

Identifikasi *Salmonella pullorum* pada Ayam Petelur Periode *Grower* dengan Uji Aglutinasi dan Makroskopik di Peternakan Ayam Kabupaten Sidrap

Identification of Salmonella Pullorum in Grower Period of Laying Hens By Agglutinated and Macroscopic Test in Layer Farms of Sidrap Regency

Genna Prama Nugroho¹, Andi Magfira Satya Apada¹, Fedri Rell^{1*}

¹Program Studi Kedokteran Hewan, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Hasanuddin.
Jl. Perintis Kemerdekaan No.KM.10, Tamalanrea Indah, Kec. Tamalanrea,
Makassar 90245, Sulawesi Selatan

*Email korespondensi: fedrirell@unhas.ac.id

(Diterima: 9-06-2020; disetujui: 20-07-2021)

ABSTRAK

Penyakit pullorum merupakan penyakit yang sering menginfeksi ayam yang disebabkan oleh *Salmonella pullorum*. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi ada tidaknya penyakit pullorum pada ayam petelur periode *grower* di peternakan ayam kabupaten Sidrap. Pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling*. Sampel serum dan organ diambil dari 19 peternakan ayam di Batu-Batu. Sebanyak 57 sampel serum diuji dengan uji aglutinasi. Diperoleh sebanyak 26 sampel serum yang positif dan dilanjutkan dengan pemeriksaan makroskopik. Pemeriksaan makroskopik ditemukan adanya *hepatomegali*, lesi berwarna kuning-pucat, konsistensi lunak, dan nodul-nodul di permukaan hati serta adanya *kardomegali*. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peternakan ayam layer periode *grower* di kabupaten Sidrap telah terinfeksi *Salmonella pullorum* dengan gambaran patologis yang bervariasi.

Kata kunci: ayam petelur, identifikasi, *Salmonella pullorum*, makroskopik

ABSTRACT

Pullorum is a bacterial disease that commonly infected the chicken infected by *Salmonella pullorum*. This research aimed to identify *Salmonella pullorum* in the growing period of laying hen in Batu-Batu. The research used a purposive sampling method. The organ and serum samples were collected from 19 farms. Agglutination test for serum and macroscopic test for organ was performed. There were 26 samples that tested positive from 57 serum samples. There were 26 organ samples of macroscopic treatment that resulted in liver damages in the forms of swelling, pale yellow lesions, soft consistency, and nodules on the surface. The heart also experienced changes through swelling, soft consistency, uneven surface, and a mixture of fluid and fibrin inside the pericardium. It can be concluded that layer farms in Sidrap districts have been infected by *Salmonella pullorum* affecting the growing period.

Keywords : laying hens, identification, *Salmonella pullorum*, macroscopic



PENDAHULUAN

Sektor peternakan ayam ras petelur merupakan salah satu bagian penting dari sektor pertanian yang telah diakui memiliki peranan yang cukup besar dalam kaitan dengan upaya peningkatan kualitas masyarakat (Dirjen PKH, 2016). Ayam ras petelur merupakan salah satu pilihan dalam beternak di kelompok ternak Batu Batu, Desa Mario, Kecamatan Kulo karena ayam tersebut mampu menghasilkan telur dalam jumlah yang cukup besar dengan durasi waktu yang cepat.

Ayam yang memasuki periode *grower* sistem produksi dan sistem hormon akan mengalami perkembangan dengan baik, berkaitan dengan berkembangnya sistem reproduksi ada faktor yang harus diperhatikan yaitu faktor kesehatan dari ayam ini, agar ayam dapat produktif ketika memasuki periode *layer*. Masalah kesehatan sangat banyak dijumpai salah satunya adalah disebabkan oleh bakteri *Salmonella pullorum*. Ayam yang terkontaminasi *Salmonella pullorum* akan mengalami kerusakan fungsi hati dan kerusakan fungsi jantung. Akibatnya, performa ayam ketika memasuki periode *layer* akan mengalami penurunan produktifitas maupun berujung kematian. Penelitian ini bertujuan untuk mencegah terjadinya penyebaran pullorum pada periode *layer* dilakukan dengan melalui tindakan pencegahan pada ayam yang memasuki periode *grower* (Sari, 2004).

