

Temuan Kejadian Penyakit Tetelo pada Kadaver Unggas yang Dikirim ke Laboratorium Patologi Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala

*(FINDINGS ON THE INCIDENCE OF NEWCASTLE DISEASE
IN POULTRY CADAVERS SENT TO THE PATHOLOGY LABORATORY
FACULTY OF VETERINARY MEDICINE, SYIAH KUALA UNIVERSITY)*

Etriwati Etriwati^{1*}, Muhammad Nur Salim¹, Ummu Balqis¹,
Siti Aisyah¹, Nazaruddin Nazaruddin¹, Amiruddin Amiruddin²,
Rusli Rusli², Divina Dinda Hayati³

¹Laboratorium Patologi, ²Laboratorium Klinik dan Bedah,
³Mahasiswa Pendidikan Profesi Dokter Hewan,
Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Syiah Kuala,
Jl. Tgk. Hasan Krueng Kalee No.4,
Kopelma Darussalam, Kec. Syiah Kuala,
Kota Banda Aceh, Aceh, Indonesia, 23111
*Email: etriwati.2102@usk.ac.id

ABSTRACT

Tetelo disease (Newcastle disease) is an important disease that highly causes high mortality in susceptible poultry. This study aims to determine the incidence of tetelo in poultry necropsied at the Pathology Laboratory, Faculty of Veterinary Medicine (FKH), Syiah Kuala University (USK), Banda Aceh. The research samples were collected from 239 cadaver birds consisting of broilers, layers, domestic chickens, and other poultry which were necropsied at the USK FKH Pathology Laboratory from July to November 2019. The samples collected were the trachea, proventriculus, cecal tonsils, and brain. Samples were selected based on changes in anatomic pathology suspected of tetelo disease, then made histopathological and immunohistochemical preparations in paraffin blocks. The results showed that 106 birds were necropsied and died from tetelo disease, 52 were suspected fowl cholera, 25 were infected with infectious bronchitis, 22 had avian influenzas, 14 had colibacillosis, 7 with chronic respiratory disease, 5 had coccidiosis, 4 infectious laryngotracheitis, 2 infectious bursal diseases, and 2 coryza. This study concluded that 44,4% (106/239) of the necropsied poultry cadaver at the USK FKH Pathology Laboratory from July to November 2019 were diagnosed as having died due to infection with tetelo disease.

Key words: histopathology; Newcastle disease; prevalence; tetelo.

ABSTRAK

Penyakit tetelo (*Newcastle disease*) merupakan penyakit penting yang sangat mudah menular dan menyebabkan kematian tinggi pada unggas rentan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kejadian penyakit tetelo pada unggas yang dinekropsi di Laboratorium Patologi, Fakultas Kedokteran Hewan (FKH), Universitas Syiah Kuala (USK), Banda Aceh. Sampel penelitian dikoleksi dari 239 ekor cadaver unggas terdiri dari ayam pedaging/broiler, ayam petelur/layer, ayam kampung/buras dan unggas lainnya yang dinekropsi di Laboratorium Patologi FKH USK periode Juli sampai November 2019. Sampel yang dikoleksi yaitu trakhea, proventrikulus, seka tonsil dan otak. Sampel dipilih berdasarkan perubahan patologi anatomi diduga penyakit tetelo, selanjutnya dibuat sediaan histopatologi dan imunohistokimia dalam parafin blok. Hasil penelitian menunjukkan bahwa unggas yang dinekropsi dan mati akibat penyakit tetelo sebanyak 106 ekor, diduga *fowl cholera* 52 ekor, *infectious bronchitis* 25 ekor, *avian influenza* 22 ekor, *colibacillosis* 14 ekor, *chronic respiratory disease* 7 ekor, *coccidiosis* 5 ekor, *infectious laryngotracheitis* 4 ekor, *infectious bursal disease* 2

ekor dan *coryza* 2 ekor. Simpulan dari penelitian ini bahwa cadaver unggas yang di nekropsi di Laboratorium Patologi FKH USK periode Juli sampai November 2019 sebanyak 44,4% (106/239) terdiagnosa mati akibat terinfeksi penyakit tetelo.

