHARDIYANTO
NIM 060313139

Menyetujui

Komisi Pembimbing,



(Hasutji Endah Narumi, M.S. Drh.)
Pembimbing Pertama



(Dr. Anwar Ma'ruf, M.Kes., Drh.)
Pembimbing Kedua

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul :

**“PENGARUH PEMBERIAN ELEKTROLIT DAN MULTIVITAMIN
TERHADAP GAMBARAN HISTOPATOLOGI PARU PADA *BROILER*
YANG TERPAPAR *HEAT STRESS* KRONIS”**

tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis sebagai panduan naskah ini disebutkan dalam daftar pustaka.

Surabaya, Juli 2008



Afik Kushardiyanto
060313139

Telah dinilai pada Seminar Hasil Penelitian

Tanggal : 22 Juli 2008

KOMISI PENILAI SEMINAR HASIL PENELITIAN SKRIPSI

Ketua : Dr. Hani Plumeriastuti, M.Kes., Drh

Sekretaris : Dr. NGK. Made Rai Widjaja, M.S., Drh

Anggota : R. Budi Utomo, M.Kes., Drh

Pembimbing I : Hasutji Endah Narumi, M.S., Drh

Pembimbing II : Dr. Anwar Ma'ruf, M.Kes., Drh

Telah diuji pada

Tanggal : 05 Agustus 2008

KOMISI PENGUJI SKRIPSI

Ketua : Dr. Hani Plumeriastuti, M.Kes., Drh
Dr. NGK. Made Rai Widjaja, M.S., Drh
R. Budi Utomo, M.Kes., Drh
Hasutji Endah Narumi, M.S., Drh
Dr. Anwar Ma'ruf, M.Kes., Drh

Surabaya, 06 Agustus 2008

Fakultas Kedokteran Hewan
Universitas Airlangga
Dekan,



Prof. Hj. Romziah Sidik, Ph.D., drh
NIP. 130 687 305

**THE INFLUENCE OF ELEKTROLYTE AND MULTIVITAMIN
ADMINISTRATION ON HISTOPATHOLOGIC CHANGES OF LUNG OF
CHRONIC HEAT STRESSED-BROILERS**

Afik Kushardiyanto

ABTRACT

The purpose of this study was to know the potencial of electrolyte and multivitamin supplementation as thermotolerance agent on lung of chronic heat stressed *broiler*. 24 *broiler* with 3 weeks ages were divided into 4 groups (n = 6) and separated into two chamber (A and B). One group (contro/P0) was caged at low temperature (21-23°C) chamber (A), while the others (P1; P2; P3) were caged at high temperature (34,5-35°C) chamber (B). Group P1 administrated only with water, groups P2 and P3 administrated respectively with normal dose (1 gram/4 lt water) and double dose (2gram/4lt water) commercial electrolyte and multivitamin. After seventeen days of treatment all *broiler* were sacrificed for lung macropathology and histopatology examination. Collected data for lung weight was analysed with Anava test and the data for histopatologic changes was analysed with Kruskal-wallis test. This Study showed that both normal or double dose supplementation of electrolyte and multivitamin failed to inhibit the changes of lung pathology on chronic heat-stressed *broiler*.

Keyword : Heat stress; electrolyte and multivitamin

UCAPAN TERIMA KASIH

Syukur Alhamdulillah ke hadirat Allah SWT atas karunia dan hidayah-Nya telah dilimpahkan sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi dengan judul “ **Pengaruh Pemberian Elektrolit Dan Multivitamin Terhadap Gambaran Histopatologi Paru Pada Broiler Yang Terpapar Heat Stress Kronis** ”.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

Dekan Fakultas Kedokteran Hewan Univeersitas Airlangga Prof. Hj. Romziah Sidik, Ph.D., Drh atas kesempatan mengikuti pendidikan di Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga.

Hasutji Endah Narumi, M.S., Drh selaku pembimbing pertama, dan Dr. Anwar Ma'ruf, M.Kes., Drh selaku pembimbing kedua atas saran dan bimbingannya sampai dengan selesainya skripsi ini.

Dr. Hani Plumeriastuti, M.Kes., Drh selaku ketua penguji, Dr. NGK Made Rai Widjaja, M.S., Drh selaku sekretaris penguji serta R. Budi Utomo, M.Kes., Drh selaku anggota penguji.

Djoko Legowo, M.Kes., Drh selaku dosen pembimbing penelitian atas bimbingan dan waktu yang telahdiberikan serta Setjowati Handayani yang telah membantu kelancaran prosedur baik seminar maupun sidang skripsi.

Seluruh staf pengajar Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga atas wawasan keilmuan selama mengikuti pendidikan di Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga.

Kandang percobaan serta Laboratorium Patologi Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga atas bantuan teknis dalam penelitian ini.

Kedua Orang tuaku, Kusnandar, S.pd dan Ninik Suharmiyati, Spd atas segala doa, pengorbanan, kasih sayang, bimbingan, kesabaran, dukungan dan nasehat selama ini.

Adik-adikku tercinta, Winda Khusnul Khasanah dan Siti Mahsunah Romadhani atas segala kasih sayang dan dukungannya.

Iffan, Hanief, Bastian, David, Zahro, dan teman-teman Angkatan 2003 atas rasa persaudaraan dan kekeluargaannya yang tak terlupakan serta dinda kecilku atas cinta dan dukungannya.

Teman-teman sepenelitian Bulan, Renzzy, Maya, atas masukan dan dukungan serta teman-teman seperjuangan, Agung Yanu, Tito, Doni, atas doa dan dukungannya.

Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharap kritik dan saran dari pembaca sebagai upaya penyempurnaan skripsi ini. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu Kedokteran Hewan pada khususnya dan masyarakat luas pada umumnya.

Akhirnya penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya.

Surabaya, 05 Agustus 2008

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
COVER	
PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN.....	ii
IDENTITAS.....	iii
<i>ABSTRACT</i>	v
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
SINGKATAN DAN ARTI LAMBANG.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Landasan atau Dasar Teori.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Hasil Penelitian.....	6
1.6 Hipotesis	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 <i>Heat Stress</i> Pada <i>Broiler</i>	7
2.1.1 Definisi dan permasalahan <i>heat stress</i> pada <i>broiler</i>	7
2.1.2 Pengaruh suhu lingkungan terhadap suhu tubuh dan perilaku <i>broiler</i>	8
2.1.3 Metode pembuangan panas tubuh (<i>heat loss method</i>) pada <i>broiler</i>	13

2.2 Sistem Respirasi Pada Ayam.....	17
2.2.1. Sistem Respirasi Bagian Atas	17
2.2.2. Sistem Respirasi Bagian Bawah	19
2.3 Fisiologi Respirasi pada Ayam.....	24
2.4.Elektrolit	27
2.4.1 Peran dan metabolisme elektrolit dalam sistem biologis...	29
2.4.2 Regulasi homeostasis sodium, potassium dan chloride	34
2.4.3 Gangguan keseimbangan sodium, potassium dan chloride.	35
2.4.4 <i>Heat stress</i> dan gangguan homeostasis elektrolit pada <i>broiler</i>	36
2.5.Peran Vitamin Dalam <i>Heat Stress</i>	38
2.5.1 Definsi, sifat, dan klasifikasi vitamin pada ayam.....	38
2.5.2. Vitamin A.....	39
2.5.3. Vitamin D.....	40
2.5.4. Vitamin E	40
2.5.5. Vitamin K.....	41
2.5.6. Vitamin C	41
2.5.7. Vitamin B1	43
 BAB 3 MATERI DAN METODE PENELITIAN.....	44
3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian	44
3.2 Bahan Dan Materi Penelitian	44
3.2.1 Hewan percobaan.....	44
3.2.2 Bahan penelitian	44
3.2.3 Alat penelitian.....	45
3.3 Metode Penelitian.....	45
3.3.1 Persiapan hewan percobaan.....	46
3.3.2 Pelaksanaan penelitian	46
3.4 Variabel Penelitian	47

3.4.1 Variabel bebas	47
3.4.2 Variabel tergantung.....	47
3.5 Definisi Variabel	47
3.5.1 Variabel bebas	47
3.5.2 Variabel tergantung.....	50
3.6 Teknik Pengambilan Data	51
3.7 Rancangan Penelitian.....	51
3.8 Analisis Data.....	52
3.9 Skema Penelitian.....	53
BAB 4 HASIL PENELITIAN.....	54
4.1. Diskripsi Bentuk-Bentuk Perubahan Histopatologi Paru- Paru	54
4.2. Hasil Analisis Statistik Potensi Elektrolit Dan Multivitamin Sebagai <i>Thermotolerance Agent</i> Dalam Mencegah Perubahan Histopatologi Paru Pada <i>Broiler</i> yang Terpapar Heat Stress Kronis.....	57
BAB 5 PEMBAHASAN.....	59
5.1. Diskripsi Bentuk Perubahan Histopatologi Paru.....	59
5.2. Potensi Elektrolit Dan Multivitamin Sebagai <i>Thermotolerance Agent</i> Dalam Mencegah Perubahan Histopatologi Paru Pada <i>Broiler</i> yang Terpapar Heat Stress Kronis.....	61
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	66
6.1 Kesimpulan	66
6.2 Saran	66
RINGKASAN.....	67
DAFTAR PUSTAKA.....	69
LAMPIRAN	72

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Gambaran umum perubahan tingkah laku ayam dewasa yang terpapar suhu lingkungan dengan derajat yang berbeda.....	11
2.2. <i>Heat loss Method</i> pada <i>broiler</i>	14
2.3. Distribusi ion pada semua jenis sel dan keseimbangan.....	32
4.2. Hasil pengamatan bentuk-bentuk perubahan histopatologi dan total rata-rata pada semua kelompok perlakuan.....	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Dampak paparan suhu lingkungan (dalam jam) terhadap suhu	10
2.2. Gambaran umum <i>heat loss method</i> pada <i>broiler</i>	16
4.1. Histogram perubahan histopatologi paru pada <i>broiler</i> setelah perlakuan <i>heat stress</i> kronis dan potensi suplementasi elektrolit dalam mencegah perubahan tersebut	54
4.2. Gambaran kongesti pada kelompok yang diberi <i>heat stress</i>	55
4.3. Gambaran hemoragi pada kelompok <i>heat stress</i>	56
4.4. Gambaran hemoragi dan infiltrasi sel radang pada kelompok <i>heat stress</i>	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Kandungan elektrolit dan multivitamin komersial	72
2. Kandungan elektrolit dan multivitamin (dalam 0,25gram).....	73
3. Kebutuhan temperatur <i>broiler</i>	74
4. Kebutuhan konsumsi pakan	75
5. Prosedur pembuatan preparat histologi.....	76
6. Skema pembuatan preparat histologi.....	80
7. Skema pewarnaan HE.....	81
8. Tingkat perubahan histopatologi paru <i>broiler</i>	82
9. Berat paru <i>broiler</i> setelah perlakuan	84
10. Foto penelitian.....	85
11. Hasil uji statistik.....	87

DAFTAR SINGKATAN

- ACTH = adrenocorticotropin hormon
- ATP = adeno tri phospat
- $C_2H_3O_2^-$ = dicarbon trihidrogen dioksida
- Ca^{2+} = ion kalsium
- Cl^- = ion klorida
- CO_2 = karbon dioksida
- CuZnSOD = cuprum zinc super oksida dismutase
- DNA = deoxyribose nucleic acid
- DOC = day old chick
- GPx = glutathione peroksidase
- GSH = glutathione peroksidase
- H^+ = ion hidrogen
- HCl = hydrochloride acid
- HCO_3^- = bicarbonate
- HNO_3 = nicotinic acid
- HPA-axis = hypothalamic pituitary adenocortical axis
- hsp = heat shock protein
- IL1 = interleukin - 1
- IL2 = interleukin 2

FCR = Feed Conversion Rate

mM = millimoles per liter larutan

mMolal = millimoles per kilogram air

MnSOD = mangan super oksida dismutase

Na⁺ = ion natrium

NaCl = sodium chloride

NaOH = sodium hidroksil

ND = new castle disease

NH₃ = ammonia

NH₄ = amine

NH₄ NO₃ = ammonium nitrat

NO₃ = nitrat

O₂ ·- = superoksida radikal

OH = hidrogen peroksida

pH = power of hidrogen

ppm = part per million

RNS = reactive nitrogen species

ROS = reactive oksigen species

SOD = super oksida dismutase

Th = sel thymus helper

T₃ = Tryodo Tiroksin / Tironin

T₄ = Tetrayodo Tiroksin / Tironin

BAB 1

PENDAHULUAN

BAR I

PENDAHULUAN

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Permasalahan

Seperti umumnya hewan berdarah panas, golongan unggas termasuk ayam ras perlu terus menerus mempertahankan suhu tubuhnya untuk tetap berada pada batasan tertentu yang sempit, yaitu pada kisaran 41-42°C. Pada saat suhu serta kelembaban lingkungan meningkat, maka keseimbangan suhu menjadi terganggu dan suhu badan ayam akan cenderung meningkat yang mengakibatkan ayam mengalami stress (Mehta dan Shingari, 1999).

Paparan oleh suhu yang dikombinasikan dengan kelembaban lingkungan yang tinggi diketahui dapat mengakibatkan dampak yang lebih berat pada golongan unggas, dibandingkan hewan lainnya. Hal ini dikarenakan pertama, golongan unggas tidak memiliki kelenjar keringat yang secara fisiologis dapat membantu mengurangi panas tubuh melalui mekanisme pengeluaran keringat. Kedua bulu yang menutupi sebagian besar tubuh ayam akan menimbulkan kesulitan tersendiri untuk membuang panas secara konveksi dan radiasi. Khusus pada ayam *broiler* yang secara genetik mempunyai kecepatan pertumbuhan yang tinggi, maka sumber panas yang menjadi stressor terpenting pada golongan unggas ini, juga dapat timbul sebagai akibat dari proses metabolisme yang tinggi (Anderson dan Carter, 1998; Sherwood, 2002).

Heat stress pada *broiler* tidak hanya mengakibatkan *morbiditas* dan turunnya produktivitas, namun pada keadaan yang ekstrim dapat menyebabkan *mortalitas* (Anderson dan Carter, 1998). Paparan suhu lingkungan di atas 30°C

disertai dengan kelembaban udara tinggi (di atas 65%) dilaporkan dapat mengakibatkan sindrom kematian mendadak (*sudden dead syndrome*) dengan perubahan patologis yang nyata yaitu terjadinya hipertensi dan kongesti paru-paru, infark myocardium, hipertropi ventrikel jantung serta ascites (Miles *et al.*, 2003 ; Huchzermeyer *et al.*, 1988).

Pertumbuhan berat badan yang cepat pada ayam *broiler modern* sebagai hasil rekayasa genetik diketahui tidak seimbang dengan pertumbuhan organ jantung maupun parunya. Perbandingan ukuran paru terhadap berat badan pada ayam ras *modern* ternyata 20-30% lebih kecil dibandingkan dengan nenek moyangnya yaitu yang dikenal sebagai Ayam Hutan Jambul Merah. Metabolisme yang cepat sebagai konsekuensi tingkat pertumbuhan berat badan yang tinggi ini, mengakibatkan kebutuhan oksigen menjadi lebih tinggi pula. Keadaan ini selain mengakibatkan beban kerja jantung menjadi lebih berat, juga tekanan darah pada arteri pulmonaria pada paru-paru menjadi lebih meningkat. Sifat genetik ini menjadi faktor penyulit ketika *broiler* terpapar oleh *stressor* panas akibat suhu lingkungan yang tinggi (Vidyadaran *et al.* 1990; Huchzermeyer *et al.*, 1988).

Dilaporkan bahwa pertumbuhan *broiler* setelah umur dua minggu dapat mencapai secara optimal bila suhu lingkungan berada pada kisaran 12,7-23,88°C, serta kelembaban udara tidak lebih dari 60%. Pada suhu lingkungan tersebut, kelebihan panas yang terjadi akan dibuang melalui radiasi, konveksi dan konduksi, sementara itu pada suhu lingkungan yang lebih tinggi, ayam akan membuang kelebihan panas tubuhnya melalui evaporasi atau *panting* (*sensible heat loss method*). *Panting* merupakan tanda klinis yang khas pada golongan

unggas yang menderita *heat stress*, dimana bersamaan dengan hal tersebut akan terjadi berbagai gangguan fungsi normal tubuhnya (Yahav *et al.*, 2005; Moares *et al.*, 2003).

Terdapat beberapa metode untuk mengurangi dampak buruk akibat *heat stress* yang telah diterapkan selama ini, yaitu dengan penataan sistem perkandangan, menyesuaikan formula pakan dengan kondisi iklim, serta suplementasi dengan elektrolit dan vitamin pada air minum sebagai *thermotolerance agent* (Yahav dan Planik, 2000).

Kan *et al.*, (1993) melaporkan bahwa *heat stress* dapat meningkatkan suhu internal tubuh sebagai akibat peningkatan rasio Na : Ca di hypothalamus. Heat stress juga dapat mengakibatkan gangguan homeostasis elektrolit *broiler*, yang ditandai dengan menurunnya kadar Ca^{2+} dan K^+ darah, meningkatnya kadar Cl^- , Na^+ darah, meningkatnya konsumsi dan ekskresi air. Suplementasi elektrolit seperti KCl dan bikarbonat pada air minum ayam terbukti secara nyata dapat menurunkan angka mortalitas akibat *heat stress* pada *broiler* (Edens *et al.*, 1995; Emery, 2004).

Menurut Lavergne, (2004) selain elektrolit, penambahan multivitamin, terutama vitamin C dan E pada pakan atau minum dapat dipakai sebagai *thermotolerance agent* yang patut dipertimbangkan untuk mengurangi dampak buruk akibat *heat stress* pada ayam komersial selama puncak musim panas (Lavergne, 2004). Penambahan vitamin E (30-40mg/kg) pada pakan kalkun, menyebabkan kalkun lebih tahan terhadap paparan berbagai stress dan infeksi virus (Zdunczyk *et al.*, 2002). Dilaporkan pula bahwa suplementasi vitamin E

dan *trace* mineral seperti selenium pada pakan terbukti secara dramatis dapat meningkatkan sintesis bakal kuning telur dan produksi telur selama paparan *heat stress* kronis pada layer (Utomo *et al.*, 1993).

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan *broiler* yang mendapat suplementasi elektrolit dan multivitamin dalam mentoleransi perubahan suhu lingkungan yang meningkat, dengan mengamati perubahan histopatologi paru.

I.2. Rumusan Masalah

Apakah suplementasi elektrolit dan multivitamin berpotensi sebagai *thermotolerance agent* dengan mencegah perubahan patologi paru-paru pada *broiler* yang terpapar *heat stress* kronis?

I.3. Landasan Teori

Paparan suhu lingkungan mengakibatkan beberapa perubahan fisiologis penting pada ayam *broiler*, diantaranya adalah meningkatnya kecepatan kontraksi jantung (*heart rate*), sebagai akibat meningkatnya ekskresi hormon katekolamin dari medulla adrenal (Ewing *et al.*, 1999). Peningkatan kecepatan kontraksi pada jantung ini selanjutnya mengakibatkan meningkatnya tekanan aliran darah pada semua organ termasuk paru-paru (hipertensi paru). *Heat stress* kronis diketahui dapat menurunkan *packed cell volumes* (PCV) dan konsentrasi hemoglobin (Hb) hingga memicu terjadinya hipoksia, yang selanjutnya dapat berakibat terjadinya infark pada *myocardium* (Altan *et al.*, 2000). Infark *myocardium* terutama pada

atrium dan ventrikel kanan merupakan penyebab utama terjadinya kongesti pada paru-paru. Secara histopatologis baik hipertensi maupun kongesti akan ditandai dengan terjadinya akumulasi darah pada pembuluh darah di paru-paru (Cheville, 1999; Thomson, 1999)

Selain menyebabkan gangguan pada sistem hemodinamik, *heat stress* juga mengakibatkan gangguan pada sistem respirasi, dimana *heat stress* dapat merangsang ganglion parabrachial sehingga mengakibatkan kecepatan respirasi meningkat (Gregory, 1998). Secara fisiologis, dampak paling merugikan akibat *panting* adalah terjadinya alkalosis respiratorius (pH darah meningkat) sebagai konsekuensi meningkatnya ekskresi CO₂ (karbon dioksida) dan HCO₃ (bicarbonate) pada plasma darah akibat hiperventilasi (Anderson, 2004).