Salmonella pullorum termasuk dalam keluarga bakteri *enterobacteriae* dan sangat tinggi adaptasinya terhadap inangnya. Pullorum merupakan penyakit bakteri septikemik yang umumnya terjadi pada ayam dan kalkun, disebabkan oleh bakteri *Salmonella pullorum* (OIE, 2008). Penyakit ini pertama kali ditemukan oleh Rettger pada tahun 1899 dan dikenal dengan nama *Bacillary White Diarrhea* di Australia pada tahun 1929 sesuai dengan tanda klinis yang ada pada penyakit ini yaitu diare berwarna putih. Pullorum pertama kali di isolasi dari peternakan rakyat menggunakan uji *Whole Blood Test* pada tahun 1990. Uji antigen ini telah digunakan di Amerika pada tahun 1931, kemudian dilakukan untuk mendiagnosa pullorum di Australia (Shivaprasad, 2000).

Secara perekonomian penyakit ini dapat menimbulkan kerugian ekonomi yang besar, kerugian yang ditimbulkan penyakit ini meliputi penurunan produksi telur dan daya tetas menurun (Shah et al, 2005). Pullorum dapat menyebabkan kematian pada semua umur ayam karena menghasilkan toksin yang dapat menyerang sistem pencernaan, retikuloendotel, sistem pertahanan tubuh, dan sistem reproduksi. Infeksi penyakit

pada ayam dewasa terjadi tanpa adanya gejala yang spesifik dan penyebarannya terjadi dalam satu kandang tanpa disertai oleh gejala tertentu. Salah satu pengujian yang dilakukan untuk menentukan dan mengetahui keberadaan *Salmonella pullorum* adalah uji aglutinasi serum merupakan salah satu upaya deteksi dini mencari reaktor positif dalam suatu peternakan (Tabbu, 2000).

Berdasarkan besarnya resiko yang disebabkan oleh infeksi pullorum maka perlu dilakukannya penelitian untuk mendeteksi ada tidaknya bakteri *Salmonella pullorum* pada ayam petelur pada usia *grower* di kelompok peternakan rakyat Batu Batu Desa Mario, Kecamatan Kulo. Informasi penelitian tentang adanya cemaran bakteri *Salmonella pullorum* akan meningkatkan kewaspadaan peternak kelompok Batu Batu dalam memelihara ayam ras petelur sehingga terjadinya penurunan produktivitas ayam petelur dapat teratasi.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini digunakan ayam ras petelur periode *grower* yang diambil dari Peternakan Kelompok Batu batu sebanyak 57 ekor. Sampel yang digunakan adalah ayam ras petelur periode *grower* dengan umur 15 minggu. Alat penelitian yang digunakan antara lain : spoit 3 cc *one med*®, pinset anatomi *one med*®, skapel *one med*®, gunting *one med*®, *coolbox*, *vacuum tube*, mikropipet, cawan porselin/*plate*, tabung mikro steril, ose, stopwatch/jam tangan, spidol, wadah steril (kantong plastik), kulkas. Sedangkan bahan yang digunakan antara lain : aquades, alkohol 70%, antigen pullorum yang diperoleh dari PUSVETMA, darah segar, organ hati, organ jantung, kapas, masker, sarung tangan.

Pengambilan sampel dilakukan di kelompok peternak Batu Batu dengan cara ayam yang akan diuji dibentangkan bagian sayap, kemudian mencari *Vena brachialis* dengan menggunakan spoit 3 ml steril, darah diambil sebanyak 1,5 ml, dibiarkan beberapa saat dalam posisi miring, kemudian darah tersebut dimasukkan ke dalam *vacuum tube*.

Darah yang sudah dimasukkan ke dalam *vacuum tube* dibiarkan beberapa jam sehingga serumnya terpisah secara sempurna. Serum dipisahkan dari bekuan darah dan ditampung dengan tabung mikro steril. Setelah semua sampel lengkap sampel diletakkan ke dalam kulkas. Selanjutnya sampel disimpan ke dalam *coolbox* yang sudah terisi es dan diamkan dan dibawa ke Laboratorium Bakteriologi Balai Besar Veteriner Maros untuk diuji aglutinasi.