Kata-kata kunci: histopatologi; *Newcastle disease*; prevalensi; tetelo

PENDAHULUAN

Penyakit tetelo atau dikenal juga dengan nama *Newcastle disease* (ND), termasuk dalam daftar penyakit strategis nasional yang kejadian dan wabahnya harus dilaporkan oleh Otoritas Veteriner kabupaten/kota kepada bupati/walikota untuk selanjutnya dilaporkan kepada Gubernur dan Menteri. Morbiditas dan mortalitas penyakit ini tinggi pada unggas. Laporan Etriwati *et al.* (2023), menyatakan bahwa mortalitas dan morbiditas ayam kampung yang diinfeksi dengan virus ND velogenik mencapai 100%. Infeksi virus ND velogenik strain Kudu 113 menyebabkan mortalitas 58,3% dan morbiditas 70% pada ayam (Eze *et al.*, 2014). Kasus tetelo pertama dilaporkan di Bogor, Jawa Barat, Indonesia pada tahun 1926 dan di Newcastle-Upon-Tyne, Inggris pada tahun 1927 (Alexander, 2009). Sejak terjadi kasus pertama di Indonesia tindakan pencegahan dan penanggulangan terus dilakukan, akan tetapi penyakit tetelo tetap menjadi masalah serius di kalangan industri perunggasan. Laporan Alexander *et al.* (2011), menyatakan bahwa ND di Asia dan Afrika tetap endemik pada unggas komersial. Penyebab ND yang bersirkulasi di Asia yang utama adalah virus ND (VND) genotype VII (Ebrahimi *et al.*, 2012). Berdasarkan tingkat keganasannya penyakit tetelo yang bersirkulasi di Asia termasuk tipe velogenik viserotropik *Newcastle disease* ditandai dengan lesi hemoragi pada saluran pencernaan, sedangkan di Amerika termasuk tipe velogenik neurotropik *Newcastle disease* dengan lesi utama pada saluran pernafasan dan saraf disertai kematian tinggi (Alexander dan Senne, 2008; Miller *et al.*, 2010). Tingginya tingkat kematian unggas yang terserang penyakit tetelo dapat disebabkan menurunnya sistem pertahanan tubuh akibat infeksi virus ND merusak organ limforetikuler unggas (Etriwati *et al.*, 2017^a).

Di Indonesia dilaporkan bahwa virus ND yang diisolasi dari ayam komersial di Jawa Barat, ditemukan tiga isolat virus ND strain virulen dan termasuk sub-genotipe VIIh dan VIIi (Putri *et al.*, 2018). Lebih lanjut kajian histopatologi menunjukkan pola distribusi virus ND di daerah

Jawa Barat tersebar secara sistemik pada organ internal bersifat velogenik viserotropik yang disertai dengan velogenik neurotropik dengan derajat lesi bersifat berat baik pada ayam muda maupun ayam tua (Etriwati *et al.*, 2017^b). Kencana *et al.* (2012), melaporkan sebanyak 10 ekor sampel ayam buras yang dikoleksi dari kasus lapang tahun 2008-2009 di Bali 100% positif terserang ND akut. Selama tahun 2015-2017 insidensi penyebaran ND pada ayam kampung sebanyak 13 kasus per 100.000 ekor/tahun di Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan, dengan insidensi setiap tahunnya berfluktuasi (Susanti *et al.*, 2021). Pada ayam kampung di wilayah Aceh penyakit tetelo didominasi oleh galur virulen dengan antigenitas yang beragam (Darniati *et al.*, 2015).

Dari beberapa laporan tersebut dapat diketahui bahwa wabah ND tetap endemik di Indonesia termasuk di wilayah Aceh. Oleh sebab itu tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kejadian penyakit tetelo pada unggas yang dikirim dan dilakukan nekropsi di Laboratorium Patologi, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Syiah Kuala periode Juli sampai November 2019 dilakukan peneguhan diagnostik dengan mendeteksi keberadaan virus ND pada jaringan dengan metode pewarnaan imunohistokimia. Pewarnaan imunohistokimia dilakukan untuk melihat adanya ikatan antara antigen virus ND yang terdapat pada jaringan dengan antibodi virus ND yang meneguhkan diagnosis definitif terhadap kematian unggas (Adi *et al.*, 2012).