Alkalosis merupakan perubahan fisiologis terpenting dan menjadi titik krusial pertama, yang memicu terjadinya serangkaian perubahan patologis lainnya. Kan *et al.*, (2003), melaporkan bahwa alkalosis mengakibatkan gangguan homeostasis elektrolit dimana laju ekskresi K⁺ (kalium/potassium) dan Ca²⁺ serta retensi Cl⁻ dan Na⁺ pada ginjal meningkat, akibatnya kadar Ca²⁺ dan K⁺ plasma darah menurun dan kadar Cl⁻ dan Na⁺. Gangguan homeostasis elektrolit ini antara lain dapat mengakibatkan peningkatan suhu internal tubuh sebagai akibat peningkatan rasio Na : Ca di hipotalamus. Pada sel saraf dan otot, kekurangan K⁺ berakibat pada menurunnya daya eksitabilitas sel-sel saraf, dimana manifestasi klinis yang ditimbulkan dapat berupa gangguan ritme jantung dan implus saraf (Sherwood, 2004; Kan *et al.*, 1993)

1.4. Tujuan

Penelitian ini bertujuan mengetahui potensi suplementasi elektrolit dan ~~multivitamin~~ sebagai *thermotolerance agent* pada *broiler* yang terpapar *heat stress kronis* dengan mengamati perubahan histopatologi pada organ paru-paru

1.5. Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini dapat diketahui perubahan histopatologi paru-paru *broiler* yang terpapar *heat stress kronis* serta potensi suplementasi elektrolit dan multivitamin sebagai *thermotolerance agent* dalam mencegah terjadinya perubahan tersebut.

1.6. Hipotesis

Suplementasi Elektrolit dan multivitamin berpotensi sebagai *thermotolerance agent* pada *broiler* yang terpapar *heat stress kronis* dengan mencegah terjadinya perubahan histopatologi pada organ paru-paru

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

BAB 3

PERPUSTAKAAN

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Heat Stress Pada Broiler*

2.1.1. Definisi dan Permasalahan *Heat Stress Pada Broiler*

Broiler dikatakan menderita *heat stress*, apabila mengalami kesulitan dalam menjaga keseimbangan antara panas yang diterima (baik panas yang berasal dari hasil metabolisme tubuh/*heat body* ataupun yang berasal dari lingkungan), dengan panas yang dikeluarkan (*heat loss*). Kegagalan dalam menjaga stabilitas suhu normal tubuh (pada kisaran yang sempit 41°C), dapat mengakibatkan gangguan fisiologis yang signifikan, dimana kenaikan temperatur tubuh diatas 42°C akan menyebabkan kematian (Emery, 2004).

Pada industri peternakan komersial dengan pola pemeliharaan yang intensif, *broiler* sering dihadapkan pada berbagai permasalahan. Diantara permasalahan tersebut, *heat stress* merupakan salah satu yang terpenting. Pada saat ini, *heat stress* tidak saja menjadi persoalan pada industri peternakan ayam komersial di negara-negara beriklim panas saja, tetapi juga negara-negara lain yang beriklim sedang dan dingin di seluruh dunia, antara lain akibat terjadinya pemanasan global.

Suhu panas yang dikombinasi dengan kelembaban tinggi, tidak saja mengakibatkan morbiditas pada *broiler*, tetapi juga penurunan produksi. Selama terpapar *heat stress*, aktivitas *broiler* akan terkuras pada proses adaptasi mengatur suhu, untuk menghindari dari kematian karena “kepanasan” (*heat*

exhaustion). Sebagai akibatnya potensi genetik yang dimilikinya tidak dapat dicapai (Naseem *et al.*, 2005).

Dibawah tekanan *heat stress*, unggas akan mengalami penurunan pertumbuhan, konsumsi pakan (*feed intake*), konversi pakan, produksi telur, daya tetas, kualitas kerabang telur, serta kualitas dan ukuran telur. *Heat stress* juga dapat mengakibatkan kematian pada semua jenis dan umur unggas, dimana unggas dewasa lebih beresiko dibandingkan dengan unggas muda (Lavergne, 2004).

Berdasarkan pola dan lamanya paparan panas dan kelembaban yang terjadi, *heat stress* dibagi menjadi dua yaitu *heat stress* akut dan kronis. *Heat stress* akut, adalah paparan oleh suhu dan kelembaban yang tinggi, yang terjadi secara mendadak dan dalam jangka waktu yang singkat (1-5 jam). Sementara itu, *Heat stress* kronis adalah kombinasi paparan suhu dan kelembaban, yang terjadi secara perlahan dan terus meningkat dalam jangka waktu yang relatif lama (Emery, 2004).

2.1.2. Pengaruh Suhu Lingkungan Terhadap Suhu Tubuh dan Prilaku Broiler

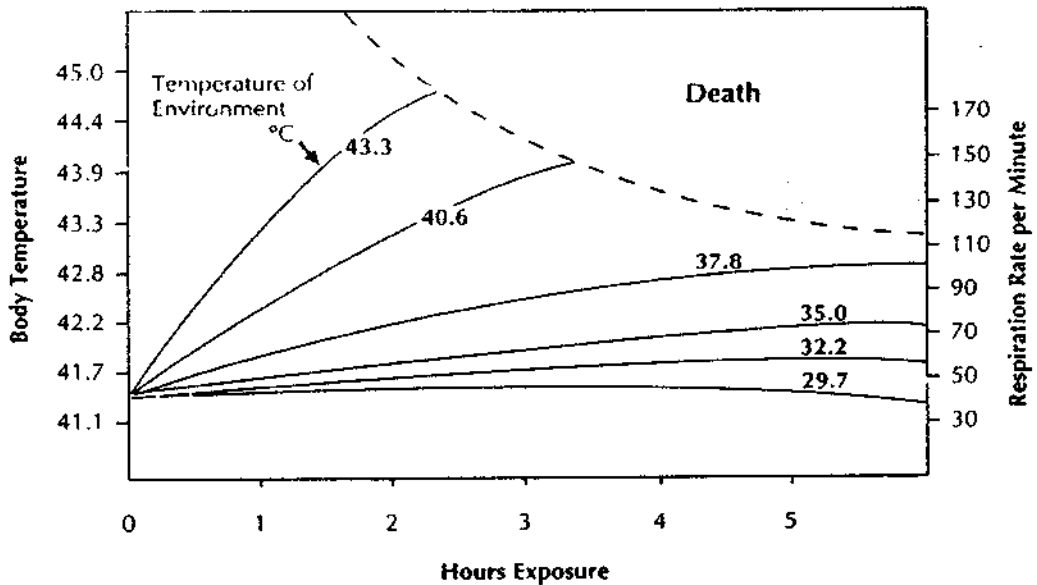
Dari berbagai penelitian diketahui bahwa suhu lingkungan yang tinggi merupakan stressor (*heat stress*) eksternal paling penting yang dapat mempengaruhi suhu normal *broiler* dan mengakibatkan berbagai gangguan. Seperti halnya manusia, normalnya bangsa unggas termasuk *broiler* juga hidup pada lingkungan dengan suhu yang lebih rendah dibandingkan suhu tubuhnya.

Berdasarkan sudut pandang thermoregulasi, suhu tubuh dibagi menjadi dua bagian yaitu; bagian inti pusat (*central core*) dan bagian kulit luar (*outer shell*). Suhu internal *central core* yang mewakili suhu dari organ-organ abdominal dan thorasikus, sistem saraf pusat dan jaringan otot, pada keadaan normal akan dipertahankan konstan (pada manusia berkisar pada 37.7°C), sedangkan pada ayam pada kisaran sempit 41°C.

Stabilitas suhu pada *central core* merupakan hal yang penting, dimana gangguan terhadapnya akan mengakibatkan gangguan homeostasis tubuh. Berbeda dengan suhu bagian *central core* yang cenderung lebih tinggi dan konstan sepanjang waktu, suhu bagian *outer shell* (yang meliputi kulit dan jaringan subkutan) relatif lebih rendah dan cenderung bervariasi (Emery, 1998).

Suhu tubuh normal (diukur pada rectal) *broiler* adalah 41°C (106°F), ketika suhu lingkungan melebihi 30°C, maka *broiler* akan mengalami *heat stress*, dimana semakin lama paparan panas ini terjadi, maka semakin berat pula dampak yang terjadi. Pada paparan suhu lingkungan diatas 35°C, produktivitas *broiler* akan menurun drastis, dan bila paparan panas terus berlangsung, angka mortalitas akan meningkat (*Food and Rural*, 2005). Pengaruh suhu lingkungan terhadap suhu tubuh serta akibatnya terhadap kelangsungan hidup *broiler* dapat dilihat pada gambar 2.1

Mengingat bahwa stabilitas suhu tubuh merupakan faktor yang penting untuk diperhatikan, maka semua yang terkait dengan hal tersebut sangat perlu untuk dipahami, antara lain tentang sumber panas tubuh baik yang berasal dari dalam dan dari luar tubuh.



Gambar 2.1. Dampak paparan suhu lingkungan (dalam jam) terhadap suhu tubuh (dalam derajat Celcius) dan rata-rata respirasi/menit pada *broiler* (sumber : *Broiler management. Manual guide. Cobb, 2005*).

Disebutkan bahwa panas yang dihasilkan selama proses metabolisme merupakan faktor yang paling dominan dalam menentukan suhu tubuh pada *broiler*. Sementara itu, efektivitas produksi panas yang dihasilkan selama proses metabolisme, dipengaruhi oleh berat badan, bangsa (*breed*) ayam, tingkat produksi, jumlah nutrisi yang dikonsumsi (*feed intake*), kualitas dan ketersediaan pakan, serta aktivitas fisik. (2005).

Menurut Sherwood, (2004) tidak semua energi yang terkandung dalam makanan dipergunakan untuk melakukan aktivitas biologis. Sesuai dengan hukum kekekalan energi (energi tidak dapat diciptakan dan dihancurkan), maka kelebihan energi yang terdapat di dalam molekul-molekul nutrisi akan ditransformasi menjadi energi thermal atau panas.

Tabel 2.1. Gambaran umum perubahan tingkah laku ayam dewasa yang terpapar suhu lingkungan dengan derajat yang berbeda

Suhu (°C) Lingkungan	Perubahan Tingkah Laku
12,7 - 18,33 Zona Netral	Zona dimana unggas tidak perlu merubah metabolisme basal dan tingkah lakunya untuk menjaga suhu internal tubuh (<i>central core</i>)
18,33 – 23,88 Zona Ideal	Sama dengan tingkah laku pada zona netral. Pada kedua zona ini (netral dan ideal) potensi genetik (FCR, metabolic rate, rata-rata pertumbuhan) muncul optimal
23,88 – 29,44	Konsumsi pakan sedikit menurun. Efisiensi produksi masih dapat dipertahankan, bila nilai nutrisinya ditingkatkan. Pada ayam petelur kualitas dan ukuran telurnya sedikit menurun, bila suhu mencapai batas atas rentangan.
29,44 – 32,22	Konsumsi pakan menurun drastis. Pada <i>Broiler</i> penambahan berat badan rendah, sedangkan pada <i>Layer</i> jumlah dan kualitas serta cangkang telurnya menurun. Pada rentang suhu ini, tindakan pendinginan harus dilakukan.
32,22 - 35	Konsumsi pakan terus menurun. Performa produksi baik pada <i>broiler</i> maupun <i>layer</i> menurun drastis.
35 - 37,77	Konsumsi air minum meningkat tajam. Perlu dilakukan tindakan medik khusus untuk menurunkan suhu tubuh ayam
Lebih dari 37,77	Ayam berjuang untuk bertahan hidup.

(sumber : Anderson and Carter, 1998. *Hot weather management of poultry*).

Selama proses biokimiawi, kurang lebih hanya 50% energi yang terkandung dalam makanan dirubah menjadi ATP, sementara sisanya segera hilang sebagai panas. Selama proses penggunaan ATP, sebenarnya hanya 25% saja energi yang terkandung dalamnya digunakan untuk berbagai keperluan oleh sel-sel tubuh (sintesis protein, pertumbuhan), sedangkan 25% sisanya juga akan dirubah menjadi panas.

Sesungguhnya gerak jantung dalam memompa darah hingga aktivitas fisik, serta gesekan antara sel-sel darah dengan dinding pembuluh, merupakan

aktivitas yang menghasilkan panas. Jadi dapat dikatakan bahwa lebih dari 75% energi yang diperoleh dari nutrisi (kecuali yang disimpan dalam bentuk deposit lemak atau protein) akan dirubah dan hilang sebagai panas tubuh. Transformasi energi yang didapat dari nutrisi menjadi panas ini bukanlah hal yang “sia-sia”, karena panas yang dihasilkan tersebut sesungguhnya dibutuhkan untuk menjaga haemostasis suhu normal tubuh.

Teori lama menyebutkan bahwa suhu tubuh normal bersifat tetap, yaitu 37°C pada manusia. Hasil studi terbaru menunjukkan bahwa secara normal suhu tubuh manusia bervariasi, yang berbeda diantara individu, serta berbeda sepanjang hari (dengan kisaran 35,5°C dipagi hari hingga 37,7°C disore hari dengan rata-rata 36,7°C). Secara umum, pengukuran suhu tubuh dilakukan secara peroral (melalui mulut) dan dianggap mewakili suhu tubuh, meskipun sebenarnya terdapat perbedaan suhu diantara bagian dan diantara organ tubuh. Suhu tubuh yang diukur melalui suhu rectal umumnya 1°F (3,5°C) lebih tinggi dibandingkan suhu oral maupun *axiall* (Emery. 1998).

Secara normal suhu tubuh sangat bervariasi antara lain disebabkan oleh;

- 1) Jam biologis (*biological clock*), dimana suhu tubuh terendah umumnya terukur pada pagi hari setelah bangun tidur (antara pukul 06.00-07.00) dan tertinggi pada senja hari (pukul 17.00-19.00);
- 2) Faktor hormonal. Sebagai akibat meningkatnya hormon progesteron selama siklus menstruasi pada wanita, suhu tubuh dapat naik hingga 0,5°C;
- 3) Aktivitas fisik. Pada latihan fisik yang berat, suhu tubuh pada manusia secara normal dapat naik hingga mencapai 40°C;
- 4) Pengaruh Suhu lingkungan (Sherwood, 2004).

Disamping berasal dari faktor internal, faktor eksternal yang mempengaruhi derajat suhu tubuh *broiler* (selain suhu lingkungan) adalah kepadatan ayam, kelembaban dalam kandang, design dan perlengkapan kandang seperti ventilasi udara, serta suhu yang dihasilkan oleh pemanas (*brooder*) dan peralatan listrik disekitar kandang (*Food and Rural.*, 2005).

2.1.3. Metode Membuang Panas Tubuh (*Heat Loss Method*) Pada *Broiler*

Suhu pada bagian *central core* adalah refleksi dari suhu tubuh, dan sistem *thermoregulasi* pada dasarnya bekerja untuk menjaga stabilitasnya. Suhu yang masuk/dihasilkan (*heat input*) didalam tubuh harus selalu seimbang dengan yang dikeluarkan (*heat output*). Dalam menjaga stabilitas suhu *central core*, maka kelebihan *heat input* (dari internal dan eksternal tubuh) harus segera dikeluarkan, melalui seluruh permukaan tubuh ke lingkungan sekitarnya. Agar tercapai aliran panas dari tubuh ke lingkungan sekitar, diperlukan adanya *gradient (thermal gradient)*, dimana panas akan mengalir dari bagian yang lebih hangat ke yang lebih dingin (Sherwood, 2004).

Secara umum bangsa unggas sangat peka terhadap stressor (baik fisik maupun psikis). Menurut Moares *et al.*, (2003), paparan suhu yang dikombinasi dengan kelembaban tinggi, dapat mengakibatkan dampak yang lebih serius pada ayam dibandingkan pada hewan lain, karena selain tidak memiliki kelenjar keringat, ayam sulit untuk membuang panas yang dihasilkan selama metabolisme akibat terhalang oleh “bulu” yang menutupi permukaan tubuhnya (*insulasi*).

Tabel 2.2. Heat Loss Metode Pada Broiler.

Heat Loss Metode	Arah aliran panas
Radiasi : Aliran panas diantara permukaan objek tanpa medium perantara (panas matahari ke kulit).	Semua permukaan dapat memancarkan dan menerima radiasi balik, radiasi netto, yang mengalir dari permukaan yang lebih panas ke yang lebih dingin.
Konduksi : Perpindahan energi panas antar objek membutuhkan media perantara (kontak fisik).	Panas mengalir menurut perbedaan gradient suhu antara keduanya (panas mengalir dari yang lebih tinggi ke yang lebih rendah).
Konveksi : Panas mengalir melalui medium seperti udara, gerakan udara (angin), dapat membawa panas mengalir meninggalkan permukaan objek.	Energi panas dapat pindah dan mengalir bersama udara, bila suhu udara lebih rendah dari permukaan objek (kulit)
<i>Latent Heat Loss Metode</i>	<i>Arah Aliran Panas</i>
Evaporasi : Panas dipindahkan melalui cara penguapan (perubahan benda cair menjadi gas), jadi panas dikurangi dengan cara menggunakan energinya untuk merubah air menjadi gas.	Aliran panas masih ditentukan oleh kelembaban relative di udara. Semakin tinggi presentase air (semakin lembab), maka semakin sulit evporasi terjadi, demikian juga sebaliknya.

(sumber : Anderson and Carter, 1998. *Hot weather management of poultry*).

Ayam memiliki beberapa cara dalam membuang/mengeluarkan kelebihan panas tubuhnya (tabel 2.2.), ketiga cara yang pertama disebut *sensible heat loss* yang meliputi radiasi; konduksi dan konveksi. Metode *sensible heat loss* dapat dilakukan dan efektif membantu ayam dalam membuang panas tubuh, ketika suhu lingkungan tidak lebih dari atau sama dengan suhu pada zona netral yaitu antara 12,7°C-18,33°C. Panas tubuh ayam terutama dikeluarkan melalui bagian tubuh yang tidak berbulu seperti pial, jengger, dan kulit dibawah sayap. Selama menjaga panas tubuh melalui metode *sensible heat loss*, tingkah laku ayam, konsumsi pakan, dan metabolisme tubuh berjalan normal, dan tidak terjadi perubahan yang dramatis.

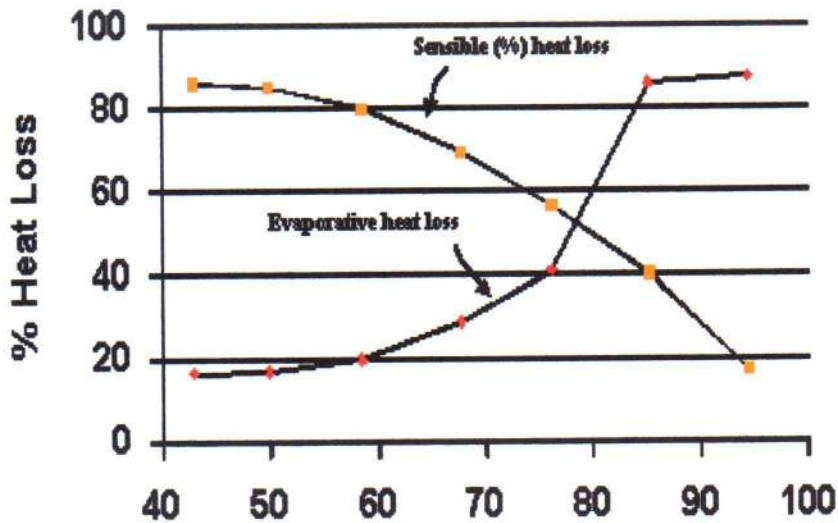
Ketika suhu lingkungan mulai merangkak naik hingga mencapai 25°C, ayam akan mulai merubah cara menghilangkan panas tubuhnya dari *sensible*

heat loss methods menjadi *latent heat loss method* yaitu dengan cara evaporasi (gambar 2.2.) Evaporasi merupakan metode pengurangan panas yang membutuhkan banyak energi karena proses “panting” (*hyperventilation*) merupakan proses aktif yang memerlukan banyak aktivitas otot-otot pernafasan. Panting mulai terlihat semakin jelas ketika suhu lingkungan telah mencapai lebih dari 26,6 °C (Anderson dan Carter, 1998).

Ciri terpenting yang menandai terjadinya *heat stress* pada unggas adalah “panting”, yaitu terbukanya paruh selama bernafas. Golongan unggas tidak memiliki kelenjar keringat yang berguna untuk mendinginkan kulit seperti halnya pada mamalia, sehingga pada paparan suhu tinggi unggas akan mengurangi panas tubuh dengan cara evaporasi melalui saluran pernafasan (*panting*) (Lavergne, 2004).