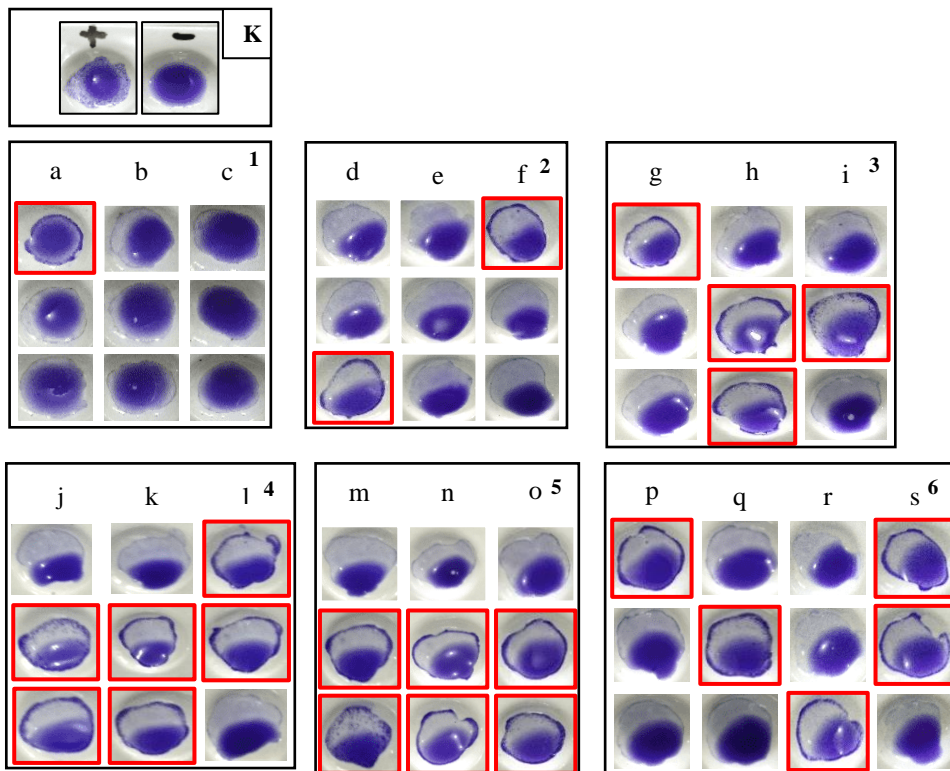
Pengujian aglutinasi mencampurkan serum dengan antigen pada cawan porselin/*plate* dengan perbandingan 1:1 masing-masing sebanyak 20 µm menggunakan mikropipet, selanjutnya diaduk menggunakan Ose sehingga serum dan antigen *Salmonella pullorum* tercampur secara merata kemudian di diamkan selama 2 menit. Apabila dalam waktu kurang lebih 2 menit setelah diaduk terjadi reaksi aglutinasi, maka serum tersebut tercatat sebagai sampel positif pullorum dan apabila tidak terjadi reaksi aglutinasi maka serum tersebut tercatat sebagai sampel negatif pullorum (Thaha, 2016).

Pembuatan preparat makroskopik ayam petelur periode *grower* akan dilakukan eutanasi sebelum dilakukan nekropsi, eutanasi dilakukan dengan menggunakan teknik emboli jantung. Bulu dibasahi dengan larutan desinfektan untuk membatasi penyebaran bulu, tempatkan ayam dengan posisi terlentang, iris pada bagian medial paha dan abdomen pada kedua sisi tubuh, paha ditarik ke bagian *lateral* dan diteruskan irisan sampai persendian *coxo femoralis*. Iris melintang pada kulit abdomen, lalu kulit ditarik ke bagian *anterior* dan irisan tersebut diteruskan ke daerah *thorax* sampai *mandibula*. Membuka bagian *cavum abdominalis*, iris melintang pada dinding *peritoneum* di daerah ujung *sternum* ke arah *lateral*, membuat irisan longitudinal pada daerah

abdomen melalui *linea mediana* ke arah *posterior* sampai daerah kloaka. Membuka bagian rongga *thorax*, membuat irisan longitudinal melalui *M. Pectoralis* pada kedua sisi *sternum* dan *costae* mulai dari *posterior* dan *anterior*. Bagian *anterior*, iris pada kedua sisi *thorax* harus bertemu dengan daerah rongga *thorax*, setelah memotong *Os. Choracoid* dan *Os. Clavicula*. Melakukan pengamatan organ hati dan jantung berupa pembengkakan, *pericardium* keruh, lesi berwarna kuning/pucat, konsistensi lunak, dan nodul-nodul di permukaan (Dhillon *at al.*, 2001 Dhillon).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji aglutinasi menunjukkan bahwa beberapa sampel serum darah terdapat 26 sampel positif dan 31 sampel negatif (Tabel 1, Gambar 1). Proses endapan ini terjadi karena antibodi bersifat bivalen, antibodi tersebut memiliki dua daerah penggabungan dengan antigen. Dua daerah perikatan antara antibodi dengan daerah ikatan yang banyak pada antigen akan menimbulkan kristalisasi, yang dapat mengakibatkan ukuran kompleks menjadi semakin membesar. Ketika ini terjadi, partikel menyerang mulai menggumpalkan atau membentuk gumpalan melalui jaringan. Gumpalan akhirnya menjadi terlalu besar untuk tetap dan mengendap dari larutan (Handoyo, 2004).