METODE PENELITIAN

Sampel

Sampel penelitian ini berupa trakhea, proventrikulus, seka tonsil dan otak yang dikoleksi dari 239 ekor unggas yang terdiri atas ayam pedaging/*broiler*, ayam petelur/*layer*, ayam kampung/buras dan unggas lainnya. Nekropsi dilakukan di Laboratorium Patologi, FKH USK, Banda Aceh periode Juli sampai November 2019. Waktu kematian sampel ayam tidak lebih dari enam jam sebelum dilakukan bedah bangkai. Peneguhan diagnostik dilakukan dengan pemeriksaan imunohistokimia terhadap

kadaver unggas yang diduga mati akibat penyakit tetelo secara patologi anatomi. Selanjutnya sampel disimpan dalam larutan *Buffer Neutal Formalin* 10% lebih dari 24 jam, kemudian dibuat sediaan histopatologi dan imunohistokimia dalam parafin blok. Selanjutnya jaringan dipotong dan ditempatkan di atas gelas objek untuk diwarnai.

Pemeriksaan Patologi Anatomi dan Histopatologi

Kriteria pemeriksaan patologi anatomi terhadap ayam yang diduga mati akibat penyakit tetelo dilakukan dengan melihat adanya lesi *petechiae*/hemoragi pada usus, proventrikulus dan seka tonsil, hiperemi/hemoragi pada trakhea, paru dan otak (Etriwati *et al.*, 2017). Pemeriksaan histopatologi dilakukan dengan pewarnaan hematoksilin dan eosin.

Pewarnaan Imunohistokimia

Pewarnaan imunohistokimia dilakukan sesuai dengan protokol *Mouse and Rabbit Specific HRP/DAB (ABC) Detection IHC kit ab64264* (abcam) dengan modifikasi. Tahap pertama sediaan jaringan direndam dalam silol I, II dan III, dilanjutkan alkohol absolut I, II dan III, alkohol 96%, 90%, 80% dan alkohol 70%. Masing-masing selama lima menit. Kemudian direndam dalam akuades selama 15 menit, dilanjutkan dengan *Posphate Buffer Saline/PBS* tiga kali ulangan masing-masing lima menit. Tahap kedua dilakukan *retrieval* antigen dalam larutan berpenyangga sitrat pada suhu 95°C selama 15 menit, selanjutnya dididiamkan dalam suhu ruang selama 20 menit, lalu dicuci dengan PBS tiga kali ulangan masing-masing selama lima menit. Tahap ketiga sediaan jaringan diteteskan *Hydrogen Peroxide Block*, diinkubasi 20 menit dalam suhu ruang, kemudian dicuci dengan PBS tiga kali selama lima menit. Selanjutnya diteteskan *Protein Block* dan didiamkan selama 20 menit dalam suhu ruang, kemudian dicuci dengan *Phosphate Buffer Saline* (PBS) satu kali selama lima menit. Tahap keempat sediaan jaringan diteteskan *Polyclonal Antibody Primary anti-VND* dan diinkubasi semalaman pada suhu -5°C, selanjutnya sediaan jaringan dipindahkan ke suhu ruang dan dicuci dengan PBS tiga kali ulangan masing-masing lima menit, kemudian dilanjutkan dengan *Secondary Antibody Biotinylate Goat Anti-Polyvalent*, didiamkan selama 20 menit, dicuci dengan PBS tiga kali ulangan masing-masing lima menit. Kemudian diteteskan *Streptavidin Peroxidase*,