Panting dapat mengeluarkan panas dengan cara penguapan air yang membasahi permukaan mulut dan saluran pernafasan. Sesungguhnya aktivitas panting itu akan menambah panas tubuh akibat meningkatnya aktivitas metabolisme selama pergerakan otot-otot pernafasan, selain itu melalui panting ayam akan kehilangan banyak air.

Pada paparan panas yang berlanjut, serta suhu paparan yang semakin meningkat, maka rata-rata respirasi/menit juga akan meningkat (hiperventilasi). Hiperventilasi akan mengakibatkan ayam kehilangan banyak CO₂ dan air, hingga mengakibatkan terjadinya alkalosis (alkalosis respiratorius).



Gambar 2.2. Pengaruh suhu lingkungan terhadap cara menghilangkan panas tubuh dan persentase kehilangan (*Anderson and Carter. 1998*)

Meningkatnya pH plasma dan cairan tubuh ini, selanjutnya memicu ginjal untuk mensekresi lebih banyak elektrolit tubuh. Mengingat bahwa proses evaporasi sangat ditentukan oleh derajat panas dan persentase kelembaban relatif, maka suhu lingkungan tinggi yang dikombinasi dengan kelembaban relatif yang tinggi pula, merupakan ancaman yang serius bagi ayam.

Usaha mengurangi panas melalui *sensible heat loss* akan terhalang akibat sempitnya gradient antara suhu tubuh *broiler* dengan suhu lingkungan. Proses penghilangan panas melalui *sensible heat loss* semakin sulit dilakukan ketika suhu lingkungan terlalu tinggi, karena hanya sebagian kecil saja dari permukaan tubuh ayam yang terbuka tidak tertutup oleh buluh. Keberadaan buluh ini mengakibatkan ayam *broiler* dewasa menjadi lebih rentan terhadap *heat stress*, dibandingkan dengan ayam yang lebih muda (*Anderson dan Carter, 1998*).

Pada saat *sensible heat loss* tidak lagi efektif, maka evaporasi adalah jalan satu-satunya dan terakhir bagi ayam untuk membuang panas tubuhnya ke lingkungan sekitar. Pada industri peternakan komersial *broiler* dengan densitas

yang tinggi, bisa menambah tingkat kelembaban relatif dalam kandang. Sistem ventilasi yang buruk dapat mengakibatkan stagnasi aliran udara yang mengandung banyak uap air dan CO₂ (dari respirasi), serta gas ammonia, hingga memperparah keadaan *broiler* yang terpapar *heat stress* yang disertai kelembaban (Moares *et al.*, 2003).

Pada puncak musim panas, tingkat kematian *broiler* akibat *heat stress* akan meningkat tajam (lebih dari 5%), yang biasanya ditandai dengan adanya ascites dan kematian mendadak (*sudden death syndrome*) akibat *pulmonary hypertension* dan *cardiac arrhythmias* (Cherian, 2000).

2.2. Sistem Respirasi Pada Ayam

Sistem respirasi pada ayam terbagi atas dua bagian yaitu, sistem respirasi bagian atas dan sistem respirasi bagian bawah.

2.2.1. Sistem Respirasi Bagian Atas

Cavum Nasi

Nostril pada dasar paruh tergantung diatas oleh suatu cuping bertanduk (*operculum*). Nostril ini terdapat didalam cavum nasi, pada mamalia dipisahkan oleh sebuah septum mediana (*septum nasi*) dan berhubungan bebas dengan oropharynx menembus choana.

Cavum nasi diisi lateral tertekan dan membentang sampai ke orbita. *Choncae rostralis*, *medialis* dan *caudalis* muncul dari dinding caudal. *Choncae rostralis* dan *medialis* menutupi resesus yang berhubungan dengan cavum nasi,

choncae nasalis caudalis menutupi suatu *diverticulum* dari sinus *infraorbitalis*. Sinus ini terletak disisi lateral menuju *cavum nasi* kedalam sinus ini berakhir pada sebuah duktus sempit sehingga menyulitkan terjadinya drainase natural. Dinding sinus ini tipis dan secara langsung sehingga pada beberapa penyakit kemungkinan terbuka dan eksudat yang mengumpul didalam sinus keluar. Duktus *nasolacrimonal* yang relatif lebar terbuka kedalam *cavum nasi* ke ventral menuju *choncae medial*. Glandula *nasalis* yang panjang terletak didepan bagian dorsal orbita pada dinding *cavum nasi* sisi lateral. Duktus ini terbuka kedalam *cavum* didekat *choncae rostralis*. Glandula ini relatif lebar seperti pada kelenjar garam, akan tetapi kelenjar ini mensekresikan sodium hanya pada spesies burung laut (dan beberapa sedikit spesies lainnya).

Larynx, Trachea dan Syrinx

Larynx menempati sebuah peninggian pada dasar *oropharynx*. Larynx disusun oleh kartilago *cricoideus* dan sepasang kartilago *arytenoid* yang berbeda bentuknya dengan pada mamalia tetapi menempati posisi yang sama. Kartilago *arytenoid* berartikulasi dengan *pars rostradorsalis* kartilago *cricoideus* yang berbentuk cincin. Glotis dibentuk oleh kartilago *arytenoid*, menutupi jalan masuk menuju larynx dengan melakukan tindakan refleks muskulusnya, mencegah partikel makanan dan benda asing mencapai pasase udara yang lebih rendah. Pada unggas tidak didapatkan selaput suara/pita suara. Suara yang dihasilkan terjadinya adalah didalam *syrinx*, terutama pada *biforcatio trachealis*.

Trachea disusun berupa tumpukan cincin-cincin kartilago yang sempurna berbentuk cerobong yang rapat, berjalan bersama-sama dengan *esophagus*

sepanjang leher. Trachea dapat dipalpasi dari sisi sebelah dekster. Pada species yang mempunyai leher panjang, sebagai contoh pada angsa terompet, trachea ini lebih panjang daripada lehernya dan pada thorax inlet membentuk loop yang dapat disesuaikan apabila akan dikeluarkan dari lubang sternum. Trachea bercabang ke dorsal menjadi dua bronchi primae menuju dasar cor. Bronchi ini selanjutnya setelah berjalan sebentar akhirnya masuk ke dalam permukaan ventral paru-paru.

Syrinx dibentuk oleh pars terminalis trachea dan permulaan bronchi primer. Kartilago trachealis dari syrx kuat dan kokoh, sedangkan kartilago bronchialis dari syrx tidak terlalu besar, berupa sebuah penyekat pendek (pesulus) yang memisahkan kedua pintu bronchia. Dinding lateral dan medial bronchi bersifat membranosa dan menghasilkan suara ketika bergetar.

2.2.2. Sistem Respirasi Bagian Bawah

Pulmo

Paru-paru bangsa unggas relatif lebih kecil, tidak berlobi, berwarna merah terang, lembut serta terasa seperti beludru ketika di sentuh. Paru-paru ini menempati pars craniodorsalis rongga tubuh, dan mendapatkan impresio dari vertebrae thoracalis dan costae. Paru-paru pada bangsa unggas tidak membungkus permukaan lateral jantung sebagaimana pada mamalia. Permukaan dorsal yang convex dibentuk oleh curvatura costae. Permukaan ventral yang concave berhadapan dengan esophagus, cor dan hepar. Paru-paru bertaut pada dinding

tubuh serta pada septum horisontal yang membatasinya dari bawah. Tidak didapatkan adanya cavum pleura dan diafragma seperti pada mamalia.

Bronchus primer memasuki permukaan ventral secara diagonal menuju paru-paru, untuk selanjutnya menyempit dan pada batas caudal menerus dengan kantong udara (air sac). Pada ayam, air sac ini memberi kontribusi sebesar 40 sampai dengan 50 berupa bronchi sekunder pada medioventral, mediodorsal, lateroventral dan laterodorsal sesuai dengan seluruh wilayah pulmo yang disuply.

Pada unggas biasanya didapatkan 4 buah bronchi medioventral.

Bronchi-bronchi ini akan segera muncul setelah bronchus primer masuk kedalam pulmo. Yang pertama mengirimkan cabang pada permukaan yang berhubungan langsung dengan air sac cervicalis. Bronchus medioventral ketiga, menerus berhubungan dengan saccus clavicularis dan saccus thoracica cranialis. Kira-kira terdapat 8 bronchi mediodorsal muncul dari dinding dorsal bronchus primer, 8 bronchi mediodorsal ini tidak berhubungan dengan air sac. Kurang lebih terdapat 8 bronchi lateroventral muncul bersebrangan dengan bronchi mediodorsal. Satu diantara bronchi lateroventral ini berhubungan langsung air sac thoracica caudalis. Yang paling akhir kira-kira terdapat 25 bronchi laterodorsal muncul berlawanan dengan bronchi mediodorsal dan lateroventral. Bronchi laterodorsal lebih kecil daripada tiga kelompok terdahulu dan tidak mempunyai hubungan langsung dengan air sac.

Bronchi sekunder memberikan kontribusi sebesar 400 sampai dengan 500 parabronchi yang mempunyai dinding relatif tebal dalam melakukan pertukaran

gas. Parabronchi muncul dari bronchi medioventral dan mediodorsal berhubungan dengan akhiran untuk membentuk loop dengan panjang yang bervariasi. Loop ini, yang terbungkus rapat dan paralel, menyusun kira-kira $\frac{3}{4}$ jaringan pulmo, membentuk bagian divisi yang dikenal sebagai paleopulmo. Parabronchi dari bronchi lateroventral dan laterodorsal yang lebih kecil membentuk divisi fungsi reguler yang lebih sedikit dan divisi caudal yang lebih banyak, dikenal sebagai neopulmo.

Diameter internal parabronchi berukuran 1 mm sedang diameter eksternalnya 2 mm. Parabronchi beranastomose dengan parabronchi yang bersebelahan yang dipisahkan oleh septum. Perluasan lumen parabronchi (atria) menyebabkan penambahan capiler udara. Hal ini membentuk suatu jaringan kerjasama diantara loop yang berhubungan (interconnected loop) yang menyebar meluas kedalam septum interparabronchi. Anastomose dengan capiler udara dari parabronchi yang berdekatan dijumpai apabila tidak terdapat septum atau septum yang terbentuk tidak sempurna. Kapiler udara yang terletak pada dasar kira-kira 5 μm dilapisi oleh satu lapis sel epitel yang terletak pada dasar membran. Gas (O_2 dan CO_2) yang menggantikan dan melewati harus melalui suatu barrier. Oleh sebab itu kapiler udara bentuknya homolog dengan alveoli pada pulmo mamalia. Perbedaan esensial adalah bahwa kapiler udara bukan merupakan akhiran dari sistem pohon pernapasan akan tetapi menerus berupa saluran yang dapat menerima udara yang kaya oxygen dari arah yang lain.

Air sac (kantong hawa) merupakan saluran buntu dengan dinding tipis yang merupakan perluasan dari sistem bronchi yang terletak dibawah pulmo,

yang berhubungan dengan viscera thorac dan viscera abdominal. Divertikulum dari sacus ini masuk kedalam tulang dan bahkan menembus diantara otot skeletal.

Ayam mempunyai 8 air sac yaitu :

- Satu buah air sac cervicalis
- Satu buah air sac clavicularis
- Sepasang air sac thoracalis cranialis
- Sepasang air sac thoracalis caudalis
- Sepasang air sac abdominalis

Air sac cervicalis tersusun atas sebuah bilik kecil diventral pulmo dan berhubungan dengan divertikulum yang panjang membentang didalam dan sepanjang sisi vertebrae cervicalis dan thoracalis. Saccus clavicularis yang besar terletak dalam thorac inlet. Pars thoracalisnya mengisi spasiun cranial menuju dan mengelilingi cor, serta membentang kedalam sternum. Divertikulum extrathoracicyanya melintas diantara miskulus dan tulang dari lingkaran bahu untuk mengisi humerus. Jenis dari fraktur humerus memungkinkan untuk masuknya infeksi bibit penyakit kedalam kantong hawa ataupun pulmo. Sepasang saccus thoracalis cranialis membentang sepanjang ventral menuju pullmo diantara costae sternalis dan cor serta hepar. Sepanjang ventral menuju pulmo diantara costae sternalis dan cor serta hepar. Sepasang saccus thoracalis caudalis membentang lebih kearah caudal diantara dinding dan saccus abdominalis. Sepasang saccus abdominalis adalah saccus yang terbesar. Saccus abdominalis menempati bagian caudodorsalis cavum abdominalis dan mempunyai hubungan

yang luas dengan intestine, gizzard, organ genetelia serta ginjal. Divertikulum mereka masuk kedalam resesus synsacrum dan acetabulum.

Air sac berperan utama pada respirasi meskipun dindingnya hanya sedikit mendapatkan suply darah/vasikularisasi yang menyebabkan tidak dapat ikut dalam sistem pertukaran gas. Kantong hawa juga mempunyai berat yang ringan dan menjadi lebih besar kearah dorsal agar posisinya lebih dibawah pusat gravitasi, diduga hal ini berhubungan dengan peningkatan dalam kemampuan stabilitas terbang.

Kantong hawa ini dibagi menjadi dua kelompok fungsional :

- Kelompok fungsional pertama (cranial) : dibentuk oleh saccus cervicalis, clavicularis dan thoracalis cranialis.
- Kelompok fungsional kedua (caudal) : dibentuk oleh saccus thoracalis caudalis dan saccus abdominalis.

Air sac cranial berhubungan dengan paleopulmo sedang kantong hawa caudal berhubungan dengan neopulmo. Divisi fungsional pulmo telah dibahas sebelumnya.

Pernapasan pada bangsa burung sangatlah kompleks, dan untuk mempermudah disini akan dijelaskan dengan lebih sederhana. Gerakan inspirasi (dimana tulang rusuk mengarah kedepan dan sternum lebih kearah bawah) menggambarkan udara menembus pulmo masuk kedalam kantong hawa. Kantong hawa caudal menerima udara yang relatif bersih sedangkan kantong hawa cranial menerima udara yang telah kehilangan banyak oxygen ketika

melalui dan menembus parabronchi paleopulmo. Selama ekspirasi kantong hawa mengalami tekanan, kebanyakan udara dari saccus caudal lewat menembus parabronchi pulmonalis, bersamaan dengan itu kebanyakan udara dari saccus cranial keluar menembus trachea. Sehingga kantong hawa ini bekerja seperti peniup angin, menggerakkan udara menembus sebuah paru-paru besar yang bersifat pasive. Aliran udara didalamnya adalah merupakan gerakan tidal (seperti pada mamalia). Gerakan udara pada paru-paru merupakan suatu perputaran, artinya bahwa udara lewat menembus loop parabronchi paleopulmonic adalah selalu dalam arah yang sama. Bagaimana mekanisme ini dapat terjadi masih belum benar-benar sepenuhnya diketahui (Tehupuring dan Grecia, 2007).

2.3. Fisiologi Respirasi pada Ayam

Pernapasan (sebagai istilah yang umumnya digunakan) mencakup 2 proses : pernapasan eksterna, absorpsi O_2 dan pembuangan CO_2 dari badan secara keseluruhan: serta pernapasan interna, penggunaan O_2 dan produksi CO_2 oleh sel dan pertukaran gas antara sel dan medium cairannya.

Sistem pernapasan dibentuk oleh organ penukar gas (paru-paru) dan pompa yang memventilasikan paru. Pompa ini terdiri dari dinding dada, otot pernapasan yang meningkat dan menurunkan ukuran cavitas thoracis, pusat di dalam otak yang mengendalikan otot, serta jaras dan saraf yang menghubungkan otak ke otot. Saat istirahat, manusia normal bernapas 12-15 kali semenit. Lima ratus millimeter udara per pernapasan, atau 6-8 L/menit, diinspirasi dan diekspirasi. Udara ini bercampur dengan gas di dalam alveoli dan dengan difusi

sederhana, O_2 memasuki darah di dalam kapiler paru, sementara CO_2 memasuki alveoli. Dalam cara ini, 250 mL O_2 memasuki badan per menit dan 200 mL CO_2 diekskresikan.

Sejumlah kecil gas lain seperti metana dari usus juga ditemukan di dalam udara yang diekspirasikan. Alkohol dan aseton diekspresikan bila ada dalam jumlah lumayan di dalam badan. Jelas lebih dari 250 senyawa berbeda yang mudah menguap telah diidentifikasi dalam pernapasan manusia.

Mekanik Pernapasan

Inspirasi dan Ekspirasi

Paru – paru dan dinding dada merupakan struktur elastik. Normalnya ada tak lebih dari lapisan tipis cairan di antara paru – paru dan dinding dada. Paru – paru mudah meluncur diatas dinding dada, tetapi menahan gerakan gerakan meninggalkan dinding dada dalam cara yang sama seperti 2 potongan gelas basahyang meluncur satu atas yang lain, tetapi menahan pemisahan. Tekanan dalam “ ruang “ di antara paru – paru dan dinding dada (tekanan intrapleura) berukuran subatmosfir. Paru – paru diregangkan sewaktu ia diekspansikan saat lahir dan pada akhir ekspirasitenang, kecenderungan rekoil dinding dada tepat seimbang dengan kecenderungan dinding dada untuk rekoil dalam arah berlawanan. Jika dinding dada dibuka, maka paru – paru kolaps, dan jika paru – paru kehilangan elastisitasnya, maka dada meluas dan menjadi bertbentuk tong (‘ barrel’).

Inspirasi merupakan proses aktif. Kontraksi otot ispirasi meningkatkan volume intratorax. Selama pernafasan tenang, tekanan intrapleura yang sekitar

2,5 mm Hg (relatif terhadap atmosfer) disaat mulainya inspirasi, menurun ke sekitar 6 mm Hg dan paru – paru ditarik ke dalam posisi lebih diperluas. Tekanan dalam saluran pernafasan menjadi sedikit negatif dan udara mengalir ke dalam paru – paru. Pada akhir Inspirasi, rekoil paru – paru menarik dada kembali ke posisi ekspirasi, tempat tekanan rekoil paru – paru dan dinding dada seimbang. Tekanan dalam saluran pernafasan menjadi agak positif dan udara mengalir di luar paru- paru. Ekspirasi selama pernafasan tenang bersifat pasif dalam arti bahwa tak ada otot yang berkontraksi menurunkan volume intratorax. Tetapi ada sejumlah kontraksi otot inspirasi dalam bagian awal ekspirasi. Kontraksi ini menimbulkan kerja rem pada tenaga rekoil dan melambatkan ekspirasi.

Usaha inspirasi kuat mengurangi tekanan intrapleura kenilai terendah 30 mm Hg yang menimbulkan derajat inflasi paru yang lebih besar sebanding. Bila ventilasi meningkat maka luas diflasi paru juga ditingkatkan oleh kontraksi aktif otot ekspirasi yang menurunkan volume intratorax.

Jalan Udara

Setelah berjalan melewati jalan hidung dan pharynx, tempat ia dihangatkan dan mengambil uap air, maka udara yang diinspirasi berjalan menuruni trachea dan melalui bronchiolus, brochiolus respiratorius dan ductus alveolaris ke alveoli.

Diantara trachea dan sacculus alveolaris, jalan udara dibagi 23 kali. Enam belas generasi jalan pertama membentuk zona konduksi, jalan udara yang mengangkut gas dari dan keluar. Ia dibentuk bronchi, bronhioli dan bronchioli

terminalis. Tujuh generasi sisanya membentuk zona peralihan dan pernafasan, tempat pertukaran gas terjadi serta dibentuk oleh bronchioli respiratorius, ductus alveolaris dan alveoli. Pembagian majemuk ini sangat meningkatkan luas penampang melintang total jalan udara. Akibatnya kecepatan aliran udara di dalam jalan udara kecil menurun ke nilai sangat rendah. Telah dihitung bahwa jumlah lingkaran generasi enambelas jalan udara (bronchioli terminalis) duaribu kali lingkaran trachea.

Alveoli dikelilingi oleh kapiler paru dan dalam kebanyakan daerah, struktur diantara udara dan darah kapiler tempat terjadi difusi O_2 dan CO_2 , sangat tipis. Ada tiga ratus juta alveoli di dalam manusia dan luas total dinding alveoli yang berkontak dengan kapiler dalam paru sekitar $70 m^2$.