Gambar 1. Uji aglutinasi pullorum. K, Kontrol. 1-6, nomor *plate*. a-s, sampel (vertikal). Sampel dalam kotak merah, Sampel positif. Sampel tanpa kotak merah negatif

Tabel 1. Hasil positif dan negatif pullorum berdasarkan uji aglutinasi

| Nama Mikroba | Hasil Uji Aglutinasi | |
|----------------------------|----------------------|---------|
| | Positif | Negatif |
| <i>Salmonella pullorum</i> | 26 | 31 |
| Jumlah Sampel | 57 | |

Penelitian ini diperkuat oleh penelitian yang dilakukan Thaha (2016) mengungkapkan bahwa pembacaan reaksi aglutinasi terjadi ketika terdapat penggumpalan antara antigen dan serum. Reaksi timbul karena perikatan antara antibodi dengan daerah ikatan yang banyak pada antigen akan menimbulkan kristalisasi yang menunjukkan bahwa serum tersebut mengandung antibodi terhadap antigen spesifik dan dicatat sebagai sampel positif.

Adanya antibodi di dalam serum darah terjadi akibat adanya infeksi secara alami atau pemberian vaksinasi. Sebagian peternakan belum menerapkan program vaksinasi pullorum. Adanya antibodi dalam tubuh ayam petelur pada usia *grower* dapat merupakan hasil infeksi alami secara vertikal pada pembibitan ayam petelur atau pada saat di tempat penetasan telur. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi adanya infeksi *Salmonella pullorum* antara lain jarak kandang *layer* dan *litter* yang saling berdekatan, pegawai kandang yang tidak memperhatikan biosekuriti, tidak dilakukan desinfeksi kandang, pengunjung dan transportasi.

Dilakukan Pemeriksaan makroskopik terhadap ayam yang positif pullorum. Perubahan makroskopik ditemukan adanya kerusakan bagian hati yang mengalami nodul-nodul di permukaan hati, pembengkakan, lesi berwarna kuning /pucat, konsistensi lunak dan jantung mengalami cairan yang bercampur dengan fibrin terdapat dalam *pericardium*, kardiomegali, permukaan yang tidak teratur dan konsistensi lunak pada ayam kasus (Gambar 2). Berdasarkan mekanisme peredaran darah, hati membawa darah yang mengandung *Salmonella pullorum* melalui *arteri hepatica*, kemudian darah keluar dari hati melalui *vena hepatica*, darah yang tercemar tersebut akan menuju jantung melalui *vena cava* pada *atrium dexter* kemudian masuk kedalam *ventrikel dexter*. Perubahan diatas disebabkan karena tubuh tidak mampu membentuk imunitas akibat kemasukan *Salmonella pullorum* sebagai antigen. Darah yang tercemar *Salmonella pullorum* ini menyebabkan kerusakan pada jantung, sehingga mengalami penebalan dan berwarna pucat.

Menurut Direktorat Keswan (2002) bahwa gambaran patologi yang ditemukan pada ayam yang terkontaminasi penyakit pullorum hati akan mengalami pembesaran dan lesi warna menjadi kekuningan, kadang-kadang disertai kerusakan pada permukaan *lobus* dan jantung bagian *pericardium* mengalami penebalan disertai penimbunan cairan fibrineus di dalam maupun diluar.

Penelitian yang di lakukan Marshall (2012) ada beberapa penyakit yang menyerupai pullorum secara patologi diantaranya penyakit *fowl typhoid* yang disebabkan *Salmonella gallinarum*. Patologi anatomi yang terjadi pada penyakit ini timbulnya lesi di organ hati berupa pembengkakan berwarna merah tua, konsistensi limfa menjadi rapuh, limfa membengkak karena adanya akumulasi bakteri dan saluran pencernaan mengalami *enteritis*. Perbedaan penyakit pullorum dengan *fowl typhoid* dapat dilihat dari patologi organ hati, kasus pullorum ditemukan organ hati tersebut mengalami pembengkakan, warna menjadi kekuningan, kadang-kadang disertai nekrosis pada permukaannya, sedangkan kasus *fowl typhoid* hati mengalami pembekakan dan berwarna merah tua.

BAM(2007) menyatakan bahawa bakteri *Salmonella pullorum* akan berinvansi keluar sistem pencernaan menuju ke sistem retikuloendotel (hati) melalui *vena hepatica* dan jantung melalui *vena cava*. Keberadaan bakteri *Salmonella pullorum* pada jantung dan hati ayam dapat menyebabkan perubahan yang mengakibatkan gangguan fungsi jantung dan penurunan kualitas dari hati sehingga proses metabolisme terganggu sehingga ini merupakan landasan saya untuk memilih organ jantung dan hati sebagai objek pengamatan makroskopik.