diinkubasikan 20 menit, dicuci dengan PBS tiga kali ulangan masing-masing lima menit. Selanjutnya diteteskan *DAB Chromogen* selama 40 detik dan dibilas dengan air mengalir. Tahap kelima sediaan jaringan di *counterstain* dengan *Mayer's haemotoxylin* dan dicuci dengan air. Tahap terakhir dilakukan dehidrasi dengan alkohol 70%, 80%, 90%, 96% dan absolut I, II dan III, *clearing* dengan silol I, II dan III masing-masing tiga menit. Tahap terakhir *mounting* dengan *entellan* dan selanjutnya diamati di bawah mikroskop cahaya yang dilengkapi kamera digital pada perbesaran 100, 200 dan 400 kali. Hasil peneguhan terhadap VND dinyatakan imunopositif ditandai dengan warna kecoklatan dan hasil imunonegatif ditandai dengan warna kebiruan pada sediaan jaringan.

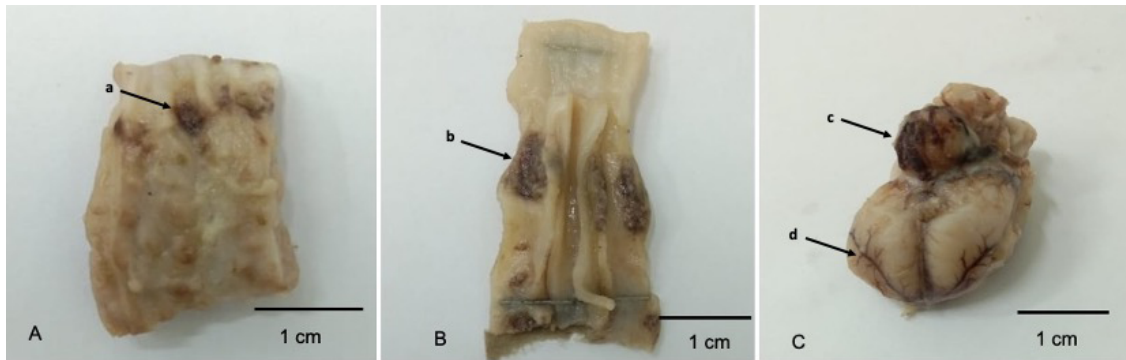
Analisa Data

Hasil penelitian dianalisis secara deskriptif dan data disajikan dalam bentuk gambar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian terhadap kadaver unggas yang dinekropsi di Laboratorium Patologi, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Syiah Kuala periode Juli sampai November 2019 berjumlah 239 ekor. Uraian catatan protokol nekropsi diketahui sampel unggas yang digunakan diduga menderita *fowl cholera* 52 ekor, *infectious bronchitis* 25 ekor, flu burung/*avian influenza* 22 ekor, *colibacillosis* 14 ekor, *chronic respiratory disease* tujuh ekor, *coccidiosis* lima ekor, *infectious laryngotracheitis* empat ekor, *infectious bursal disease* dua ekor dan *coryza* dua ekor. Sementara itu berdasarkan uji diagnostik penunjang dengan pewarnaan imunohistokimia diketahui positif penyakit tetelo sebanyak 106 ekor (*broiler* 64 ekor, *layer* 17 ekor, ayam kampung/buras 17 ekor dan unggas jenis lainnya delapan ekor). Dari data penelitian dapat diketahui bahwa kejadian penyakit tetelo menempati jumlah terbanyak dibandingkan kasus penyakit unggas lainnya. Susanti *et al.* (2021), melaporkan bahwa tingkat insidensi penyakit ND pada ayam buras tertinggi di Kecamatan Soppeng Riaja, Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan sebanyak 14 kasus per 100.000 ekor/tahun.

Penegakan diagnosis penyakit tetelo dari kasus lapang dapat dilakukan secara patologi anatomi terutama berdasarkan lesi spesifik yang teramati pada organ-organ saluran pernafasan,



Gambar 1. Lesi makroskopis ayam kampung/buras (P. 3615) terserang tetelo. A. Proventrikulus hemoragi (a), B. Seka tonsil hemoragi (b), C. Otak hiperemi (d) dan hemoragi (c). Organ sudah difiksasi dalam BNF 10%.