Alveoli dilapisi oleh 2 jenis sel epitel. Sel tipe 1 merupakan sel gepeng dengan perluasan sitoplasma yang besar dan merupakan sel pelapis primer. Sel tipe 2 (pneumosit granular) lebih tebal dan mengandung banyak badan inklusi lamelar. Sel ini mensekresi surfaktan. Ia bisa jenis khusus lain sel epitel dan paru juga mengandung makrofag alveolus paru, limfosit, sel plasma dan sel mast. Sel mast mengandung heparin, berbagai lipid, histamin, dan polipeptida yang berpartisipasi dalam reaksi alergi (Ganong, 2005)

2.4. Elektrolit

Elektrolit adalah semua jenis senyawa yang dapat menghasilkan ion-ion ketika terlarut dalam air dan dapat menghantarkan aliran listrik. Ion yang bermuatan positif disebut kation dan yang bermuatan negatif disebut anion.

Sodium chloride (NaCl) adalah salah satu contoh elektrolit yang disusun oleh kation natrium (sodium) (Na^+) dan anion Chloride (Cl^-). Senyawa elektrolit dapat tersusun oleh ion-ion monoatomic sederhana seperti sodium chloride atau senyawa yang tersusun oleh ion-ion polyatomic seperti ammonium nitrat (NH_4NO_3).

Senyawa-senyawa asam dan basa adalah contoh-contoh elektrolit khusus, dimana ketika senyawa tersebut terlarut dalam air akan menghasilkan kation hydrogen (H^+) untuk senyawa asam dan anion hidroksil (OH^-) untuk senyawa basa. Contoh senyawa asam dan basa tersebut berturut-turut adalah asam hydrochloride (HCl) dan sodium hidroksil (NaOH). Senyawa-senyawa yang dapat terlarut dalam air namun tidak dapat menghasilkan ion-ion disebut senyawa nonelektrolit, seperti ethanol (*Colombia Encyclopedia, 2006*).

Senyawa elektrolit kuat adalah senyawa-senyawa elektrolit yang akan terurai sempurna ketika larut dalam air untuk membentuk ion-ion bermuatan (yang mempunyai kontribusi dalam sifat konduktivitasnya), dan tidak menyisahkan molekul netral. Sebagai contoh NaCl akan terlarut sempurna menjadi kation Na dan anion Cl, tanpa menyisahkan garam NaCl yang bermuatan netral. Contoh senyawa elektrolit kuat lainnya adalah (NH_4NO_3) yang terlarut sempurna dalam air menjadi kation NH_4 dan anion NO_3 . Senyawa-senyawa asam dan basa kuat seperti HCl dan HNO_3 dapat digolongkan sebagai elektrolit kuat pula, mengingat keduanya akan terurai sempurna menjadi ion-ion pembentuknya, ketika terlarut dalam air.

Senyawa elektrolit lemah adalah senyawa elektrolit yang tidak dapat terurai sempurna menjadi ion-ion ketika terlarut dalam air. Contoh senyawa elektrolit lemah adalah asam asetat, dimana senyawa tersebut selain membentuk H^+ dan $C_2H_3O_2^-$, juga menyisahkan molekul $C_2H_3O_2H$ yang tidak bermuatan. Contoh senyawa elektrolit lemah lainnya adalah ammonia (NH_3) (Sperelakis, 1998).

2.4.1. Peran dan Metabolisme Elektrolit Dalam Sistem Biologis

Terdapat sejumlah besar mineral dalam sistem biologis, namun demikian hanya sedikit yang menunjukkan peran biokimia dan fisiologis yang nyata.

Unsur-unsur ini dapat dikelompokkan dalam lima golongan, yaitu :

1. Komponen utama molekul-molekul tubuh : carbon, hydrogen, oksigen, nitrogen dan sulfur.
2. Kelompok mineral penting (elektrolit) : calsium, fosfor, magnesium, natrium (sodium), kalium (potassium), dan chloride.
3. Trace mineral : kromium, cobalt, tembaga, yodium, besi, mangan, molybdenum, selenium, dan seng.
4. Unsur-unsur yang dibutuhkan untuk nutrisi pada binatang, tetapi tidak diketahui fungsinya bagi manusia, contoh : arsen, cadmium, nikel, silicon, timah, dan vanadium.
5. Kelompok unsur beracun : air raksa dan timah hitam.

Sebagian besar mineral (kecuali potassium dan sodium) membentuk garam-garam mineral dan senyawa lain yang relative sulit larut dalam air, sehingga sukar absorpsi. Sebagian besar mineral yang dikonsumsi dibuang bersama feses. Absorpsi mineral membutuhkan pengemban khusus (specific carrier protein), demikian juga dengan transport dan penyimpanan. Ekskresi

sebagian besar mineral dilakukan oleh ginjal tetapi sebagian lainnya diekskresi kedalam cairan empedu, dan hilang bersama feses.

Secara umum fungsi elektrolit dalam sistem biologis adalah : menjaga keseimbangan asam-basa dan mempertahankan tekanan osmotik cairan, terlibat dalam berbagai proses metabolisme, konduksi saraf, kontraksi otot, proses pembekuan darah, motilitas sel, menjaga keseimbangan asam-basa dan mempertahankan tekanan osmotik cairan (Martin *et al.*, 1990).

Elektrolit-elektrolit penting yang berperan sentral dalam menjaga keseimbangan (homeostasis) fungsi normal tubuh diantaranya adalah sodium (Na^+), potassium (K^+), dan chloride (Cl^-). Sodium merupakan kation utama pada cairan ekstraseluler, dan potassium merupakan kation utama pada cairan intraseluler, sedangkan chlorida merupakan anion utama cairan ekstraseluler (tabel 2.3).

Sodium atau natrium (Na^+), merupakan elektrolit utama penyusun cairan ekstraseluler. Bersama-sama dengan chloride dan bikarbonat, sodium berperan dalam pengaturan keseimbangan asam-basa dan mempertahankan tekanan osmotik cairan tubuh, hingga dapat melindungi tubuh terhadap kehilangan cairan yang berlebihan.

Peningkatan konsentrasi sodium akan diikuti dengan meningkatnya osmolaritas pada bagian luar sel, yang mana hal ini menyebabkan perpindahan molekul air dari dalam menuju luar sel. Berkurangnya air pada bagian intraseluler ini, akan menstimulasi mekanisme haus dan menurunnya volume

urine. Hal sebaliknya akan terjadi bila konsentrasi sodium pada bagian ekstraselluler turun (Martin *et al.*, 1988: *Colombia Encyclopedia*, 2006).

Potassium atau kalium (K^+) merupakan kation utama intraselluler, dan mempunyai peran pada beberapa proses metabolik penting termasuk konduksi saraf, eksitasi-kontraksi otot, dan mengatur volume sel, reaksi enzyme dan sintesis protein otot. Baik sodium maupun potassium terlibat dalam menjaga tingkat keasaman (pH) darah serta fungsi normal jaringan saraf dan otot (Boulhasen *et al.*, 1995).

Terhadap sel-sel *excitable* (saraf dan otot), keseimbangan elektrolit sangat penting karena dapat mempengaruhi nilai ambang potensial membrane sel. Rangsangan yang lemah dapat menyebabkan depolarisasi (bagian dalam sel menjadi kurang negatif) akibat influks sodium mengikuti gradient elektrokimia melalui *voltage-gated sodium channel* pada membrane sel. Depolarisasi akan diikuti dengan repolarisasi, dengan keluarnya (efluks) potassium. Apabila rangsangan cukup kuat, maka akan terjadi perbedaan muatan yang sangat besar pada potensial membran. Potensial aksi menyebabkan perubahan dan gangguan pada potensial *steady-state* potassium oleh implus sodium, dan peningkatan gelombang depolarisasi sepanjang sabut saraf hingga memungkinkan bagian efektor untuk bereaksi (kontraksi pada otot yang diinervasi).

Tabel 2.3. Distribusi ion pada semua jenis sel dan keseimbangan Potensial

Ion	Ekstraselluler (mM)	Intraselluler (mM)	Keseimbangan Potensial (mV)
Na ⁺	145	15	+60
Cl ⁻	100	5	-80
K ⁺	4.5	150	-94
Ca ⁺	1.8	0.0001	+130
H ⁺	0.0001	0.0002	-18

Sumber : *Cell Physiology (Sperelakis, 1998)*.

Konsentrasi ion-ion dalam cairan biologis umumnya dinyatakan dalam millimoles per liter larutan (mM) atau millimoles per kg air (mMolal) (Sperelakis, 1998). Pada manusia dewasa dengan berat 70 kg, kandungan sodiumnya dapat mencapai 100g, potassium 140g, dan 95 g untuk chloride. Keseimbangan (homeostasis) ion-ion dalam tubuh dipertahankan dengan menjaga kesimbangan elektrolit yang disekresikan dengan yang dikonsumsi. Penambahan elektrolit sangat dianjurkan selama masa pertumbuhan, kebuntingan, dan selama proses penyembuhan (Palmer *et al.*, 2000).

Absorpsi sodium chlorida dari diet terutama terjadi di usus halus. Melalui transport aktif, sodium keluar dari bagian sel-sel epitel usus menuju membrane basal. Sejumlah molekul pembawa yang kebanyakan adalah molekul protein memiliki reseptor untuk sodium, glukosa, galaktosa, dan asam amino. Oleh karena itu, absorpsi sodium juga disertai dengan bahan-bahan lainnya. Mekanisme *counter-transport* (ekskresi) sodium terjadi pada ginjal mengikuti kelebihan hydrogen dan potassium (Palmer *et al.*, 2000).

Pada manusia, tingkat konsumsi sodium, chlorida dan potassium seringkali melebihi jumlah yang dibutuhkan akibat pola makannya. Hampir semua sumber makanan alami mempunyai kandungan potassium yang lebih tinggi dibandingkan kandungan sodiumnya. Pada orang dewasa di Amerika dengan menu normal, rata-rata mengkonsumsi 2,5-3,5 gram potassium sehari. Angka ini menjadi lebih tinggi bila ditambah dengan konsumsi buah-buahan dan sayuran (11 gram/hari), Sementara itu sodium umumnya tersedia dan dikonsumsi dalam bentuk NaCl (garam dapur), dan sebagian kecil dalam bentuk sodium carbonat, sodium citrate dan sodium glutamat. Rata-rata jumlah konsumsi normal sodium pada manusia dewasa berkisar antara 2-5 gram/hari atau 5-13 gram/hari dalam bentuk garamnya (NaCl).

Dalam keadaan normal 99% sodium, potassium dan chloride yang dikonsumsi diabsorpsi. Sebagian besar absorpsi terjadi disepanjang usus halus dan hanya 5-10% terjadi di usus besar. Khususnya potassium, elektrolit ini selain diekskresi melalui ginjal, juga melalui usus besar (Martin *et al.*, 1990). Dari sejumlah regulator homeostasis elektrolit, aldosteron merupakan yang terpenting. Aldosteron mempunyai peran penting dalam absorpsi sodium dan sekresi potassium (Turner dan Bagnara, 1988).

Ekskresi utama sodium, potassium dan chlorida melalui kulit (keringat), urine (95%) dan feces. Nilai normal ekskresi elektrolite penting berturut-turut adalah 115mg/hari dan 800 mg/hari masing-masing untuk sodium dan potassium, sementara nilai ekskresi clorida kurang lebih sama dengan sodium (Colombia Encyclopedia 2006).

2.4.2. Regulasi Homeostasis Sodium, Pottasium dan Chlorida

Berbagai mekanisme yang mengatur ekskresi elektrolit-elektrolit penting tubuh (terutama pada ginjal) dalam pengertian yang luas juga meliputi usaha untuk menjaga keseimbangannya dalam cairan tubuh. Ekskresi sodium melalui urine terutama dikontrol oleh kecepatan reabsorpsi ion tersebut pada glomerulus dan sel-sel tubulus ginjal, sedangkan ekskresi potasium hanya dikontrol melalui ekskresi ion tersebut pada sel-sel tubulus ginjal.

Hipovolemia yang diakibatkan oleh kurangnya konsentrasi sodium dalam darah, akan mengakibatkan peningkatan reabsorpsi ion ini dalam ginjal, dengan jalan meningkatkan kerja saraf simpatetik dan rangsangan terhadap dua sistem hormone yaitu rennin-angiotensin-aldosteron dan sistem antidiuretik. Hasilnya adalah menurunnya volume urine, yang juga berarti menurunnya ekskresi sodium dan chloride. Hipovolemia yang diakibatkan oleh diareha, olahraga berlebih (berkeringat), kebuntingan dan menyusui, mengakibatkan terakifkannya mekanisme haus dan tingkat palatabilitas terhadap konsumsi garam (NaCl). Meningkatnya palatabilitas terhadap garam merupakan bentuk adaptasi yang positif pada sebagian besar herbivora yang hidup didaerah beriklim panas (Sperelakis, 1988).

Hipervolemia akibat tingginya konsentrasi sodium dalam plasma darah, memicu serangkaian mekanisme yang memicu meningkatnya ekskresi sodium dalam urine, antara lain dengan meningkatnya kerja saraf simpatetik, sistem rennin-angiotensin-aldosteron, sistem antidiuretik, serta meningkatnya

rangsangan pada sekresi peptide-peptida atrial natriuretik (Sperelakis, 1988; Colombia Encyclopedia, 2006).

Aldosteron merupakan hormon terpenting yang mengatur sekresi potassium. Sekresi aldosteron dipicu oleh angiotensin II yang meningkat akibat tingginya konsentrasi potassium atau rendahnya kadar sodium dalam darah. Secara langsung konsentrasi potassium dan ion hydrogen dapat mempengaruhi sekresi potassium pada bagian distal nephron. Kecepatan sekresi potassium sebanding dengan konsentrasinya pada plasma darah (Turner dan Bagnara, 1988).

Sekresi potassium sebagai respon dari terganggunya keseimbangan asam-basa (pH) darah, melibatkan proses yang kompleks. Secara umum, asidosis akut akan mengakibatkan menurunnya sekresi potassium, sedangkan pada keadaan alkalosis sekresi potassium akan meningkat. Sementara itu respon terhadap gangguan asam-basa yang kronis sangat bervariasi (Columbia Encyclopedia, 2006).

2.4.3. Gangguan Keseimbangan Sodium, Potassium dan Chloride

Intake elektrolit yang berlebihan secara normal tidak akan menyebabkan terjadinya retensi dalam tubuh. Retensi elektrolit pada cairan tubuh umumnya lebih dikarenakan oleh terganggunya fungsi ginjal. Pada manusia keadaan kekurangan (defisiensi) elektrolit umumnya jarang terjadi, karena jumlah intake bahan-bahan tersebut biasanya cukup berlebihan (Martin *et al.*, 1990).

Tingginya konsentrasi sodium ekstraselluler yang dapat terjadi karena retensi sodium akibat gagal ginjal, atau gagal jantung, akan berakibat terjadinya oedema dan hipertensi. Sedangkan kekurangan sodium mengakibatkan terjadinya hypovolemia dan hypotensi, misalnya akibat penyakit Addison's yang ditandai dengan diarrhea dan muntah berat.

Perubahan konsentrasi potassium pada plasma dapat mempengaruhi eksitabilitas dari sel-sel saraf dan otot. Retensi potassium dapat terjadi akibat menurunnya sekresi aldosteron atau berkurangnya responsitas ginjal terhadap aldosteron, yang pada akhirnya mengakibatkan hiperkalemia (konsentrasi potassium darah melebihi 5mmol/l).

Manifestasi klinis hiperkalemia antara lain adalah aritmia hingga terhentinya kontraksi pada otot-otot jantung. Rendahnya kadar potassium plasma dapat terjadi akibat meningkatnya kadar aldosteron, diuresis, muntah atau diarrhea. Manifestasi klinis dari hypokalemia adalah tertekannya fungsi neuromuscular dan pada hypokalemia berat gejalanya sama dengan keadaan hiperkalemia, yaitu aritmia jantung (Boulhasen *et al.*, 1995).

2.4.4. Heat stress dan Gangguan Homeostasis Elektrolit Pada Broiler

Panas tubuh dapat berasal dari dalam tubuh sebagai hasil proses metabolisme dan dari lingkungan sekitar yang diterima tubuh melalui radiasi dan konduksi. Sementara itu, tubuh akan kehilangan panas melalui radiasi, konduksi, konveksi dan evaporasi. Berbeda dengan golongan mamalia, ketiadaan kelenjar mengakibatkan golongan unggas lebih banyak menggunakan cara evaporasi atau

panting, ketika paparan suhu yang diterima tidak sebanding dengan panas yang dikeluarkan.

Hiperventilasi akibat panting pada *broiler* yang terpapar stress panas, mengakibatkan ekskresi CO₂ dan air melalui paru-paru meningkat tajam, hingga mengakibatkan terjadinya alkalosis respiratorius, dimana keadaan akan memicu terjadinya gangguan fungsi yang lain, diantaranya meningkatnya kerja ginjal untuk mensekresi secara berlebih beberapa elektrolit tubuh (Emery, 2004).

Gangguan homeostasis K⁺ mengakibatkan dampak yang penting terhadap fungsi sel. *Heat stress* pada *broiler* diketahui mengakibatkan meningkatnya ekskresi dan menurunnya retensi K⁺ pada ginjal, sehingga menurunkan K⁺ pada plasma *broiler* (Ait-Boulahsen *et al.*, 1995). Penurunan kadar K⁺ ekstraselluler ini dapat mengakibatkan hiperpolarisasi membran sel saraf dan otot ini (menurunkan daya eksitabilitas), dengan manifestasi klinis berupa kelemahan otot, diare, disfungsi otot-otot digesti (menyebabkan distensi abdominal), serta gangguan ritme jantung dan implus saraf (Sherwood, 2004). Melalui mekanisme ini, *heat stress* bisa jadi merupakan faktor predisposisi utama terhadap sindrom kematian mendadak akibat gagal jantung dan asites pada *broiler*, yang dilaporkan mencapai 5% (Cherian, 2000).

Kan *et al.*, (1993) melaporkan *heat stress* mengakibatkan terganggunya homeostasis elektrolit plasma *broiler* (menurunnya kadar Ca²⁺ dan K⁺ serta meningkatnya kadar Cl⁻ ; Na⁺ plasma darah); meningkatnya konsumsi dan ekskresi air; serta meningkatkan suhu internal tubuh (akibat meningkatnya rasio

Na:Ca pada hypothalamus). *Heat stress* mengakibatkan laju ekskresi fosfor, kalium, natrium, magnesium, mangan, selenium, sulfur dan cooper, pada ginjal meningkat (Belay and Teeter, 1996).

2.5. Peran Vitamin Dalam Heat Stress

2.5.1 Definisi, Sifat dan Klasifikasi vitamin pada ayam

Istilah vitamin berasal dari nama "Vitamine". Definisi vitamin yang sekarang telah diakui adalah persenyawaan organik yang :

1. Terdiri dari bahan makanan tapi bukan karbohidrat, lemak, protein dan air.
2. Terdapat dalam bahan makanan dalam jumlah yang sangat sedikit.
3. Essensial untuk perkembangan jaringan normal dan untuk kesehatan, pertumbuhan dan hidup pokok.
4. Kalau tidak terdapat dalam ransum atau tidak tepat diabsorpsi atau dipergunakan, mengakibatkan penyakit defisiensi yang khas atau sindrom.
5. Tidak dapat disintesa oleh hewan dan maka dari itu harus tersedia dalam ransum.

Menurut Wahyu, (2004), mengatakan bahwa. Beberapa sifat dari vitamin mempunyai perbedaan yang besar dalam komposisi kimia dan fungsi metabolis. Vitamin-vitamin tersebut diketemukakan dalam beberapa macam konsentrasi dalam bahan-bahan makanan, tidak ada satu bahan makanan yang mengandung semua vitamin dalam jumlah yang optimal untuk ayam dan hewan lain. Maka dari itu semua bahan-bahan makanan harus diperhatikan dan defisiensi-defisiensi harus dilengkapi dengan suplementasi vitamin sintesis atau konsentrat.

Klasifikasi vitamin dapat dibagi menjadi dua bagian berdasarkan daya larutnya baik dalam lemak dan larutan lemak atau dalam air. Vitamin-vitamin yang larut dalam lemak adalah vitamin-vitamin A, D, E dan K, terdapat dalam bahan-bahan makanan bersama-sama dengan lipida-lipida. Vitamin-vitamin yang larut dalam lemak dan diabsorpsi bersama-sama dengan lemak yang terdapat dalam ransum memperlihatkan mekanisme yang sama seperti mekanisme absorpsi lemak. Kondisi yang baik untuk absorpsi lemak, misalnya cukup aliran empedu dan formasi misel sangat membantu absorpsi vitamin-vitamin yang larut dalam lemak. Sebaliknya kondisi-kondisi yang kurang baik untuk absorpsi lemak.