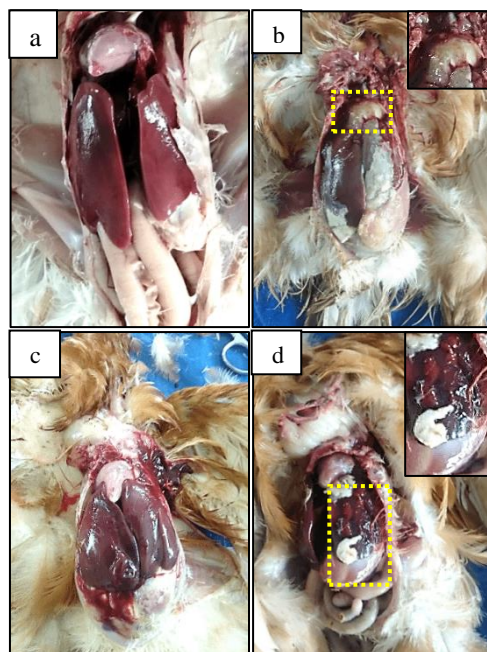
Salmonella pullorum memiliki faktor virulensi yang menunjukkan target organ dengan mengeluarkan toksin terbagi tiga macam antara lain: 1) enterotoksin mempengaruhi aktivitas usus yang menyebabkan sekresi cairan secara berlebihan kedalam rongga usus menimbulkan gejala diare; 2) endotoksin lipopolisakarida toksin merupakan toksin tahan panas yang tidak terlalu kuat. Toksin dalam jumlah besar dapat menghasilkan hemoragik dan mempengaruhi *lamina propia* sehingga menimbulkan diare berat; 3) cytotoxin mempengaruhi aktivitas metabolisme lemak, protein, karbohidrat, keseimbangan pengeluaran K⁺, pemasukan ion Na⁺, Ca⁺, dan air akan terganggu (BAM, 2007).

Hati mengalami kerusakan dapat bersifat sementara dan tetap (Gambar 3). Sel hati akan mengalami perubahan untuk beradaptasi mempertahankan hidup pada kerusakan yang bersifat sementara. Perubahan yang bersifat sementara ini biasa disebut degenerasi. Lesi merupakan keadaan jaringan yang abnormal pada tubuh. Lesi pada hati ayam bervariasi dari perubahan warna kuning belang muda sampai pada perubahan warna kuning tidak teratur yang meluas sepanjang tepi organ tersebut terlihat juga adanya nodul yang tersebar atau nodul yang mengumpul (Cheville, 1999).

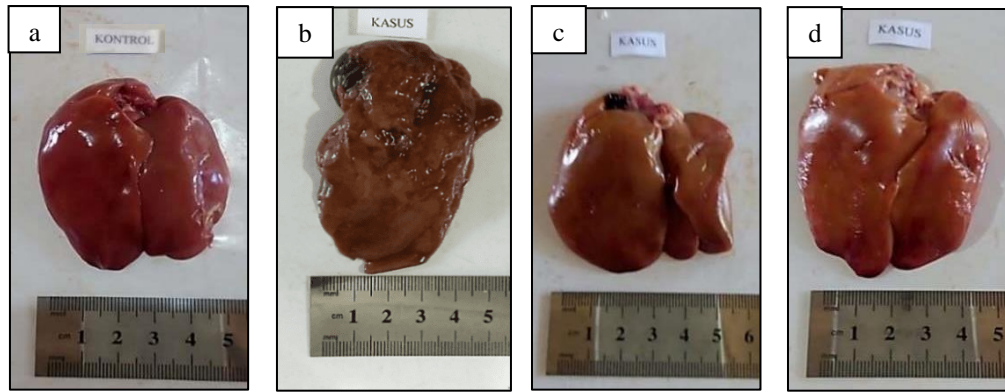
Hati kekuningan pada ayam kasus *pullorum* disebabkan karena terjadi degenerasi lemak dan gangguan bilirubin (Gambar 3b). *Salmonella pullorum* memiliki dinding sel yang mengandung lemak yang tinggi, bila terjadi kolonisasi didalam hati dapat menimbulkan gangguan metabolisme lemak di dalam hati. Degenerasi lemak terjadi penumpukan lemak di *lobus* hati karena kekurangan oksigen dan adanya bahan toksik (*Salmonella pullorum*). Bilirubin di proses lalu dieksresikan ke dalam saluran empedu dan disimpan di kantong empedu. Bilirubin melebihi ambang batas

normal sehingga menimbulkan berbagai gejala seperti ditemukan warna kekuningan pada hati (Darmayanti *et al.*, 2012).