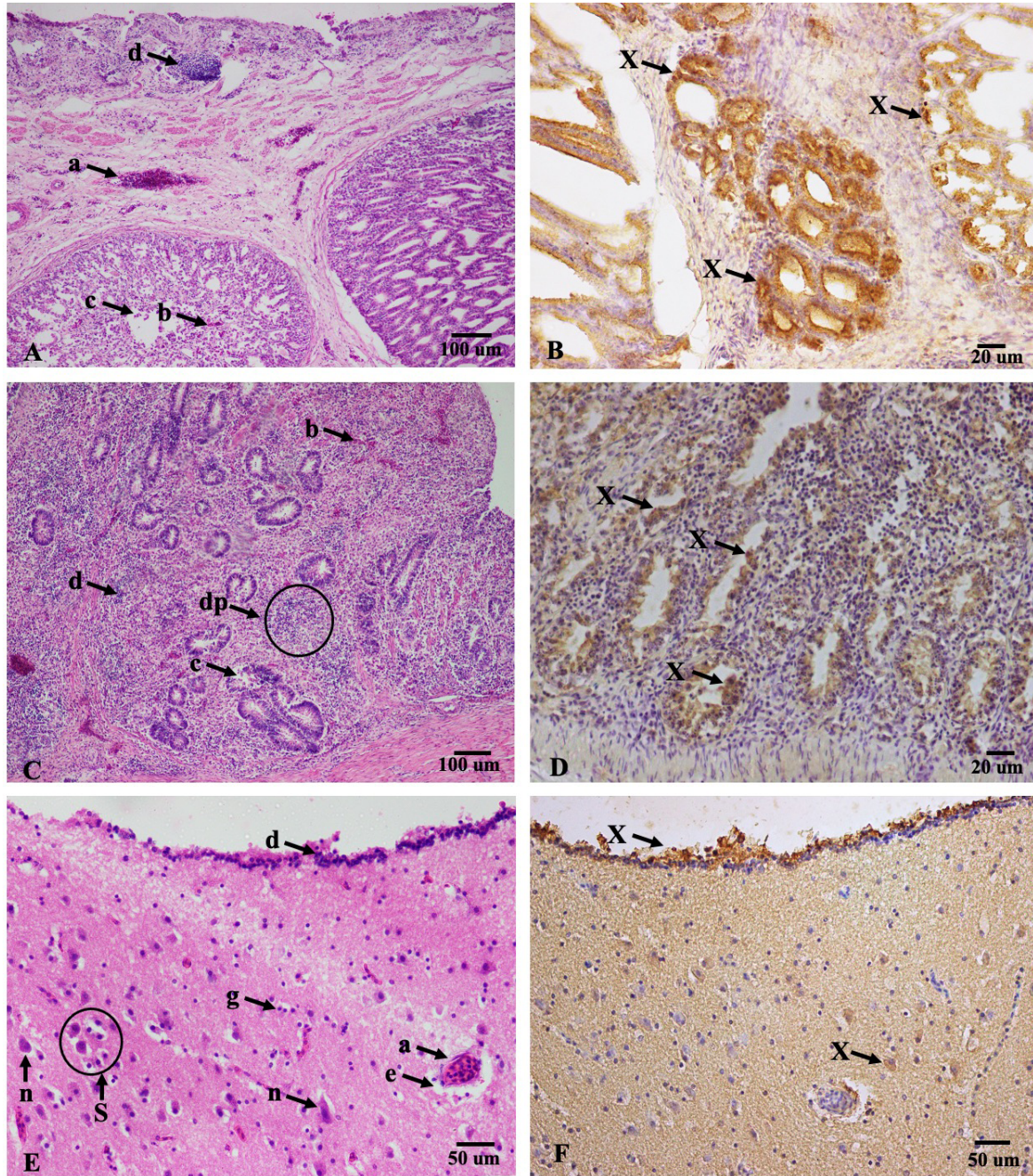
saluran pencernaan dan lesi otak (Etriwati *et al.*, 2023). Pada penelitian ini lesi utama yang teramati berupa hiperemi/hemoragi pada mukosa trakhea, *petechiae*/hemoragi pada mukosa usus, mukosa proventrikulus (Gambar 1A) dan mukosa seka tonsil (Gambar 1B) serta adanya hiperemi/hemoragi otak (Gambar 1C). Lesi-lesi utama tersebut juga disertai konjungtivitis, pneumonia, pankreatitis, hepatitis, perikarditis, myositis, splenitis dan salingitis. Menurut Al-Murshedy *et al.* (2023), patologi anatomi ayam diduga ND pada kasus lapang adalah limpa membesar, paru-paru hemoragi, kongesti dan konsolidasi, pada usus terjadi penebalan, edema dan hemoragi, seka tonsil hemoragi, hati mengalami kongesti dan hemoragi, serta ginjal membengkak.