Vitamin-vitamin yang larut dalam air yang dibutuhkan oleh ayam adalah vitamin B₁, B₂, B₆, B₁₂, asam nikotinat (niasin), asam pantotenat, asam folat, biotin dan kolin. Vitamin-vitamin ini tidak dihubungkan dengan lipida-lipida dan peningkatan absorpsi lemak tidak mempengaruhi absorpsi vitamin-vitamin tersebut. Vitamin-vitamin yang larut dalam lemak disimpan dalam jumlah yang cukup dalam tubuh hewan dan tidak dikeluarkan melalui urine. Kecuali vitamin B₁₂ yang larut dalam air tidak disimpan, tapi lebihnya segera dikeluarkan melalui urine. Penambahan vitamin-vitamin yang larut dalam air diperlukan hanya untuk mencegah defisiensi (Wahyu, 2004).

2.5.2. Vitamin A

Vitamin A dapat digunakan oleh ayam baik dalam bentuk vitamin A maupun dari provitamin A. Sumber yang kaya vitamin A adalah minyak hati ikan, tetapi sekarang telah dibuat sintesis. Asal vitamin A (terutama karoten B)

banyak terdapat pada tanaman hijauan. Vitamin A diperlukan dalam proses pembentukan jaringan epitel yang berperan sebagai pertahanan tubuh ayam. Vitamin A dalam pakan ayam lebih stabil bila berisi antioksidan. Bahan sintesis lebih dapat diandalkan daripada minyak ikan. Kebutuhan ayam akan vitamin A kurang lebih dari 6.600-11.000 IU per kg pakan.

2.5.3. Vitamin D

Vitamin ini dibentuk oleh ayam dengan bantuan sinar matahari, tetapi jumlah yang dihasilkan biasanya tidak cukup memenuhi kebutuhan sehingga biasanya memerlukan tambahan. Pada kondisi panas dan lembab, pakan sering berjamur sehingga dapat menyebabkan fungsi enteritis atau munculnya mycotoxin. Kejadian ini dapat meningkatkan kebutuhan vitamin pada unggas.

2.5.4. Vitamin E

Menurut Akoso B,T,1993, mengemukakan bahwa vitamin E sangat penting bagi kutuk, pedaging dan bibit. Fungsi utama vitamin E adalah sebagai antioksidan baik dalam pakan ataupun dalam sel hati setelah penyerapan. Vitamin E sekurang-kurangnya sebagian dapat digantikan oleh antioksidan. Kebutuhan ayam akan vitamin E paling tidak 0-16,5 IU per kg pakan. Beberapa sistem metabolisme dari vitain E telah dikemukakan sebagi berikut : sebagai antioksidan biologis dan menjaga struktur lipida dalam mitokondria terhadap kerusakan oksidatif. Rochman, 2003 mengatakan bahwa, konsumsi vitamin E sebanyak 50

ppm dapat mengurangi kematian akibat heat stress, sedang pada ayam *broiler* dan level lebih dari 100 ppm dapat meningkatkan resistensi ayam terhadap penyakit.

2.5.5. Vitamin K

Peran vitamin ini belum sepenuhnya terungkap, walaupun demikian bahwa vitamin K dibutuhkan untuk pembentukan protrombin, suatu bagian yang penting dalam mekanisme pebekuan darah. Menurut Akoso, (1993), defisiensi vitamin K akan mengakibatkan kenaikan protrombin atau waktu penjedalan darah sehingga ayam sering mengalami perdarahan. Salah satu pengaruh dari *heat stress* adalah perpanjangan waktu pembekuan darah. Keadaan ini dapat diantisipasi dengan penambahan konsumsi vitamin K. Suplementasi vitamin ini penting terutama pada saat potong paruh dan untuk ayam yang terserang koksidiosis. Kebutuhan ayam akan vitamin K adalah 2,2 mg per kg pakan (Rochman, 2003).

2.5.6 Vitamin C

Asam askorbat dipercaya berfungsi sebagai anti-oksidan yang larut dalam air dan terdapat pada bahan makanan. Asam askorbat mampu memberikan elektron untuk meredam atau mengurangi variasi radikal bebas dan jenis – jenis oksidan (May, et al. 1996). Semua spesies ayam dapat mensintesis vitamin C (Asam askorbat dipercaya berfungsi sebagai anti-oksidan yang larut dalam air dan terdapat pada bahan makanan. Semua spesies ayam dapat mensintesis vitamin C (asam askorbat) di dalam ginjal, akan tetapi pada kondisi stres proses sintesis

akan berkurang kadarnya didalam darah.karena vitamin C berperan dalam proses pembentukan kekebalan , maka penurunan kadarnya secara langsung menurunkan tingkat kekebalan ayam. Penambahan pada kondisi stres akan mempertahankan (bahkan menambah) kadar dalam darah (Darmojo, 2001)

Suatu percobaan yang dilakukan oleh North Caroline State University, 1985 menyebutkan bahwa pada ayam yang diberi perlakuan temperatur lingkungan 43°C selama 30 menit – 3 jam dapat menyebabkan kematian hanya sebesar 22%, pada ayam dengan temperatur normal angka kematian hanya 5%. Selanjutnya ayam yang mendapatkan perlakuan temperatur 43°C + vitamin C 100 ppm, maka angka kematian dapat diturunkan menjadi hanya 7,3%. Peranan vitamin C dalam penelitian tersebut adalah sebagai *anti-stressor* (Prawirokusumo, 1990).

Pada reaksi kimia, vitamin C (asam askorbat) merupakan agen pereduksi (donor elektron), yang dapat mereduksi radikal hidroksil, superoksida radikal, asam hypoclorit dan reaktif oksidan lainnya. Vitamin C dapat bekerja efektif baik didalam maupun diluar sel, dan oleh karenanya mempunyai peran sentral sebagai anti oksidan intraseluler dalam mencegah kerusakan DNA (Papas, 1999). Diet dengan kandungan vitamin C , E dan A serta senyawa carotenoid alami lainnya, dilaporkan dapat melindungi jaringan dari kerusakan oleh radikal bebas (Surai, 1999).

2.5.7. Vitamin B1

Heat stress diketahui dapat menekan tingkat pertumbuhan karena menghambat sekresi T_3 dan T_4 Plasma, diharapkan dengan Suplementasi vitamin B dalam cuaca panas dapat meningkatkan laju pertumbuhan. Level yang dianjurkan adalah 120-150 gram/kg pakan untuk vitamin B1 dan 6-8 mg/kg pakan untuk vitamin B2 (Wahyu, 2004).

BAB 3

MATERI DAN METODE PENELITIAN

SAR 3

MATERI DAN METODE PENELITIAN

BAB 3 MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai tanggal 21 Agustus 2007 sampai dengan 29 September 2007, bertempat di kandang percobaan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya. Pembuatan sediaan histopatologi paru-paru dilakukan di Laboratorium Patologi Veteriner Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya.

3.2 Bahan dan Materi Penelitian

3.2.1. Hewan Percobaan

Hewan Percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah 24 ekor ayam pedaging *strain* Hubbard produksi PT. Wonokoyo Jaya Corp, dari DOC sampai dengan umur 21 yang dipelihara sesuai standar manajemen *broiler* pemberian minum secara *ad libitum* dan pakan sesuai dengan berat badan setiap pagi dan sore, kemudian hewan percobaan dibagi menjadi empat perlakuan.

3.2.2. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah elektrolit dan multivitamin komersial (dengan komposisi terdapat dalam Lampiran 1); pakan komersial CP 511 dan BP 11 produksi PT. Charoen Pokphand, PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) Vaksin ND (*New Castledisease*) dan IB

(*Infectious Bronchitis*) produksi PT. Romindo dengan strain lasota, desinfektan menggunakan Destan, bahan-bahan yang digunakan untuk *processing* dan pewarnaan jaringan histopatologi menurut metode rutin menggunakan Hematoxylin dan Eosin (terdapat dalam Lampiran 7).

3.2.3. Alat Penelitian

Peralatan utama dalam penelitian ini adalah dua ruangan berbeda yaitu ruangan A dan ruangan B, yang dipersiapkan khusus untuk perlakuan suhu yang berbeda. Ruangan A dilengkapi dengan alat pendingin ruangan (*air conditioner /AC*) dengan suhu yang dikontrol secara manual berkisar antara 21-23°C, sedangkan ruangan B adalah ruangan untuk perlakuan stress panas yang dilengkapi dengan alat pemanas, dengan sumber panas berasal dari pancaran lampu. Suhu ruangan B dipertahankan konstan secara otomatis (*thermoregulator*) pada kisaran 34,5-35 °C, kandang litter yang berukuran 1x1x0,5 meter yang dilengkapi dengan tempat pakan dan minum, sebanyak empat pasang, thermometer untuk melihat suhu lingkungan, peralatan yang digunakan untuk seksi dan pembuatan sediaan histopatologi meliputi, gunting bedah, *scalpel* steril, pinset steril, *object glass*, *cover glass*, *hot plate*, oven , nampan sebagai wadah ayam, api Bunsen, aluminium foil, mikrotom, *staining jar*, *refrigerator* serta pot plastik dan timbangan digital.

3.3. Metode Penelitian

3.3.1. Persiapan Hewan Coba

Satu minggu sebelum DOC datang dilakukan desinfeksi pada ruangan, kandang dan peralatan lainnya. Sebanyak 24 ekor DOC *strain* Hubbard dipelihara selama 21 hari sesuai dengan standard pemeliharaan *broiler* (dapat dilihat pada Lampiran 2) pada ruangan A. Selama pemeliharaan ayam diberi pakan dengan formulasi standar untuk *Broiler* tahap awal (*stater*) dengan merk dagang CP 511 produksi PT. Charoen Pokphand, serta diberi air minum yang berasal air bersih PDAM Surabaya.

3.3.2. Pelaksanaan Penelitian

Setelah mencapai umur 21 hari, sebanyak 24 ekor ayam *broiler* dibagi secara acak menjadi empat kelompok perlakuan, dimana pada masing-masing perlakuan terdapat 6 ulangan. Adapun bentuk perlakuan adalah sebagai berikut ;

- P0** : dipelihara pada ruangan A dengan kisaran suhu ruangan antara 21-23°C yang diberi air minum tanpa diberi suplemen elektrolit dan multivitamin.
- P1** : dipelihara pada ruangan B dengan kisaran suhu ruangan antara 34,5-35 °C yang diberi air minum tanpa diberi suplemen elektrolit dan multivitamin.
- P2** : dipelihara pada ruangan B dengan kisaran suhu antara 34,5-35 °C diberi air minum yang mengandung suplemen elektrolit dan multivitamin komersial dosis (1gr/4lt air).

P3 : dipelihara pada kamar B dengan kisaran suhu antara 34,5 - 35 °C diberi air minum yang mengandung suplemen elektrolit dan multivitamin komersial dosis (2gr/4lt air).

selama masa perlakuan hewan percobaan diberi pakan sesuai dengan kebutuhan standar untuk *broiler* (terdapat dalam Lampiran 2).

3.4. Variabel Penelitian

3.4.1. Variabel Bebas

1. Stress Panas.
2. Suplementasi elektrolit dan multivitamin.

3.4.2. Variabel Tergantung

1. Perubahan histopaologi paru-paru.

3.5. Definisi Operasional Variabel

3.5.1. Variabel Bebas

1. Stress Panas :

Perlakuan *heat stress* diberikan selama 5 jam/hari yang dimulai dari 10.00 hingga 15.00 wib. Sumber panas yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari pancaran dua bola lampu halogen dan dua buah lampu infrared dengan daya masing-masing 100 watt yang diletakan 2 meter diatas kandang liter. Suhu panas yang dipancarkan oleh sumber dan sampai pada obyek penelitian dikontrol oleh sensor panas yang dihubungkan dengan *thermoregulator*.

Dengan sensor suhu dan *thermoregulator* tersebut, suhu panas yang diterima obyek dapat dikontrol secara otomatis pada kisaran 34,5-35 °C.

2. Suplementasi Elektrolit dan Multivitamin :

Elektrolit dan multivitamin yang digunakan pada penelitian ini merupakan produk paten dengan dosis pemakain normal 1 g/4 lt air minum. Penelitian ini menggunakan dua jenis dosis yaitu dosis normal (1g/4 lt air) dan dua kali dosis normal (2 g/4 lt air).

Kandungan Elektrolit dan Multivitamin Komersial / 1 kg

No	Nama Bahan	Jumlah
Vitamin		
1	Vitamin A	6.000.000 IU
2	Vitamin D3	1.200.000 IU
3	Vitamin E	3.000 mg
4	Vitamin B1	300 mg
5	Vitamin B2	1.200 mg
6	Vitamin C	15.000 mg
7	Vitamin K3	1.000 mg
8	Vitamin B12	5 mg
9	Ca-d-pantothenate	4.000 mg
10	Biotin	100 mg
11	Folic acid	150 mg
12	Nicotinic Acid	4.500 mg
Elektrolit		
13	Calcium	150 mg

14	Potassium	600 mg
15	Sodium	150 mg
16	Chloride	500 mg
17	Magnesium	75 mg

(sumber : PT. ROMINDO Primavetcom.)

Aturan pakai : Dosis pemberian suplemen multivitamin dan Elektrolit adalah : 1g /4 liter air dan 2g/ 4 liter air.

Kandungan Elektrolit dan Multivitamin Komersial dalam 0,25g/ 1 liter air

No	Nama Bahan	Jumlah
Vitamin		
1	Vitamin A	6.000 IU/g
2	Vitamin D3	1.200 IU/g
3	Vitamin E	3 mg
4	Vitamin B1	0,3 mg
5	Vitamin B2	1,2 mg
6	Vitamin C	15 mg
7	Vitamin K3	1 mg
8	Vitamin B12	0,005 mg
9	Ca-d-pantothenate	4 mg
10	Biotin	0,1 mg
11	Folic acid	0,15 mg
12	Nicotinic Acid	4,5 mg
Elektrolit		
13	Calcium	0,15 mg
14	Potassium	0,6 mg
15	Sodium	0,15 mg
16	Chloride	0,5 mg
17	Magnesium	0,075 mg

(sumber : PT. ROMINDO Primavetcom)

3.5.2. Variabel Tergantung

1. Perubahan Histopatologi Paru-paru :

Adalah perubahan tingkat mikroskopik pada paru-paru. Metode pengamatan perubahan histopatologi paru-paru yang digunakan dalam penelitian ini merupakan modifikasi dari metode yang digunakan oleh Legowo dkk., (1996). Aspek-aspek perubahan histopatologi paru-paru yang diamati tercantum sebagai berikut :

Kongesti : Bentuk gangguan haemodinamik yang ditandai dengan adanya retensi darah pada pembuluh darah.

Edema : Akumulasi cairan pada ruang intersisial atau pada ruang tubuh yang terjadi akibat gangguan haemodinamik.

Hemoragi : Keluarnya darah dari pembuluh darah.

Infiltrasi

Sel Radang : Masuknya sel-sel leukosit kedalam ruang intersisial jaringan.

Sel Nekrotik: Sel yang mengalami proses retrogesif irreversibel yang ditandai dengan perubahan pada inti sel (piknotik, karyoreksis, dan karyolisis).

3.6. Teknik Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan pada saat ayam berumur 38 hari. Data perubahan histopatologi ditentukan dengan cara menjumlah semua skor bentuk perubahan yang ditemukan pada pembesaran mikroskop cahaya 100x untuk kongesti, edema dan hemoragi, serta pembesaran 400x untuk infiltrasi sel radang dan sel nekrotik.

Setiap bentuk perubahan yang ada diberi skor (1) dan bila tidak ada perubahan diberi skor (0). Suatu perubahan dianggap ada dan diberi skor satu, bila tingkat perubahan yang diamati sama dengan atau lebih dari 10% ($\geq 10\%$) dari lapangan pandang. Nilai perubahan histopatologi dari setiap unit sampel merupakan jumlah (skor) total dari semua bentuk perubahan yang terjadi. Berikut adalah contoh pengambilan data hasil penelitian :

Perlakuan	Ulangan ke	Perubahan					Total Skor
		Kongesti	Edema	Hemoragi	Infiltrasi sel Radang	Sel Nekrotik	
P0	6	1	1	0	1	0	3

3.7. Rancangan Penelitian

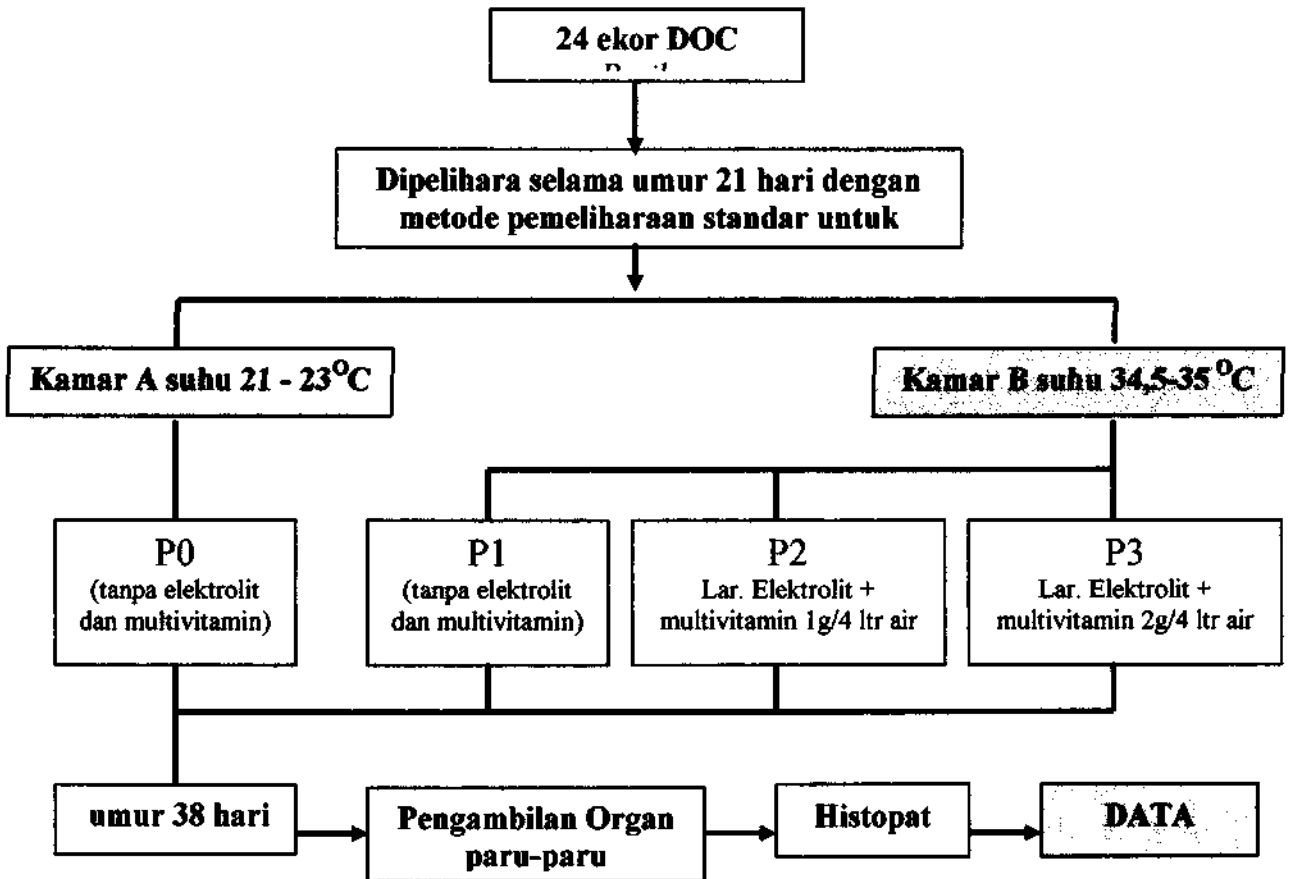
Penelitian ini bersifat eksperimental dengan model rancangan *post test only control group design*. Pengacakan dilakukan secara lotere, dengan 24 ekor ayam pedaging terbagi dalam empat perlakuan ($t = 4$),

tiap perlakuan mendapatkan ulangan ($n = 6$). Berdasarkan pada skala datanya, maka data yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah dalam skala ordinal (Zainuddin,1998).