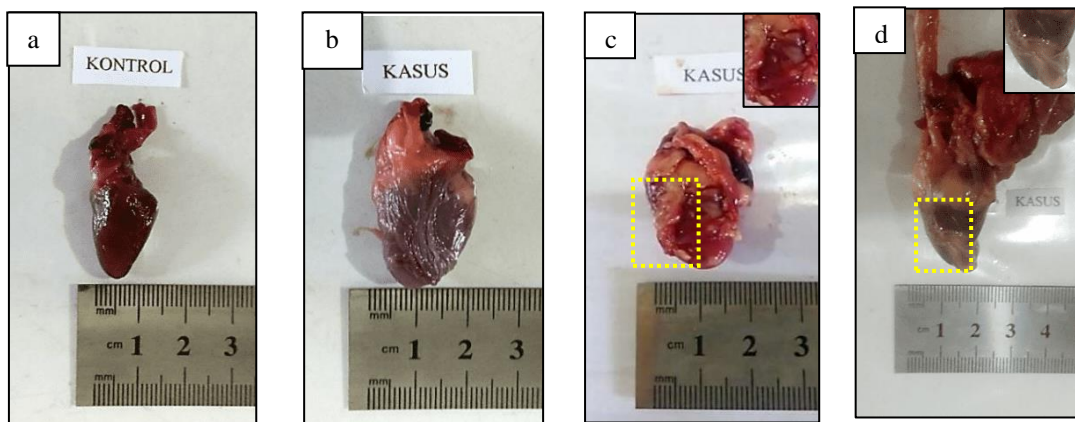
Pembengkakan hati disertai nodula disebabkan adanya faktor degenerasi hidropis (Gamber 3c). Degenerasi terjadi karena beberapa hal, adanya gangguan biokimiawi yang disebabkan oleh metabolisme abnormal dan zat kimia yang bersifat toksik adalah salah satu faktornya. Gangguan biokimiawi tersebut menyebabkan membran sel normal akan mengalami kerusakan sehingga keseimbangan pengeluaran K⁺ dan pemasukan ion Na⁺, Ca⁺ dan air akan terganggu. *Salmonella pullorum* memiliki toksik adalah cytotoxin (CT) yang dapat mengakibatkan kehilangan larutan Ca⁺ dan Na⁺. Kerusakan membran sel menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah air ke dalam sel sehingga menyebabkan sitoplasma menjadi bengkak dan dipenuhi butiran-butiran air. Apabila kerusakan membran sel terus berlangsung, maka sitoplasma sel akan berisi cairan yang membentuk vakuola-vakuola sehingga sitoplasma terlihat lebih pucat keadaan ini dinamakan degenerasi hidropis (Cheville, 1999).



Gambar 2. Makroskopik ayam petelur fase *grower*. (a) Kontrol makroskopik pada ayam yang sehat. (b) Ditemukan lesi berwarna kuning pucat pada hati dan cairan yang bercampur dengan fibrin terdapat dalam *pericardium* pada ayam kasus. (c) Ditemukan pembengkakan organ hati pada ayam kasus. (d) Ditemukan nodul-nodul permukaan hati pada ayam kasus



Gambar 3. Makroskopik hati ayam. (a) Kontrol hati pada ayam sehat. (b-d) Makroskopik hati ayam positif pullorum. (b) hati kekuningan, (c) hepatomegali. (d) Konsistensi hati lunak



Gambar 4. Makroskopik jantung ayam. (a) Kontrol jantung pada ayam sehat. (b-d) makroskopik jantung ayam yang terinfeksi pullorum. (b) kardiomegali. (c) jantung tidak teratur dan konsistensi lunak. (d) *Pericardium* keruh

Konsistensi hati menjadi lunak karena terdapat penumpukan lemak atau degenerasi lemak (Gambar 3d). Degenerasi ini tidak hanya mempengaruhi perubahan warna hati tetapi dapat juga mempengaruhi konsistensi dan pembengkakan. Semakin banyak penumpukan lemak di dalam hati semakin lunak konsistensi yang terjadi. Proses terjadi adanya penimbunan trigliserid di dalam parenkim intraselular. Secara mikroskopik terlihat butiran lemak tertimbun dalam sel hati, mendesak inti sel ke tepi. Lemak terlihat sebagai rongga kosong dalam sel akibat larut sewaktu pemerosean (Darmayanti *et al.*, 2012).