Pada kasus lapang yang telah diamati lesi hemoragi pada proventrikulus dan seka tonsil pada ayam kampung tersebar difus. Namun, pada ayam *broiler* dan unggas lainnya lesi yang teramati hanya berupa *petechiae* yang tersebar fokal sampai multifokal. Keadaan ini mungkin saja berkaitan dengan status vaksinasi dari kedua jenis unggas tersebut. Hasil anamnesis diketahui bahwa sampel ayam *broiler* sudah dilakukan vaksinasi, sedangkan pada ayam kampung tidak dilakukan vaksinasi terhadap virus ND. Tindakan vaksinasi merupakan salah satu cara yang tepat dalam upaya pencegahan kejadian penyakit akibat infeksi virus ND. Meskipun terkadang vaksinasi tidak sepenuhnya dapat menjamin unggas resistan dari serangan penyakit tetelo. Menurut Xiao *et al.* (2012), kurang protektifnya vaksin disebabkan oleh strain virus yang digunakan untuk vaksin secara genetik berbeda dengan strain virus virulen yang tersebar di lapangan. Tingkat proteksi vaksinasi ND pada *broiler* lebih tinggi pada pemberian *priming* vaksin ND *live* bersamaan dengan

vaksin ND *killed* terhadap virus ND velogenik (Wibowo *et al.*, 2013). Lebih lanjut Dimitrov *et al.* (2017), menyatakan bahwa penyebab lain penurunan efikasi vaksin adalah adanya antibodi (termasuk antibodi maternal) pada unggas yang dapat menetralkan vaksin sehingga menurunkan efektivitas vaksin ND.

Pada gambaran lesi histopatologi terlihat adanya trakheitis yang ditandai dengan hiperemi, hemoragi, deskuamasi epitel mukosa dan infiltrasi sel-sel inflamasi terutama di lamina propria. Proventrikulitis ditandai dengan hiperemi, hemoragi, deskuamasi sel epitel dan infiltrasi sel-sel inflamasi pada lapisan mukosa maupun kelenjar proventrikulus (Gambar 2A). Thyphilitis ditandai dengan hiperemi, hemoragi, deskuamasi sel-sel epitel dan infiltrasi sel-sel inflamasi disertai dengan depleksi folikel limfoid pada seka tonsil (Gambar 2C). Adanya ensefalitis ditandai dengan hiperemi, edema dan infiltrasi sel sel limfosit di sekeliling pembuluh darah (*perivascular cuffing*), nekrosis neuron, satelitosis dan gliosis (Gambar 2E). Menurut Eze *et al.* (2014), ayam yang diinfeksi dengan isolat virus ND velogenik menyebabkan terjadinya hemoragi pada mukosa saluran pencernaan akibat replikasi virus ND di dalam folikel-folikel limfoid intestinal. Lebih lanjut Nakamura *et al.* (2008), menjelaskan bahwa infeksi VND menyebabkan kerusakan pada dinding pembuluh darah sehingga terjadi hemoragi di sepanjang saluran pencernaan. Hiperemi/hemoragi dan respons inflamasi pada otak dapat disebabkan oleh keberadaan VND pada organ otak yang menyebabkan kerusakan vaskuler dan neuron (Etriwati *et al.*, 2017^b).