3.8. Analisis Data

Sesuai dengan jenis skala datanya, maka data yang diperoleh dianalisis dengan uji Kruskal Wallis, dimana bila ada perubahan yang sangat nyata ($p < 0,01$) maka diuji lanjut dengan dengan uji Mann-Whitney test untuk mengetahui perbedaan diantara perlakuan (Sunaryo,1990). Seluruh proses analysis tersebut dikerjakan dengan program SPSS 13 *for Windows*.

3.9. Skema Penelitian



BAB 4

HASIL PENELITIAN

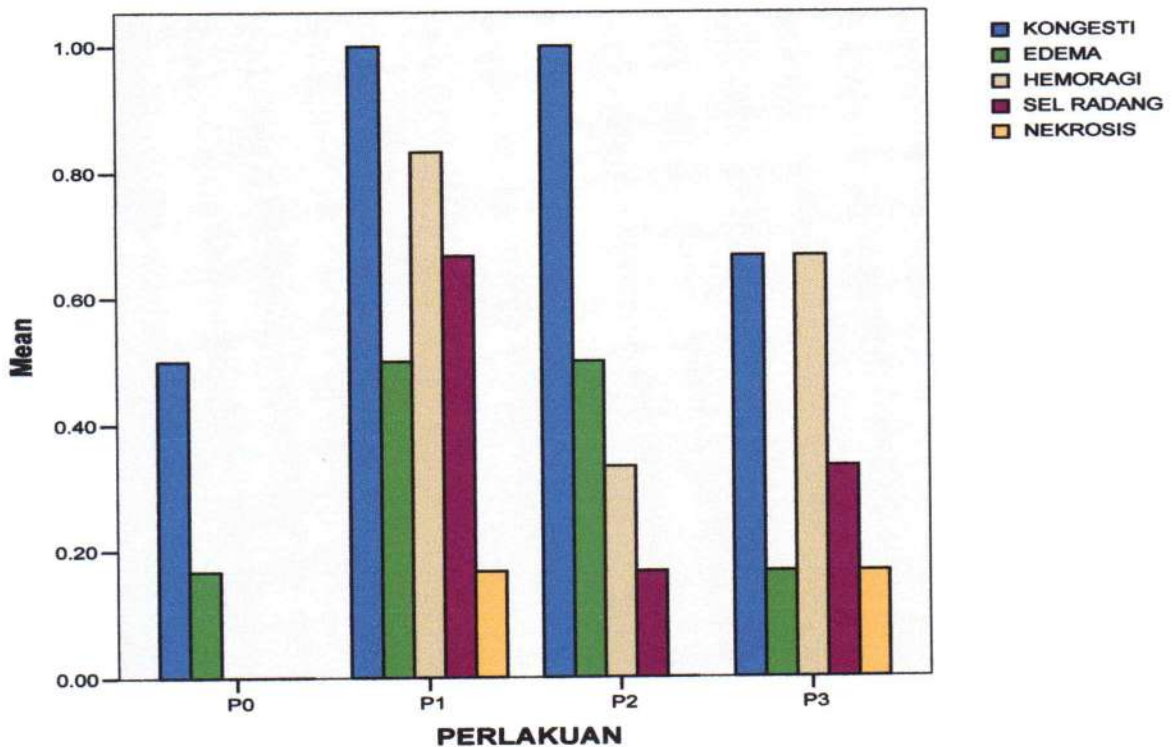
BAB 4

HASIL PENELITIAN

BAB 4 HASIL PENELITIAN

4.1. Diskripsi Bentuk-Bentuk Perubahan Histopatologi Paru-Paru

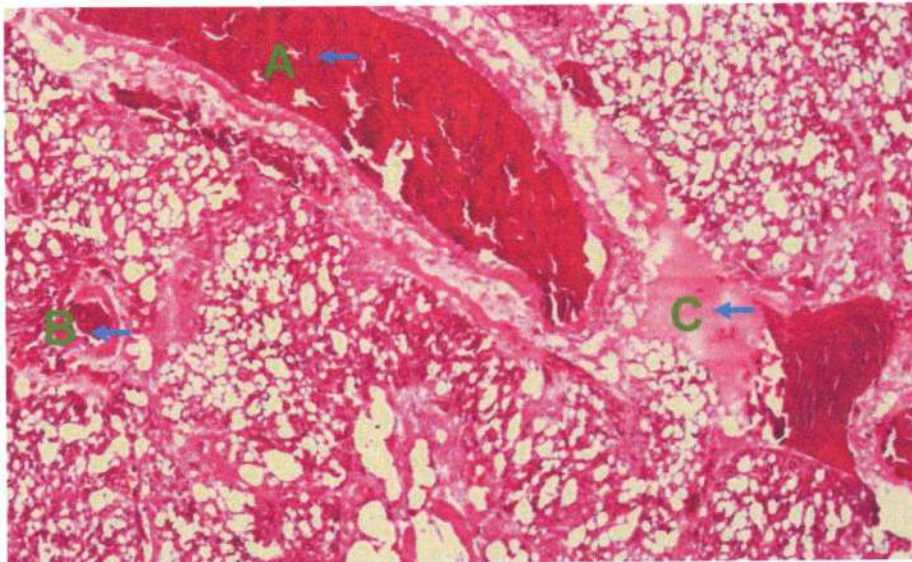
Data perubahan histopatologi paru-paru dalam penelitian ini ditentukan dengan cara menjumlahkan semua bentuk perubahan yang terjadi meliputi hasil pengamatan terhadap variabel-variabel berikut yaitu: kongesti, edema, hemoragi, infiltrasi sel radang dan nekrosis pada sel parenkim paru-paru. Adapun hasil perubahan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut ;



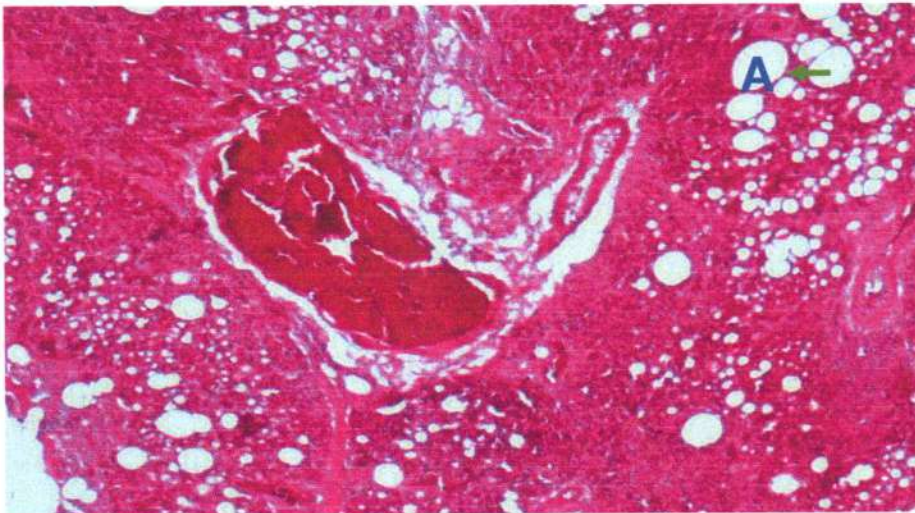
Gambar 4.1. Histogram perubahan histopatologi paru-paru pada *broiler* setelah perlakuan heat stress kronis dan potensi suplementasi elektrolit dalam mencegah perubahan tersebut

Kongesti merupakan bentuk perubahan paling dominan yang dapat ditemui pada semua perlakuan, kemudian secara berturut-turut diikuti oleh hemoragi, infiltrasi sel radang, edema dan nekrosis sel parenkim paru-paru.

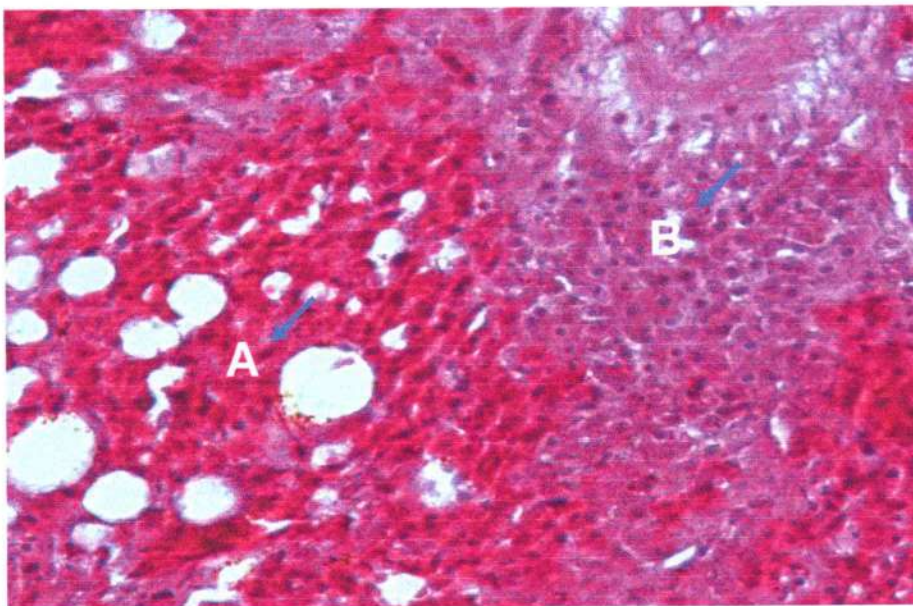
Pada kelompok P0 (kontrol) yang dipelihara pada suhu ideal *broiler* (kamar A), kongesti merupakan bentuk perubahan utama yang dapat dijumpai selain edema. Sementara itu, pada kelompok yang diberi stres panas (kamar B) baik yang tidak diberi suplemen elektrolit dan multivitamin (P1) maupun yang diberi suplemen elektrolit dan multivitamin, yaitu kelompok P1 dan P2, bentuk perubahan histopatologi yang terjadi lebih kompleks meliputi kongesti, edema, hemoragi, infiltrasi sel radang dan terjadinya nekrosis pada sel-sel parenkim paru-paru. Pada semua kelompok yang diberi perlakuan *heat stress* (P1; P2; dan P3), kongesti juga merupakan bentuk perubahan yang paling dominan diikuti oleh hemoragi, edema, infiltrasi sel radang dan sel nekrosis (kecuali pada P2).



Gambar 4.2 Gambaran kongesti pada kelompok yang diberi *heat stress*. Kongesti terjadi pada vena pulmonalis (A) dan arteri pulmonalis (B), yang diikuti dengan terjadinya edema (C) pada ruang parabronchial serta alveoli (tidak nampak jelas), merupakan perubahan yang dominan dijumpai pada kelompok yang mendapat *heat stress* (HE; 100x).



Gambar 4.3 Gambaran hemoragi pada kelompok *heat stress*. Perdarahan (hemoragi) hebat seperti yang ditemukan pada kelompok P1 ini, mengakibatkan hampir semua ruang alveoli (A) pada lapangan pandang tertutup oleh darah. (HE; 100x).



Gambar 4.4 Gambaran hemoragi dan infiltrasi sel radang pada kelompok *heat stress*. Ruang septum interalveolaris (A) nampak dipenuhi oleh erosit. Kumpulan sel-sel radang (B) pada daerah perivaskular. Gambaran seperti ini dijumpai pada kelompok P1 dan P3 (HE; 400x)

4.2. Hasil Analisis Statistik Potensi Elektrolit Dan Multivitamin Sebagai *Thermotolerance Agent* Dalam Mencegah Perubahan Histopatologi Paru-Paru Pada *Broiler* yang Terpapar Heat Stress Kronis

Hasil uji statistik dengan uji Kruskal Wallis yang dilanjutkan dengan uji Mann-Whitney (Lampiran 1) pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.2. berikut ;

Tabel 4.2. Rata-rata ranking perubahan histopatologi paru-paru pada *broiler* setelah perlakuan pada semua kelompok

Perlakuan	Rerata Peringkat
P0	5.50 ^a
P1	19,67 ^b
P2	13,83 ^b
P3	12,08 ^b

Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kepercayaan $\alpha = 0,05$ ($p < 0,05$)

Keterangan :

- P0** : dipelihara pada ruangan A dengan kisaran suhu antara 21-23°C yang diberi air minum tanpa diberi suplemen elektrolit dan multivitamin.
P1 : dipelihara pada ruangan B dengan kisaran suhu antara 34,5-35 °C yang diberi air minum tanpa diberi suplemen elektrolit dan multivitamin.
P2 : dipelihara pada ruangan B dengan kisaran suhu antara 34,5-35 °C diberi air minum yang mengandung suplemen elektrolit dan multivitamin komersial dosis normal (1gr/4lt air)
P3 : dipelihara pada kamar B dengan kisaran suhu antara 34,5 -35 °C diberi air minum yang mengandung suplemen elektrolit dan multivitamin komersial dosis dua kali dosis normal (2gr/4lt air)

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata ($p < 0,05$) diantara perlakuan, dimana kelompok yang dipelihara pada suhu ideal *broiler* mengalami perubahan histopatologi paru-paru paling ringan dibandingkan dengan semua kelompok perlakuan yang diberi stres panas (kamar B).

Dengan demikian hasil penelitian ini sekaligus menunjukkan bahwa suplemen elektrolit dan multivitamin baik dosis normal (1gr/4lt air) atau P2, maupun dua kali dosis normal (2gr/4lt air) atau P3 terbukti tidak dapat mencegah

perubahan histopatologi paru-paru pada *broiler* yang diberi stres panas (*heat stress*), dimana rata-rata skor perubahan paru-paru yang terjadi pada kedua perlakuan ini (P2 dan P3) terbukti tidak berbeda nyata $p > 0,05$ terhadap kelompok yang tidak mendapat suplemen elektrolit dan multivitamin atau P1.

BAB 5
PEMBAHASAN

BARIS

PERUBAHAN

BAB 5 PEMBAHASAN

5.1. Diskripsi Bentuk Perubahan Histopatologi Paru-Paru

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bentuk perubahan histopatologi paru berturut-turut dari yang paling dominan hingga jarang terjadi pada *broiler* yang terpapar oleh *heat stress* adalah kongesti, hemoragi, edema, infiltrasi sel radang dan nekrosis. Secara patologis bentuk perubahan histopatologi yang diakibatkan oleh *heat stress* pada *broiler* ini dapat diklasifikasikan menjadi tiga yaitu, pertama adalah gangguan vascular yang meliputi kongesti, hemoragi, dan edema ; kedua adalah inflamasi atau peradangan, yang diwakili oleh adanya infiltrasi sel radang; dan yang ketiga adalah gangguan regresif yaitu dengan ditemukannya sel nekrotik.

Temuan terhadap adanya gangguan vaskular terutama kongesti pada paru-paru dari *broiler* yang terpapar stres panas ini, sama dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa paparan suhu lingkungan diatas 30°C yang berlangsung lama (lebih dari 10 hari) mengakibatkan kongesti, terutama pada *broiler* yang berumur diatas 3 minggu (Aengwanich and Simaraks, 2004).

Kongesti adalah peningkatan volume darah pada pembuluh darah sebagai akibat adanya hambatan aliran keluar dari vena. Berdasarkan bentuknya, kongesti dapat dibagi menjadi kongesti lokal dan kongesti sistemik. Kongesti lokal terjadi sebagai akibat gangguan hemodinamik lokal seperti akibat obstruksi vena lokal oleh tumor atau gangguan absorpsi pada pembuluh limfatik lokal. Bentuk kongesti yang kedua adalah kongesti sistemik, yaitu kongesti yang terjadi secara meluas akibat adanya gangguan pada fungsi jantung, misalnya pada kasus *infark*

myocard. Bila gangguan terjadi pada bagian jantung sebelah kanan (atrium dan ventrikel kanan) maka akan terjadi kongesti pada semua organ yang terletak pada bagian inferior (pada manusia) atau posterior (pada hewan) dari jantung, meliputi semua organ pada sistem pencernaan, sistem urinalis dan organ lainnya yang memiliki vena yang bermuara pada vena cava inferior/posterior. Bila gangguan terjadi pada bagian jantung sebelah kiri (atrium dan ventrikel kiri) maka kongesti terutama akan terjadi pada paru. Apabila semua bagian jantung mengalami gangguan maka akan terjadi kongesti pada semua sistem organ (Robbins dan Kumar, 1987).

Kongesti paru-paru yang ditemukan dalam penelitian ini dapat terjadi akibat terjadinya *infark myocard*, seperti yang dilaporkan pada penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa paparan suhu lingkungan diatas 30°C disertai dengan kelembaban udara tinggi (didas 65%) mengakibatkan sindrom kematian mendadak (*sudden dead syndrome*) dengan perubahan patologis yang nyata yaitu terjadinya hipertensi dan kongesti paru-paru, infark myocardium, hipertropi ventrikel jantung serta ascites (Miles *et al.*, 2003 ; Huchzermeyer *et al.*, 1988). Kongesti disertai hemoragis hepar (Kurniasari, 2007) dan ginjal (Renzy, 2007) dilaporkan terjadi pada *broiler* yang terpapar panas dengan suhu antara 34-35 °C.

Adapun bentuk gangguan vaskular yang lain yaitu hemoragi dan edema yang ditemukan pada penelitian ini, merupakan dampak sekunder, yang terjadi akibat kongesti. Menurut Robbin dan Kumar (1987), kongesti yang berjalan kronis akan mengakibatkan hemoragi dan edema akibat adanya gangguan dinding

pembuluh, terutama oleh tekanan hidrostatik statik darah. Pada tahap awal, tingginya tekanan hidrostatik pada pembuluh darah yang mengalami kongesti akan mengakibatkan keluarnya cairan plasma pada daerah ekstrasvaskular (edema), dan pada periode yang lebih lama, kongesti dapat mengakibatkan kerusakan dinding vaskular dan keluarnya sel darah ke ruang ekstrasvaskular (hemoragis).

Nekrosis pada sel-sel parenkim paru yang ditemukan pada penelitian, mungkin diakibatkan oleh hipoksia yang terjadi selama paparan panas. Dilaporkan bahwa *Heat stress* kronis dapat menurunkan *packed cell volumes* (PCV) dan konsentrasi hemoglobin (Hb) hingga memicu terjadinya hipoksia, yang selanjutnya dapat berakibat terjadinya infark pada myocardium (Altan *et al.*, 2000).

5.2. Potensi Elektrolit Dan Multivitamin Sebagai *Thermotolerance Agent* Dalam Mencegah Perubahan Histopatologi Paru-Paru Pada *Broiler* yang Terpapar Heat Stress Kronis

Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata diantara perlakuan, dimana kelompok kontrol (P0) yaitu kelompok yang dipelihara pada suhu ideal *broiler* yaitu dalam kisaran suhu 21-23°C (ruangan A) menunjukkan skor perubahan histopatologi terendah dan berbeda nyata ($p < 0,05$) terhadap semua kelompok perlakuan (P1; P2; dan P3) yang mendapat stres panas suhu 34-35°C (kamar B).

Sementara itu, khusus pada kelompok-kelompok yang diberi perlakuan *heat stress* (P1, P2, dan P3), skor perubahan histopatologi yang terjadi diantaranya menunjukkan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa

penambahan elektrolit dan multivitamin komersial, baik yang diberikan dalam dosis normal ataupun dua kali dosis normal (P2 dan P3), terbukti tidak mampu mencegah terjadinya perubahan histopatologi pada paru pada *broiler* yang terpapar *heat stress* kronis.

Fakta diatas tidak sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa suplementasi elektrolit dan atau vitamin yang merupakan *thermotolerance agent* yang sangat potensial dalam mencegah dampak buruk pada *broiler*, layer maupun burung puyuh yang dipapar dengan *heat stress* (Naseem., *et al.*, 2005; Utomo *et al.*, 1986 dan Ait-Boulhasen *et.al.*, 1998).

Terdapat beberapa elektrolit penting yang harus dijaga keseimbangannya dalam memelihara fungsi fisiologis normal sebagai contoh, pada saat musim panas pada *broiler*. Elektrolit yang dimaksud meliputi semua kation utama tubuh seperti sodium (Na), potassium/kalium (K), calcium (Ca), dan magnesium (Mg), serta golongan anion utama meliputi bicarbonate (HCO_3), chloride (Cl), biphosphate dan ion sulphate (Brake *et al.*, 1994; McDonald *et al.*, 1999).