Jantung terpapar *Salmonella pullorum* melalui mekanisme peredaran darah keluar dari hati melalui *vena hepatica*, darah yang tercemar tersebut akan menuju jantung melalui *vena cava* pada *atrium dexter* kemudian masuk kedalam *ventrikel dexter*. Perubahan-perubahan diatas disebabkan karena tubuh tidak mampu membentuk imunitas akibat kemasukan *Salmonella pullorum* sebagai antigen (Wigley *et al.*, 2021).

Darah yang tercemar *Salmonella pullorum* ini menyebabkan kerusakan pada jantung, sehingga mengalami penebalan dan berwarna pucat (Gambar 4). Akumulasi sejumlah cairan yang bercampur dengan fibrin terdapat di dalam *pericardium*, menyebabkan *pericardium* menjadi membesar dan konsistensi *myocardium* menjadi lunak (Josep, 2008).

Pericardium terjadi akumulasi cairan yang bercampur dengan fibrin disebabkan adanya proses inflamasi dari infeksi bakteri dan menimbulkan vasodilatasi dengan peningkatan akumulasi cairan di kantong *pericardium*. Hal ini akan mengakibatkan terjadinya peningkatan permeabilitas vaskuler, sehingga kandungan protein, termasuk fibrinogen atau fibrin di dalam cairan akan meningkat (Gambar 6d). *Salmonella pullorum* memiliki toksin cytotoxin (CT) yang dapat meningkatkan kandungan protein dalam jantung. Apabila cukup berat akan menghambat pengembangan volume jantung pada fase distolik (McGavin *et al.*, 1995).

Pembengkakan jantung disertai nodul atau dinding jantung mengalami kerusakan menyebabkan terjadinya *endocarditis*. Penempelan bakteri *Salmonella pullorum* tersebut akan membentuk kolonisasi, dimana nutrisi diambil dari darah. Adanya kolonisasi tersebut memudahkan terjadinya trombositis, yang ditimbulkan oleh leukosit yang bereaksi dengan fibrin. Jaringan fibrin yang baru akan menyelimuti koloni-koloni *Salmonella pullorum* dan menyebabkan kolonisasi bertambah. Bentuk kolonisasi dapat kecil sampai besar, berwarna putih sampai coklat kemerahan, koloni bakteri tercampur dengan platelet fibrin menyebabkan adanya radang (Gambar 6b; Gambar 6c), bila keadaan berlanjut akan terjadi *absces* yang akan mengenai otot jantung dan akan menyebar ke seluruh otot jantung (Josep, 2008).

KESIMPULAN

Peternakan ayam fase *grower* rakyat kelompok Batu Batu Desa Mario telah terinfeksi *Salmonella pullorum*. Perlu penelitian lanjutan tentang *Salmonella pullorum* pada ayam layer dengan populasi yang lebih banyak serta analisis ada tidaknya resistensi antibiotik.

KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak ada konflik kepentingan dengan hubungan keuangan, pribadi, atau lainnya dengan orang atau organisasi lain yang terkait dengan materi yang dibahas dalam naskah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Balai Besar Veteriner Maros sebagai tempat penelitian, terutama Laboratorium Bakteriologi. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada peternak yang telah membantu dalam penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Amrullah, I. K. 2004. Nutrisi Ayam Broiler. Seri Beternak Mandiri. Lembaga Satu Gunungbudi. Bogor.
- Amstrong, D. V. 1994. Heat stress interaction with shade and cooling. *Journal of Dairy Science* 77:2044-50.
- [BAM] Bacteriological Analytical Manual. 2007. *Salmonella*. <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/ucm070149.htm>. [08/17/2018].
- Belgili. 2001. *The Poultry Informed Professional: Potential Opportunities With A Sand-Based Litter*. Departement of Poultry Science Auburn University. USA.
- Budiharta, S. 2002. *Kapita Selekta Epidemiologi Veteriner. Bagian Kesehatan Masyarakat Veteriner Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Gadjah Mada*. Yogyakarta.
- Cheville, N.F. 1999. *Introduction Veterinary Pathology*. Iowa State University Press. Iowa.
- Darmayanti, Y., O.B.I. Winaya, & R.D.R. Anto. 2012. Evaluasi penyakit virus pada kadaver broiler berdasarkan pengamatan patologi anatomi di rumah pemotongan unggas. *J Indonesia Medicus Veterinus* 1(3):417-427.
- Dahlan, M.S. 2009. *Besaran Sampel dan Cara Pengambilan Sampel dalam Penelitian Kedokteran dan Kesehatan*. Salemba Merdeka. Jakarta.
- Dhillon, A.S., H.L. Shivaprasad, P. Roy, B. Alisantosa, D. Schaberg, D. Bandli, & S. Johnson. 2001. Pathogenicity of environmental origin salmonellas in specific pathogen-free chicks. *Poultry Science* 80:1323-1328.
- [Ditjen PKH] Direktorat Jenderal Peternakan & Kesehatan Hewan. 2016. *Produksi Telur Ayam Ras Petelur Menurut Provinsi*. Direktorat Kesehatan Hewan, Direktorat Bina Produksi Peternakan, Departemen Pertanian RI. Jakarta.
- [Direktorat Keswan] Direktorat Kesehatan Hewan. 2002. *Manual Penyakit Hewan Unggas*. Direktorat Kesehatan Hewan, Direktorat Bina Produksi Peternakan, Departemen Pertanian RI. Jakarta.
- Frandsen, R.D. 1992. *Anatomi dan Fisiologi Ternak*. Edisi ke-4. Terjemahan: Srigando, B. & K. Praseno. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Gast, R.K. 1997. *Detecting Infection of Chicken With Recent Salmonella Pullorum Isolate Using Standard Serological Methods*. USDA. Southeast Poultry Research Laboratory. Athens.
- Handojo. 2004. *Imunoassay Terapan Pada Beberapa Penyakit Infeksi*. Airlangga University Press. Surabaya.