Peneguhan penyakit tetelo secara imunohistokimia teramati adanya reaksi kecokelatan pada jaringan yang menunjukkan bahwa virus ND tereksresi pada sitoplasma sel-



Gambar 2. Lesi histopatologi dan imunohistokimia ayam buras (Protokol. 3615) terserang tetelo: A dan B. Proventrikulus, C dan D. Seka tonsil, E dan F. Otak. Hiperemi (a), hemoragi (b), deskuamasi sel epitel (c), infiltrasi sel-sel inflamasi (d), depleksi folikel lymphoid (dp), edema (e), gliosis (g), nekrosis neuron (n) dan satellitosis (s). Reaksi imunopositif terhadap virus ND bewarna coklat (X). Histopatologi dengan pewarnaan hematoxilinosin. Pewarnaan imunohistokimia menggunakan antibodi anti-virus *Newcastle disease*.

sel epitel lapisan mukosa dan sel-sel inflamasi lamina propria trakhea, sitoplasma sel-sel epitel proventrikulus dan kelenjar proventrikulus (Gambar 2B). Ekspresi virus ND juga terlihat di sitoplasma sel-sel epitel dan di dalam sel-

sel limfosit di dalam folikel limfoid seka tonsil (Gambar 2D), sel-sel inflamasi bagian meningen, sel-sel neuron dan sel-sel mikroglia otak (Gambar 2F).

Terekspresinya Virus ND pada jaringan unggas dalam penelitian ini mengindikasikan bahwa lesi makroskopis pada jaringan organ trakhea, proventrikulus, seka tonsil dan otak dapat digunakan sebagai acuan mendiagnosis ND kasus lapang. Lebih lanjut dapat dijelaskan bahwa gambaran lesi patologi anatomi dan histopatologi yang tersebar luas pada hampir sebagian besar organ pencernaan disertai dengan ditemukannya virus ND pada jaringan otak menunjukkan bahwa strain virus ND yang menyebabkan kematian pada ayam yang dinekrops di Laboratorium Patologi FKH USK, Banda Aceh mirip dengan kasus ND yang dilaporkan Etriwati *et al.* (2017^b), di wilayah Jawa Barat, bahwa tipe virus ND yang menginfeksi unggas lapang bersifat velogenik viserotropik disertai velogenik neurotropik. Menurut Kommers *et al.* (2003), infeksi virus ND tipe velogenik dapat menimbulkan lesi yang lebih berat, sedangkan infeksi virus ND tipe mesogenik atau lentogenik lesi yang ditimbulkan lebih ringan dibandingkan dengan infeksi virus velogenik.

SIMPULAN

Dari total 239 sampel kadaver unggas periode Juli sampai November 2019, 44,4% (106/239) didiagnosis terinfeksi penyakit tetelo.

SARAN

Sebagai bentuk usaha dalam melakukan pencegahan dan penanganan penyakit tetelo, maka pemantauan/*monitoring* dan pelaporan kasus penyakit tersebut perlu terus dilakukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala, atas Pendanaan Bantuan Penelitian Peningkatan Publikasi Ilmiah, sesuai dengan Surat Nomor: B/1750a/UN11.1.2/PT.01.02/2019 tanggal 14 Agustus 2019.

DAFTAR PUSTAKA

Adi AAAM, Kardena IM, Astawa NM, Matsumoto, Y. 2012. Pelacakan secara imunohistokimia antigen virus pada ayam yang diinfeksi dengan virus penyakit tetelo. *J Veteriner* 13(3): 278-283.

Al-Murshedy NAK, Al-Zubaid HJ, Alabedi GT, Azhar, Alkaby A. 2023. Histopathological and immunohistochemical study of Newcastle disease in chicken in Al-Najaf Province. *Journal of Survey in Fisheries Sciences* 10(3S): 14-25.

Alexander DJ, Senne DA. 2008. Newcastle Disease. Other Avian paramyxovirus and pneumovirus infections: Newcastle disease. In Saif Y. (Ed) *Disease of Poultry*. 12th ed. Iowa (US): Iowa State University. Hlm. 75-115.

Alexander DJ. 2009. Ecology and Epidemiology of Newcastle Disease. In: Capua I, Alexander DJ (Eds). *Avian influenza and Newcastle disease*. Italia. Springer-Verlag. Hlm. 19-26.