Menurut Naseem *et al.*, (2005), suplemen larutan potassium chlorida (KCl) 1,5 % dan 0,5% natrium bikarbonat (NaHCO_3), serta kombinasi keduanya terbukti secara bermakna ($p < 0,01$) dapat memperbaiki kadar potasium, calsium dan bicarbonat (HCO_3) plasma darah pada *broiler* umur 5 minggu, serta meningkatkan *feed intake* dan *feed conversion rate* (FCR) pada *broiler* yang terpapar *heat stress*, dibandingkan dengan kelompok yang hanya diberi *stress* panas (35°C) tanpa diberi suplemen elektrolit.

Potensi elektrolit sebagai *thermotolerance agent* juga dilaporkan oleh Ait-Boulhasen *et.al.*, (1998), yang membuktikan bahwa suplementasi 3 %; 6 % ; 9 % larutan KCl serta 8 % larutan KHCO₃ terbukti dapat mencegah dampak buruk pada *broiler* akibat *heat stress* (37 °C) seperti menurunnya performa produksi, terjadinya alkalosis respiratorius, meningkatnya suhu tubuh, serta rendahnya kadar kalium, calcium dan tekanan partial CO₂ pada plasma darah.

Potensi suplementasi vitamin E dan C sebagai *thermotolerance agent* telah banyak dilaporkan antara lain oleh Utomo *et al.*, (1986) yang membuktikan bahwa suplementasi vitamin E dengan dosis 500 mg/kg pakan dapat mempertahankan kualitas telur pada *layer*, serta meningkatkan kadar hormon T4 pada *broiler* yang terpapar *heat stress* (32°C) selama dua minggu (kronis) (Kan *et al.*, 1999). Diyakini peran vitamin E dalam menjaga homeostasis pada *layer* yang terpapar *heat stress* ini, terkait dengan fungsinya dalam mencegah kerusakan berbagai jaringan dan organ akibat reaksi oksidatif yang ditimbulkan selama paparan *stress* panas.

Terdapat beberapa hal yang memungkinkan tidak efektifnya suplementasi elektrolit dan multivitamin komersial yang diberikan dalam penelitian ini, diantaranya adalah 1) jenis elektrolit yang diberikan kurang lengkap dan 2) jumlah dosis yang disarankan dalam kemasan belum optimal, sehingga produk komersial yang dipakai belum mampu untuk mencegah dan atau mengurangi pengaruh *heat stress* kronis pada *broiler*.

Produk elektrolit dan multivitamin komersial yang dipakai dalam penelitian ini tidak memiliki kandungan bicarbonat (HCO₃) sebagai salah satu elektrolit

penting yang dibutuhkan sebagai sumber CO₂ yang banyak dikeluarkan oleh *broiler* selama *hiperventilasi* (*panting*). Kekurangan dan menurunnya tekanan partial CO₂ pada plasma darah mengakibatkan terjadinya alkalosis. Alkalosis menyebabkan kadar plasma kalium turun akibat meningkatnya ekskresi kalium pada ginjal

Kan *et al.*, (2003) melaporkan *heat stress* mengakibatkan terganggunya homeostasis elektrolit pada plasma darah *broiler*, yang ditandai dengan menurunnya kadar Ca²⁺ dan K⁺ serta meningkatnya kadar Cl⁻ dan Na⁺ plasma darah. Suplementasi elektrolit seperti KCl dan bikarbonat pada air minum ayam terbukti secara nyata dapat mengurangi dampak negatif akibat *heat stress* pada *broiler* yang ditandai dengan meningkatnya kadar kalium, kalsium dan CO₂ plasma (Edens *et al.*, 1995; Emery, 2004).

Kekurangan kandungan bicarbonat pada produk elektrolit dan multivitamin komersial yang digunakan pada penelitian ini diduga merupakan penyebab tidak dapat dipertahkannya kandungan beberapa elektrolit penting seperti kalium dan kalsium serta mengakibatkan meningkatnya kadar natrium dan chlorida plasma darah, sehingga pemanfaatannya sebagai *thermotolerance agent* yang diharapkan dalam penelitian ini menjadi tidak efektif.

Hal lain yang mungkin menjadi penyebab tidak efektifnya pemanfaatan produk elektrolit dan multivitamin komersial yang digunakan dalam penelitian ini adalah karena rendahnya komposisi elektrolit dan vitamin penting yang dibutuhkan, serta kurang tepatnya dosis yang disarankan yang tertera dalam label.

Sesuai dengan aturan pemakaian yang tercantum dalam kemasan pada produk, maka dosis untuk kondisi normal adalah 1 gram/ 4 liter air dan 2 gram/ 4 liter untuk keadaan *heat stress*. Berdasarkan komposisi elektrolit dalam tiap kilogram kemasan produk seperti yang tertera dalam label (lampiran 1), maka jenis dan persentase elektrolit yang diberikan adalah berturut-turut adalah 0,15%; 0,6%; 0,15%; 0,5% dan 0,075%, masing-masing untuk Ca; K; Na; Cl; dan Mg (untuk keadaan normal), serta 0,3%; 1,2%; 0,3 %; 1 % dan 0,03% (untuk keadaan *heat stress*). Persentase jumlah elektrolit yang diberikan ini, jauh lebih kecil dibandingkan dengan pemakaiannya dalam penelitian lainnya.

Jumlah dan jenis suplemen elektrolit yang ideal untuk keperluan penanganan *heat stress* pada *broiler* menurut Naseem *et al.*, (2005) adalah 1,5 % dan 0,5% masing-masing untuk larutan potassium chlorida (KCl) dan natrium bikarbonat (NaHCO_3), sedangkan menurut Boulhasen *et.al.*, (1998) adalah 3 %; 6 % ; 9 % untuk larutan KCl, serta 8 % untuk larutan KHCO_3 .

BAB 6
KESIMPULAN DAN SARAN

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. KESIMPULAN

Suplemen elektrolit dan multivitamin komersial yang diberikan baik dalam dosis normal 1 gram/4 lt air maupun dua kali dosis normal 2 gram/4 lt air tidak dapat mencegah perubahan histopatologi paru pada *broiler* yang terpapar *heat stress* kronis.

6.2. SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pemanfaatan elektrolit dan multivitamin dengan komposisi yang sesuai dengan kebutuhan *broiler* yang terpapar *heat stress* kronis.

RINGKASAN

KINGKASAN

RINGKASAN

Ayam ras adalah jenis ternak yang sangat peka terhadap *stressor* (baik fisik maupun psikis), termasuk stress panas (*heat stress*) (Leandro, 2004). Kombimasi antara uhu lingkungan dengan kelembaban yang tinggi diketahui dapat mengakibatkan *morbiditas* dan menurunkan produktivitas baik pada ayam *broiler* maupun *layer*, bahkan pada keadaan yang ekstrim dapat mengakibatkan *mortalitas* (Anderson dan Carter, 1998).

Dilaporkan bahwa rata-rata pertumbuhan *broiler* setelah umur dua minggu dapat dicapai secara optimal bila suhu lingkungan berada pada kisaran 12,7-23,88°C, serta kelembaban udara tidak lebih dari 60%. Pada suhu lingkungan diatas 30°C *Broiler* akan menderita *Heat Stress*, yang ditandai dengan terjadinya Panting merupakan respon fisiologis pada *Broiler* yang berdampak pada terjadinya Alkalosis Respiratorius dan keseimbangan elektrolit (Yahav *et al.*, 1999; Moares *et al.*, 2003).

Kan *et al.*, (2003) melaporkan *heat stress* mengakibatkan terganggunya homeostatic elektrolit pada plasma darah *broiler*, yang ditandai dengan menurunnya kadar Ca^{2+} dan K^{+} serta meningkatnya kadar Cl^{-} dan Na^{+} plasma darah. Suplementasi elektrolit seperti KCl dan bikarbonat pada air minum ayam terbukti secara nyata dapat mengurangi dampak negatif akibat *heat stress* pada *broiler* yang ditandai dengan rendahnya angka mortalitas (Edens *et al.*, 2001; Emery, 2004).

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan *broiler* yang mendapat suplemen dan multivitamin dalam mentoleransi perubahan suhu (*thermotolerance*) lingkungan yang meningkat (*heat stress*), dengan mengamati perubahan patologi paru-parunya..

Sebanyak 24 ekor ayam *broiler* dibagi secara acak menjadi empat kelompok perlakuan, dimana masing-masing perlakuan terdapat 6 ulangan. Kelompok control (P0) dipelihara pada Ruangan A dengan kisaran suhu antara 21 – 23°C + air minum tanpa diberi suplemen elektrolit dan multivitamin ; kelompok P1;P2;P3 dipelihara pada ruangan B dengan kisaran suhu antara 34,5 – 35°C, dimana kelompok P1 hanya diberi air minum tanpa suplemen elektrolit dan multivitamin; kelompok P2 dan P3 diberi suplemen elektrolit dan multivitamin komersial masing-masing dengan dosis normal (1 gram/ 4 liter air) dan dua kali dosis normal (2 gram/ 4 liter air).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, Suplemen elektrolit dan multivitamin komersial yang diberikan baik dalam dosis normal 1 gram/4 lt air maupun dua kali dosis normal 2 gram/4 lt air tidak dapat mencegah perubahan histopatologi paru-paru pada *broiler* yang terpapar *heat stress* kronis.

DAFTAR PUSTAKA

PERPUSTAKAAN

DAFTAR PUSTAKA

- Aengwanich¹ W. and Simaraks² Suchint. 2004. Pathology of heart, lung, liver and kidney in broilers under chronic heat stress. *Songklanakarin J. Sci. Technol.*, 2004, 26(3) : 417-424
- Altan, O., Altan, A., Cabuk, M. And Bayraktar, H. 2000. Effect of heat stress on some blood parameter in broilers. *Turk Vetemeriik Ve Hayvancilik Dergisi*. 24 (2): 145-148.
- Anderson, K.E and T.A. Carter, 1998. *Hot Weather Management of Poultry*.
- Belay T., and Teeter R. G. 1996 Effects of environmental temperature on broiler mineral balance partitioned into urinary and fecal loss. *Br. Poult. Sci.* ;37:423-433
- Brake, J., Ferket, P., Grimes, D. Balnave, J., Gorman J and Dibner, J.J. 1994. Optium arginine : lysine ratio changes in hot weather. Pp: 82-104 in: *Proceedings of the 21 st Carolina. Poult. Nutr. Conference, Charlotte, NC.*
- Cherian, G. 2000. *Metabolic and cardiovascular diseases in poultry: Role of dietary fat. Oregon State University, Corvallis.*
- Cheville, N. F. 1999. *Introduction to Veterinary Pathology, 2nd edition. Iowa State University Press, Ames, Iowa.*
- Colombia encyclopedia. 2006. <http://eletewater.org/wiki/31> Juli 2007
- Edens, F.W., 2001. Involvement of Sel-Plex in phisiological stability and performance of broiler chickens. Pages 349- 376 in: *Biotechnology in the feed industry. Proceedings of Alltech's 17th annual symposium. T.P. Lyons and K.A. Jacques (eds.), Nottingham University Press, Nottingham, U.K.*
- Emery, J. 2004. Heat Stress In Poultry. *International Journal of Poultry Science* 2 (01): 275-281, ISSN 1682-8356
- Ewing, S. A., Lay, D. C. Jr. and Borell, E. V. 1999. *Farm Animal Well – Being. Simon & Schuster Company, New Jersey.*
- Ganong, W.F. 1987. *Fisiologi Kedokteran. Edisi 10. diterjemahkan oleh Adji Dharma. CV ECG. Penerbit Buku Kedokteran. Jakarta: 251-254.*
- Gregory, N. G. 1998. *Animal Welfare and Meat Science. The University Press, Cambridge.*

- Huchzermeyer, F.W., DeRuyck, A.M.C. and Van Ark, H. (1988) Broiler pulmonary hypertension syndrome. III. Commercial broiler strains differ in their susceptibility. *Onderstepoort J. Vet. Res.*, 55, 59.
- Kan P., Mitchell M.A., Carlisle A.J., 1993. Effect of Vitamin E on Thyroid Hormone Production in Heat Stressed Broiler Chickens. Fourth European Symposium on Poultry Welfare. Universities Federation on Animal Welfare. Great Britain. P. 295-296.
- Lavergne T.. 2004. Advice on Reducing Heat Stress in Poultry. LSU Ag Center.comp.1. Lusiana USA.
- Legowo, D, S.A. Sri dan H.S. Iwan. 1998. Dampak Penggunaan Estrogen Jangka Lama Pada Gambaran Histopatologi Sel Hati Dan Ginjal Serta Berat Badan Mencit Betina. Lembaga Penelitian universitas Airlangga. Surabaya.
- Martin, D. W. Jr., P. A. Meyes, and V. W. Rodwell. 1990. *Biokimia Harper*. Edisi 20, Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran, hlm 625- 628. 24.
- May J.M Qu 2.C Whitesell, R R, et al. 1996. *Free Radical Biological Medic* 20 543-51
- McDonald, P., R.A. Edwards, J.F.D. Greenhalgh C.A. Morgan, 1999. *Animal Nutrition*, 5th ed. Addison Weseley Longman, Inc. California, pp:97-101.
- Mehta, R. K. and Shingari, B. K. 1999. Feeding under heat stress. *Poultry International: Asia Pacific Edition*. 30(9): 68-77.
- Moares, V.M.B., Malheiros, R.D., Bruggeman, V., Collin, A., TonaK., Van As, P., Onggbsen, O.M., Buyse, J., Decuypere, E., Macari, M., 2003. Effect of Thermal Conditioning During Embrionic Development on Aspects of Physiological Responses of Broiler to Heat Stress. *J. Term. Biol.* 28: 133-140.
- Naseem M. T., Shamoon Naseem, M.. Younus, Zafar Iqbal Ch., Aamir Ghafoor, Asim Aslam and S. Akhter. 2005. Effect of Potassium Chloride and Sodium Bicarbonate Supplementation on Thermotolerance of Broilers Exposed to Heat Stress. *International Journal of Poultry Science* 4 (11): 891-895
- Palmer, Biff F., Robert J. Alpern, And Donald W. Seldin. " Physiology and Pathophysiology of Sodium Retention." In the *Kidney*, 2000, Volume II, Chapter 54, hal 1473-1517, Philadelphia
- Papas AM, 1999. *Antioxidant Status, Diet, Nutrition, and Health*. CRC Press LCL. New York.

- Prawirokusumo, S. 1990. biokimia Nutrisi (Vitamin). Edisi I. BPFE. Yoyakarta
- Rochman. 2003. Peran Temperatur Bagi Pertumbuhan Unggas. Poultry Indonesia. Majalah Poultry Indonesia. Jakarta.
- Robbins L. Stanley and Kumar V 1987. Patologi I. Penerbit Buku Kedokteran. Jakarta. Hal 66-69.
- Sherwood, L. 2004. Human Phisiology. Departement of Physiology.
- Sperelakis, N., 1998. Cell Physiology. 2nd edition. London: Academic press, pp 236-4Virginia53; 791-805.
- Sunarjo. 1991. Penataran Dasar - Dasar Metodologi Penelitian, Statistika dan Komputer. Lemabaga Penelitian Universitas Airlangga. Surabaya.
- Surai, P.F., 1999. Tissue-specific Changes in The Activities of Antioxidant Enzymes During The Development of The Chicken Embryo. Br. Poult. Sci. 40:397-405.
- Thomson, R.G., 1988. Special Veterinary Phatology. B.C. Decker Inc. p. 226-230.
- Turner, C. D. dan Bagnara, J.T. 1988. Endokrinologi Umum. Airlangga University Press. Surabaya. 241-245.
- Tehupuring , B. C. dan Hendarti, G. A. 2007. Bahan Ajar: Anatomi Ayam.Laboratorium Anatomi Veteriner Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga. Surabaya. Hal 17-23.
- Utomo D. B., M. A. Mitchell and A.j. Carlisle, 1986. Dietary Vitamin E Supplementation Alleviates the Determinal Effect of Heat Stress in Laying Hens. Departement of Animal Production, Faculty of Veterinary Medicine, Airlangga University, Surabaya, Indonesia.
- Vidyadaran, M.K., King, A.S. and Kassun, H. (1990) Quantitative Comparisons of Lung Structure of Adult Domestic Fowl and Red Jugle Fowl, With Reference to Broiler Ascites. Avian Pathol.,19, 51-58.
- Wahyu, J. 2004. Ilmu Nutrisi Unggas. Fakultas Peternakan Institut Pertanian Bogor. Gajah Mada University Press. Hlm : 131-234.
- Yahav, S., and I. Planik. 1999. Effects of Early Age Thermal Conditioning and Food Restriction of Performence of Male Broiler Chickens. Br. Poult. Sci., 40: 120-126.
- Zainuddin M. 1998. Metode Penelitian Handout. Percetakan Universitas Airlangga. Surabaya. Hal 73-74.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Kandungan Elektrolit dan Multivitamin Komersial / 1 kg

No	Nama Bahan	Jumlah
Vitamin		
1	Vitamin A	6.000.000 IU
2	Vitamin D3	1.200.000 IU
3	Vitamin E	3.000 mg
4	Vitamin B1	300 mg
5	Vitamin B2	1.200 mg
6	Vitamin C	15.000 mg
7	Vitamin K3	1.000 mg
8	Vitamin B12	5 mg
9	Ca-d-pantothenate	4.000 mg
10	Biotin	100 mg
11	Folic acid	150 mg
12	Nicotinic Acid	4.500 mg
Elektrolit		
13	Calcium	150 mg
14	Potassium	600 mg
15	Sodium	150 mg
16	Chloride	500 mg
17	Magnesium	75 mg

(sumber : PT. ROMINDO Primavetcom.)

Aturan pakai : Dosis pemberian suplemen multivitamin dan Elektrolit adalah : 1g /4 liter air dan 2g/ 4 liter air.

Lampiran 2 Kandungan Elektrolit dan Multivitamin Komersial dalam 0,25g/ 1 liter air

No	Nama Bahan	Jumlah
Vitamin		
1	Vitamin A	6.000 IU/g
2	Vitamin D3	1.200 IU/g
3	Vitamin E	3 mg
4	Vitamin B1	0,3 mg
5	Vitamin B2	1,2 mg
6	Vitamin C	15 mg
7	Vitamin K3	1 mg
8	Vitamin B12	0,005 mg
9	Ca-d-pantothenate	4 mg
10	Biotin	0,1 mg
11	Folic acid	0,15 mg
12	Nicotinic Acid	4,5 mg
Elektrolit		
13	Calcium	0,15 mg
14	Potassium	0,6 mg
15	Sodium	0,15 mg
16	Chloride	0,5 mg
17	Magnesium	0,075 mg

(sumber : PT. ROMINDO Primavetcom.)

Lampiran 3 Kebutuhan Temperatur anak ayam sampai dengan waktu panen

<i>Hari ke</i>	<i>Temperatur Brooder (0 C)</i>	<i>Temperatur Ruangan</i>
1-2	33-32	28
3-7	31-29	27
7-14	29-26	25
14-21	26-23	23
21-28	23-21	22
28-35	21-20	20

Sumber : COBB 500 Breeder Management Guide. Ross Breeders Limited. 2005. Newbridge Midlothian. Scotland.

Lampiran 4 Kebutuhan konsumsi harian pakan pada ayam *Broiler* sampai panen / gram :

<i>No</i>	<i>Umur (hari)</i>	<i>Konsumsi harian</i>	<i>No</i>	<i>Umur (hari)</i>	<i>Konsumsi harian</i>
1	1	13	20	20	102
2	2	14	21	21	105
3	3	18	22	22	108
4	4	22	23	23	113
5	5	26	24	24	116
6	6	30	25	25	119
7	7	35	26	26	123
8	8	40	27	27	127
9	9	46	28	28	132
10	10	51	29	29	138
11	11	57	30	30	143
12	12	63	31	31	149
13	13	68	32	32	153
14	14	74	33	33	159
15	15	79	34	34	165
16	16	85	35	35	169
17	17	90	36	36	171
18	18	94	37	37	173
19	19	99	38	38	176

Lampiran 5 Prosedur pembuatan preparat Histopatologi Hepar

P roses pembuatan preparat histopatologi hepar dilakukan di Laboratorium Patologi Veteriner Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga Surabaya, melalui tahapan - tahapan sebagai berikut :

1. Fiksasi dan pencucian
2. Dehidrasi dan clearing
3. Infiltrasi
4. Pembuatan blok paraffin
5. Pengirisan dan mikrotom
6. Pewarnaan
7. Penutupan dengan cover glass

1. Fiksasi dan pencucian

Tujuan : Mencegah terjadinya degenerasi post mortem, mematikan bakteri, meningkatkan afinitas jaringan terhadap berbagai zat warna, membuat jaringan lebih keras sehingga mengawetkan bentuk semula dan mudah dipotong, meningkatkan indeks refraksi berbagai komponen jaringan.