- Josep, S.A. 2008. Manual of Pullorum Diagnosis and Therapy. 1st ed. Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kartasudjana, R. & E. Suprijatna. 2006. Manajemen Ternak Unggas. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Lohmann Tierzucht. 2013. Management Guide Cage Housing Lohman Brown Classic. Germany.
- Machensky, A. & M.R. Wick. 2004. Evidence-based Medicine, Medical Decision Analysis, and Pathology. Human Pathology 35(10):1179-1188.
- Madigan, M.T., J.M. Martinko, & J. Parker. 2000. Brock: Biology of Microorganisms. 9 ed. Prentice Hall. New York.
- Marshall, D. 2012. Fowl Typhoid (*Salmonella gallinarum*). NCDA & CS Veterinary Division. North Carolina.
- McGavin, M.D. W.W. Carlton, J.F. Zachary, & R.G. Thomson. 1995. Thomson's Special Veterinary Pathology. St. louis. Mosby.
- Nasution, R. 2003. Teknik Sampling. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Nurcholis. 2009. Tatalaksana Pemeliharaan Ayam Ras Petelur periode Layer di Populer Farm Desa Kuncen Kecamatan Mijen Kota Semarang. Universitas Diponegoro. Semarang.
- [OIE] Office International des Epizooties. 2008. Fowl Typhoid and Pullorum Disease. OIE Terrestrial Manual, Office International des Epizooties. Paris.
- [OIE] Office International des Epizooties. 2000. Manual of Standards for Diagnostics Test and Vaccine. OIE Terrestrial Manual, Office International des Epizooties. Paris.
- Quinn, P.J., B.K. Markey, M.E. Carter, W.J.C. Donnelly, F.C. Leonard, & D. Maghire. 2002. Veterinary Microbiology and Microbial Disease. Blackwell Science Ltd. Australia.
- Salem, M., E.M. Odor, & C. Pope. 1992. Pullorum Disease in Delaware Roaster. Avian Dis 36:1076-1080.
- Sari, M.L. 2004. Pullorum dan Permasalahannya. Pengantar Falsafah Sains Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Shivaprasad, H.L. 2000. Fowl typhoid and pullorum disease. Rev Sci Tech 19:405-424.
- Tabbu, R.C. 2000. Penyakit Ayam dan Penanggulangannya. Volume 1. Kanisius. Yogyakarta.
- Thaha, A.H. 2016. Gambaran klinis dan prevalensi salmonellosis pada ayam ras petelur di Desa Tanete Kec. Maritenggae Kabupaten Sidrap. Jurnal Ilmu dan Industri Perternakan 3(1):160-168.
- Thrusfield, M. 2005. Veterinary Epidemiology. Vol. III. Blackwell Publishing. Edinburgh.
- Wardhana, W.A. 2017. Anatomi Unggas. Universitas Brawijaya Press. Malang.
- Widodo, E. 2018. Ilmu Nutrisi Unggas. Universitas Brawijaya Press. Malang.
- Wigley, P., A.J.R. Berchieri, K.L. Page, A.L. Smith, & P.A. Barrow. 2001. *Salmonella enterica* Serovar Pullorum Persists in Splenic Macrophages and in the Reproductive Tract during Persistent, Disease-Free Carriage in Chickens. Infection and Immunity 69(12):7873-7879.
- Zulfikar. 2013. Menejemen Pemeliharaan Ayam Petelur Ras. Dinas Kesehatan Hewan dan Peternakan Provinsi Aceh. Banda Aceh.