Alexander DJ. 2011. Newcastle disease in European union 2000-2009. *Avian Pathol* 40(6): 547-558.

Darniati, Setiyaningsih S, Indrawati A. 2015. Deteksi molekuler dan keragaman virus Newcastle disease pada ayam kampung di wilayah Aceh. *J Kedokteran Hewan* 9(2): 178-184.

Dimitrov KM, Afonso CL, Yub Q, Miller PJ. 2017. Newcastle disease vaccines-A solved problem or a continuous challenge?. *Veterinary Microbiology* 206: 126-136.

Ebrahimi MM, Shasavandi S, Moazenijula G, Shamsara M. 2012. Phylogeny and evolution of Newcastle disease virus genotypes isolate in Asia during 2008-2011. *Virus Genes* 45: 63-68.

Etriwati E, Agungpriyono S, Setiyaningsih S, Darniati D, Ak DM, Erwin E, Handharyani E. 2023. Comparative pathology and immunohistochemistry of Newcastle disease in domestic chicken (*Gallus-gallus domesticus*) and Alabio duck (*Anas platyrhynchos* Borneo). *Open Vet J* 13(4): 433-442.

Etriwati E, Ratih D, Handharyani E, Setiyaningsih S. 2017a. Studi histopatologi limpa dan bursa Fabricius ayam berpenyakit tetelo (*Newcastle disease*) pada kasus lapang. *Jurnal Veteriner* 18(4): 510-515.

Etriwati E, Ratih D, Handharyani E, Setiyaningsih S. 2017b. Pathology and immunohistochemistry study of Newcastle disease field case in chicken in Indonesia. *Veterinary World* 10(9): 1066-1071.

- Eze CP, Okoye JOA, Ogbonna IO, Ezema WS, Eze DC, Okwor EC, Ibu JO, Salihu EA. 2014. Comparative study of the pathology and pathogenesis of a local velogenic Newcastle disease virus infection in ducks and chickens. *Int J Poult Sci* 13(1): 52-61.
- Kencana GAY, Kardena IM, Mahardika IGKN. 2012. Penguahan diagnosis penyakit *Newcastle disease* lapang pada ayam buras di Bali menggunakan teknik PCR. *J Kedokteran Hewan* 6(1): 28-31.
- Kommers GD, King DJ, Seal BS, Brown CC. 2003. Pathogenesis of chicken-passaged Newcastle disease viruses isolated from chickens and wild and exotic birds. *Avian Dis* 47: 319-329.
- Miller PJ, Decanini EL, Afonso CL. 2010. Newcastle Disease: Evolution of genotypes and related diagnostic challenges. *Infect Genet Evol* 10(1): 26-35.
- Nakamura K, Ohtsu N, Nakamura T, Yamamoto Y, Yamada M, Mase M, Imai K. 2008. Pathologic and immunohistochemical studies of ND in broiler chickens vaccinated with ND: Severe nonpurulent encephalitis and necrotizing pancreatitis. *Vet Pathol* 45: 928-933.
- Putri DD, Handharyani E, Soejoedono RD, Setiyono A, Mayasari NI, Poetri ON. 2018. characterization of Newcastle disease virus isolated from commercial chicken flocks in West Java, Indonesia. *Pakistan Veterinary Journal* 38(2): 184-188.
- Susanti WG, Wicaksono A, Basri C. 2021. Kejadian kasus penyakit Newcastle di peternakan ayam buras di Kabupaten Barru. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 26 (3): 379-385.
- Wibowo SA, Asmara W, Wibowo MH, Sutrisno B. Perbandingan tingkat proteksi program vaksinasi Newcastle disease pada broiler. *J Sain Vet* 31(1): 16-26.
- Xiao S, Paldurai A, Nayak B, Samuel A, Bharoto AE, Prajitno TY, Collins PL, Samal SK. 2012. Complete genome sequences of Newcastle disease virus strains circulating in chicken populations of Indonesia. *J Virol* 86(10): 5969-5970.