Reagen : formalin 10 %

Cara kerja : setelah hewan percobaan mati maka, segera dilakukan otopsi, lalu organ hati diambil dan dimasukkan dalam formalin 10% selama 24 jam. Selanjutnya dilakukan pencucian dengan air kran.

2. Dehidrasi dan clearing

Tujuan : untuk menarik air dari dalam jaringan dan membersihkan dan menjernihkan jaringan.

Reagen : Alkohol 70%, 80%, 96%, alkohol absolute I, II dan III, xylol I dan II.

Cara kerja : organ hati yang telah dicuci dengan air kran selama 30 menit, kemudian dimasukkan ke reagen dengan urutan alkohol 70%, 80%, 96%, alkohol absolute I, II dan III, xylol I dan II, masing-masing selama 30 menit.

3. Infiltrasi

Tujuan : untuk menginfiltrasi dengan paraffin. Paraffin akan menembus ruang antar sel dan dalam sel sehingga, jaringan lebih tahan terhadap pemotongan.

Reagen : paraffin I dan II

Cara kerja : jaringan dimasukkan ke dalam paraffin I dan II yang mencair kemudian, dimasukkan ke dalam oven selama 30 menit, setelah itu dimasukkan ke dalam paraffin I dan II dan dimasukkan ke dalam oven selama 30 menit pada suhu 80°C.

4. Pembuatan blok paraffin

Tujuan : untuk memudahkan pemotongan jaringan.

Reagen : paraffin cair.

Cara kerja : beberapa cetakan besi yang telah diolesi gliserin dengan tujuan untuk mencegah lengketnya paraffin dan cetakan, kemudian hati yang telah dipotong dimasukkan dengan pinset dan ditunggu hingga paraffin membeku.

5. Pewarnaan

Tujuan : untuk memudahkan melihat perubahan pada jaringan. Pada tahap ini digunakan pewarnaan Hematoxylin Eosin (HE).

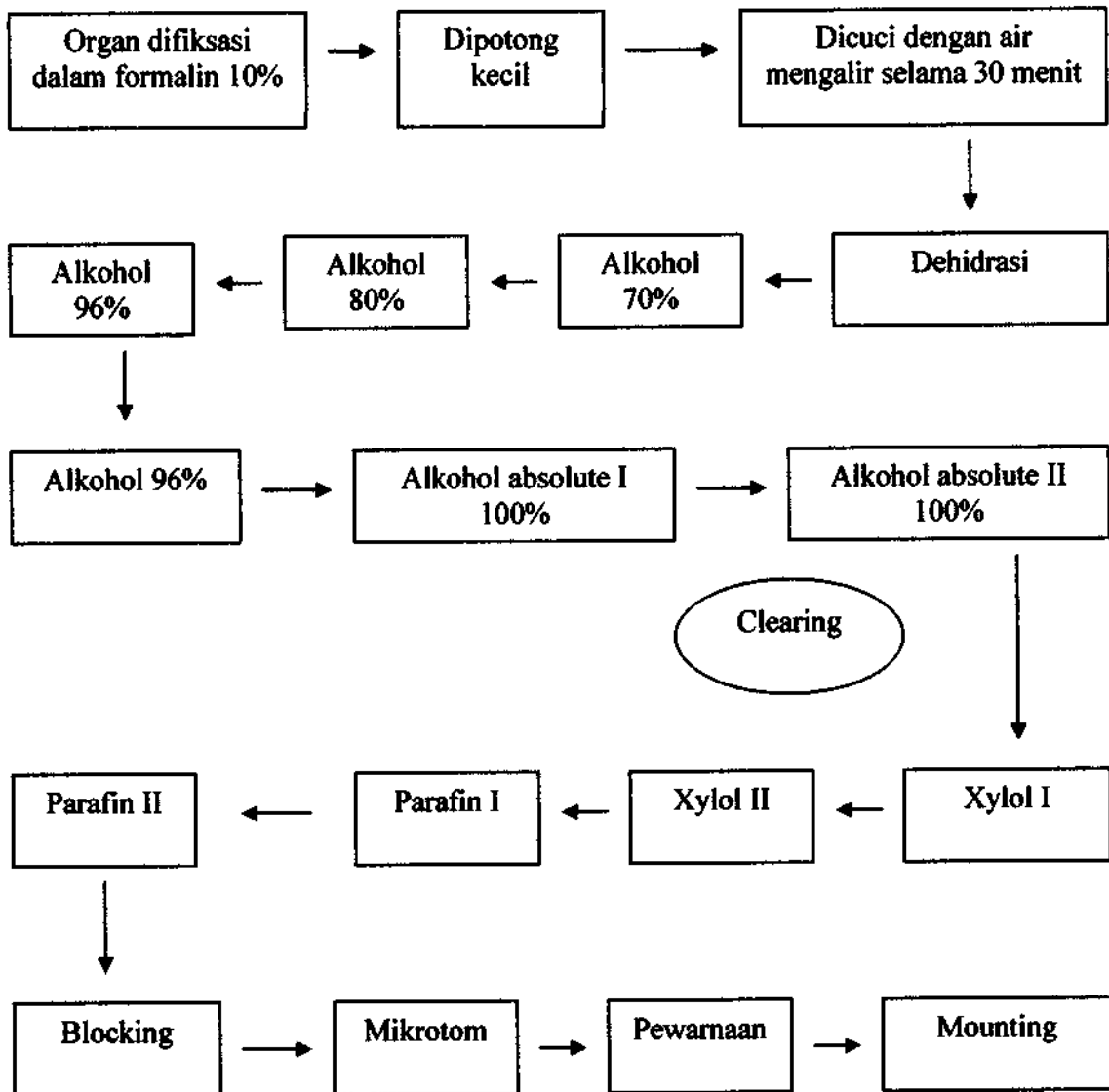
C a r a kerja : pewarnaan HE dilakukan dengan menggunakan metode

Harris yaitu jaringan yang telah dikeringkan dimasukkan ke dalam :

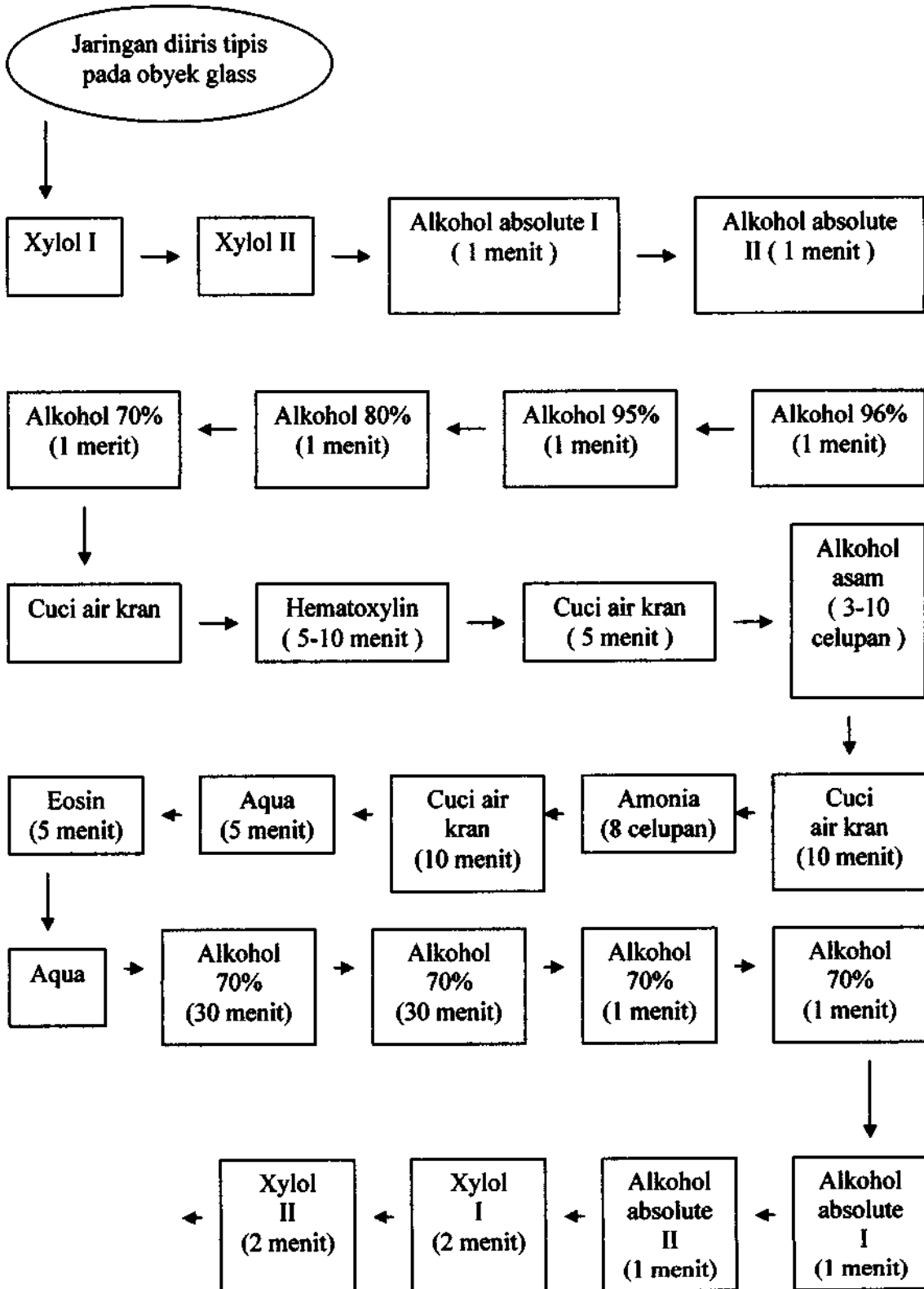
1. Xylol I : 3 menit dalam tempat khusus
2. Xylol II : 1 menit
3. Alkohol absolute I dan II : 1 menit
4. Alkohol 96%, 80% dan 70% : 1 menit
5. Air kran : 1 menit.
6. Zat warna : 5 □ 10 menit
7. Air kran : 2- 5 menit
8. Acid alkohol : 3 □ 10 celupan
9. Air kran : 4 □ 7 celupan
10. Amoniak : 6 celupan
11. Aquades secukupnya
12. Zat warna eosin : 15 menit
13. Aquades : 1- 2 menit
14. Alkohol 70% dan 80% : 1 □ 2 menit
15. Dan selanjutnya dibersihkan dari sisa- sisa pewarnaan.

6. Mounting :

Tujuan : penutupan obyek glass dengan cover glass yang telah ditetesi dengan Canada balsem.

Lampiran 6 Skema pembuatan preparat histopatologi

Lampiran 7 Skema pewarnaan Hematoxylin Eosin



Lampiran 8 Tingkat Perubahan Histopatologi Paru Ayam Broiler

Perlakuan	Ulangan ke	Perubahan					Total Skor
		Kongesti	Edema	Hemoragi	Infil. sel Radang	Sel Nekrotik	
P0	1	1	0	0	0	0	1
	2	1	0	0	0	0	1
	3	0	0	0	0	0	0
	4	1	1	0	0	0	2
	5	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0
P1	1	1	1	1	1	0	4
	2	1	0	1	0	0	2
	3	1	1	1	0	0	3
	4	1	0	0	1	0	3
	5	1	0	1	1	0	3
	6	1	1	1	1	1	5
P2	1	1	1	0	0	0	3
	2	1	0	1	1	0	3
	3	1	1	0	0	0	2
	4	1	0	1	0	0	2
	5	1	1	0	0	0	2
	6	1	0	0	0	0	1
P3	1	0	0	0	1	1	2
	2	1	0	1	0	0	1
	3	1	1	1	1	0	3
	4	1	0	1	0	0	2
	5	1	0	1	0	0	2
	6	0	0	0	0	0	0

Keterangan :

P0 : dipelihara pada ruangan A dengan kisaran suhu antara 21-23°C yang diberi air minum tanpa diberi suplemen elektrolit dan multivitamin.

P1 : dipelihara pada ruangan B dengan kisaran suhu antara 34,5-35 °C yang diberi air minum tanpa diberi suplemen elektrolit dan multivitamin.

- P2** : dipelihara pada ruangan B dengan kisaran suhu antara 34,5-35 °C diberi air minum yang mengandung suplemen elektrolit dan multivitamin komersial dosis normal (1gr/4lt air)
- P3** : dipelihara pada kamar B dengan kisaran suhu antara 34,5 -35 °C diberi air minum yang mengandung suplemen elektrolit dan multivitamin komersial dua kali dosis normal (2gr/4lt air)

Lampiran 9 Perubahan Hitopatologi Paru Pada *Broiler* Setelah Perlakuan Pada Semua Kelompok

Perlakuan	Rata-Rata Ranking
P0	5,50^a
P1	19,67^b
P2	13,83^b
P3	12,08^b

Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kepercayaan $\alpha = 0,05$ ($p < 0,05$)

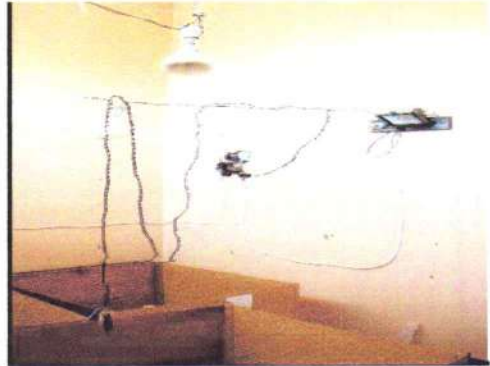
Keterangan :

- P0** : dipelihara pada ruangan A dengan kisaran suhu antara 21-23°C yang diberi air minum tanpa diberi suplemen elektrolit dan multivitamin.
- P1** : dipelihara pada ruangan B dengan kisaran suhu antara 34,5-35°C yang diberi air minum tanpa diberi suplemen elektrolit dan multivitamin.
- P2** : dipelihara pada ruangan B dengan kisaran suhu antara 34,5-35°C diberi air minum yang mengandung suplemen elektrolit dan multivitamin komersial dosis normal (1gr/4lt air).
- P3** : dipelihara pada kamar B dengan kisaran suhu antara 34,5 -35 °C diberi air minum yang mengandung suplemen elektrolit dan multivitamin komersial dosis dua kali dosis normal (2gr/4lt air).

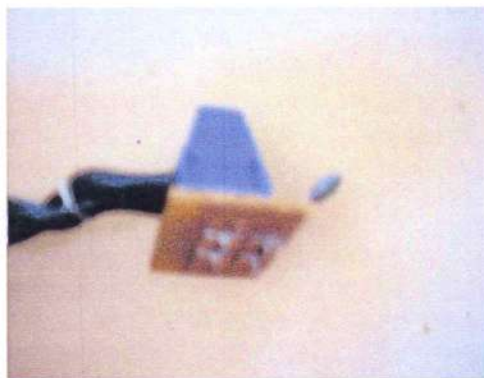
Lampiran 10 Foto Penelitian



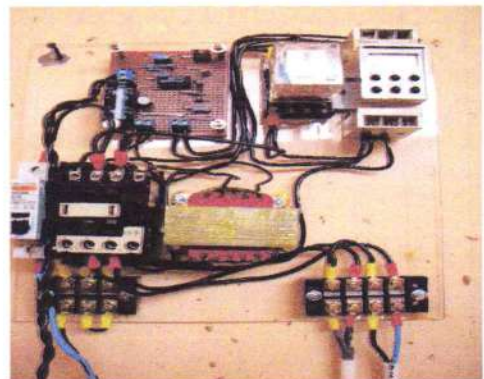
ruangan A yang dillengkapi dengan AC



ruangan B



Sensor suhu



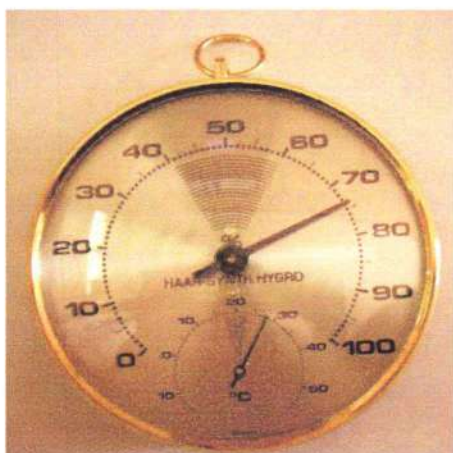
Thermoregulator



Pemberian vaksin



Ayam *panting* pada ruangan B



Thermohigro



Timbangan digital

Lampiran 11 Uji Statistik

Case Summaries^a

			HISTOPAT PARU
PERLAKUAN P0	1		1.00
	2		1.00
	3		.00
	4		2.00
	5		.00
	6		.00
	Total	N	6
		Mean	.6667
		Std. Deviation	.81650
	P1	1	
2			2.00
3			3.00
4			3.00
5			3.00
6			5.00
Total		N	6
		Mean	3.3333
		Std. Deviation	1.03280
P2		1	
	2		3.00
	3		2.00
	4		2.00
	5		2.00
	6		1.00
	Total	N	6
		Mean	2.1667
		Std. Deviation	.75277
	P3	1	
2			1.00
3			3.00
4			2.00
5			2.00
6			.00
Total		N	6
		Mean	1.6667
		Std. Deviation	1.03280
Total		N	
	Mean		1.9583
	Std. Deviation		1.30148

a. Limited to first 100 cases.

Kruskal-Wallis Test

Ranks

	PERLAKUAN	N	Mean Rank
total perubahan	P0	6	5.33
	P1	6	18.67
	P2	6	13.92
	P3	6	12.08
	Total	24	

Test Statistics(a,b)

Test Statistics^{a,b}

	total perubahan
Chi-Square	12.029
df	3
Asymp. Sig.	.007

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: PERLAKUAN

Mann-Whitney Test

Ranks

	PERLAKUAN	N	Mean Rank	Sum of Ranks
HISTOPAT PARU	P0	6	3.58	21.50
	P1	6	9.42	56.50
	Total	12		

Test Statistics^b

	HISTOPAT PARU
Mann-Whitney U	.500
Wilcoxon W	21.500
Z	-2.853
Asymp. Sig. (2-tailed)	.004
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.002 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: PERLAKUAN

Ranks

	PERLAKUAN	N	Mean Rank	Sum of Ranks
HISTOPAT PARU	P0	6	4.08	24.50
	P2	6	8.92	53.50
	Total	12		

Test Statistics^b

	HISTOPAT PARU
Mann-Whitney U	3.500
Wilcoxon W	24.500
Z	-2.403
Asymp. Sig. (2-tailed)	.016
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.015 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: PERLAKUAN

Ranks

	PERLAKUAN	N	Mean Rank	Sum of Ranks
total perubahan	P0	6	4.58	27.50
	P3	6	8.42	50.50
	Total	12		

Test Statistics^b

	total perubahan
Mann-Whitney U	6.500
Wilcoxon W	27.500
Z	-1.950
Asymp. Sig. (2-tailed)	.051
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.065 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: PERLAKUAN

Ranks

	PERLAKUAN	N	Mean Rank	Sum of Ranks
total perubahan	P1	6	8.00	48.00
	P2	6	5.00	30.00
	Total	12		

Test Statistics^b

	total perubahan
Mann-Whitney U	9.000
Wilcoxon W	30.000
Z	-1.523
Asymp. Sig. (2-tailed)	.128
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.180 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: PERLAKUAN

Ranks

	PERLAKUAN	N	Mean Rank	Sum of Ranks
total perubahan	P1	6	8.33	50.00
	P3	6	4.67	28.00
	Total	12		

Test Statistics^b

	total perubahan
Mann-Whitney U	7.000
Wilcoxon W	28.000
Z	-1.895
Asymp. Sig. (2-tailed)	.058
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.093 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: PERLAKUAN

Ranks

	PERLAKUAN	N	Mean Rank	Sum of Ranks
total perubahan	P2	6	7.00	42.00
	P3	6	6.00	36.00
	Total	12		

Test Statistics^b

	total perubahan
Mann-Whitney U	15.000
Wilcoxon W	36.000
Z	-.540
Asymp. Sig. (2-tailed)	.589
Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	.699 ^a

a. Not corrected for ties.

b. Grouping Variable: PERLAKUAN

