

Isolasi dan Identifikasi Bakteri *Salmonella* sp. pada Ayam Broiler

(Isolation and Identification of *Salmonella* sp. in Broiler Chicken)

Mega Perkasa Putra Nugroho¹, Fhady Rischky Loe^{2*}, Elisabet Tangkonda², Maria Aega Gelolodo²,
Maxs Urias Ebenhaizar Sanam²

¹ Pendidikan Profesi Kedokteran Hewan, Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan, Universitas Nusa Cendana, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur-Indonesia

² Departemen Ilmu Penyakit Hewan dan Kesehatan Masyarakat Veteriner, Program Studi Kedokteran Hewan, Fakultas Kedokteran dan Kedokteran Hewan, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur-Indonesia

Diterima: 30/07/2024, Direvisi: 10/01/2025, Disetujui: 23/01/2025, Terbit Online: 20/03/2025

*Penulis untuk korespondensi: fhady.loe@staf.undana.ac.id

ABSTRAK

Salmonella sp. merupakan salah satu patogen berbahaya penyebab salmonellosis pada manusia dan hewan. Bakteri *Salmonella* sp. biasanya menghuni usus pada sebagian besar spesies hewan, tetapi juga banyak ditemukan di lingkungan. *Salmonella* sp. dapat bertahan hidup dalam jangka waktu yang lama, sehingga memungkinkan bakteri berpindah dari satu tempat ke tempat lain melalui peralatan, termasuk pakan yang terkontaminasi. Laporan kasus ini bertujuan untuk mengetahui teknik dan interpretasi hasil setiap uji laboratorium dalam mengidentifikasi *Salmonella* sp. yang diperoleh melalui usap kloaka ayam. Tahapan pengujian meliputi pengambilan sampel, pengujian laboratorium, dan identifikasi hasil pengujian. Pengambilan sampel dilakukan di Pasar Inpres Naikoten I Kota Kupang dan pengujian laboratorium dilakukan di Laboratorium Bakteriologi Program Studi Kedokteran Hewan Universitas Nusa Cendana. Hasil isolasi ditemukan dugaan bakteri *Salmonella* sp. pada media SSA berwarna hitam, dikarenakan *Salmonella* sp. menghasilkan hidrogen sulfida (H_2S). Hasil pewarnaan gram didapati bakteri berbentuk coccobacillus dan bersifat gram negatif. Pengujian biokimia *Salmonella* sp. bersifat negatif pada uji Indol, menghasilkan H_2S , bersifat non motil, dan katalase positif.

Kata kunci: Ayam, Broiler, Kupang, *Salmonella* sp.

ABSTRACT

Salmonella sp. is one of the dangerous pathogens that causes salmonellosis in humans and animals. *Salmonella* sp. bacteria usually inhabit the intestines of most animal species, but are also found in the environment. *Salmonella* sp. can survive for long periods of time, allowing bacteria to move from one place to another through equipment, including contaminated feed. This case report aims to determine the technique and interpretation of the results of each laboratory test in identifying *Salmonella* sp. Which is obtained through swabbing the chicken's cloaca. The testing stages include sampling, laboratory testing, and identification of test results. Sampling was carried out at the Naikoten I Inpres Market, Kupang City and laboratory testing was carried out at the Bacteriology Laboratory of the Veterinary Medicine Study Program, Nusa Cendana University. The isolation results found *Salmonella* sp. SSA media is black, because *Salmonella* produces hydrogen sulfide (H_2S). The results of gram staining showed that the bacteria were in the form of coccobacillus and were gram negative. Biochemical testing of *Salmonella* sp. is negative in the Indole test, produces H_2S , is non-motile, and catalase positive.

Keywords: Chicken, Broiler, Kupang, *Salmonella* sp.

1. Pendahuluan

Bakteriologi merupakan cabang ilmu yang mengkaji kehidupan bakteri sebagai makhluk hidup mikroskopis dengan struktur sel tunggal (uniseluler). Salah satu bakteri yang terdapat pada saluran pencernaan ayam yaitu *Salmonella* sp.^[1]. Bakteri ini bersifat patogen yang dapat ditularkan dari hewan atau produk hewan ke manusia dan produk hewan. *Salmonella* sp. dapat menyebabkan enteritis, infeksi sistemik, dan demam enterik atau salmonellosis^[2,3]. Penyakit ini bersifat endemis hampir di semua kota besar di Indonesia dan diperkirakan setiap tahun terdapat sekitar 60.000 hingga 1.300.000 kasus salmonellosis dengan jumlah kematian minimal sebanyak 20.000 per tahun^[4]. Laporan kasus ini bertujuan untuk mengetahui teknik dan interpretasi hasil dari setiap uji laboratorium dalam mengidentifikasi *Salmonella* sp. yang diperoleh dari sampel feses ayam.

2. Materi dan Metode

2.1. Sinyalemen dan Anamnesis

Ayam broiler berjenis kelamin betina (**Gambar 1**) dengan umur 5 minggu, bobot badan 1,3 kg, serta memiliki keluhan kehilangan nafsu makan dan minum selama beberapa hari terakhir.



Gambar 1. Ayam broiler kasus

2.2. Gejala Klinis dan Pemeriksaan Fisik

Berdasarkan hasil pemeriksaan klinis terlihat ayam mengalami lesu, mengantuk, diare berwarna hijau putih (**Gambar 2**), bulu nampak kusut, rontok, dan terkulai terutama di bagian sekitar kloaka.



Gambar 2. Feses Ayam Broiler

2.3. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah *cotton bud*, *blade*, dan tabung/pot sampel untuk koleksi sampel. Cawan petri, botol duran, gelas ukur, timbangan, *magnetic stirrer*, *microwave*, *water bath*, *autoclave*, bunsen batang ose, dan *biobase* untuk pembuatan media. *Object glass*, mikroskop, pipet tetes, batang ose, mikroskop, dan bunsen untuk pewarnaan gram. *Object glass*, tabung reaksi, batang ose, bunsen untuk uji biokimia katalase. tabung reaksi, botol duran, gelas ukur, timbangan, *magnetic stirrer*, *microwave*, *water bath*, *autoclave*, inkubator, dan batang ose untuk uji biokimia. Bahan yang digunakan adalah *Buffered Peptone Water* (BPW), aquades, dan NaCl untuk koleksi sampel. *Salmonella Shigella Agar* (SSA), *Nutrient Agar* (NA), *water injection*, aluminium foil, dan alkohol 70% untuk pembuatan media. Pewarnaan Gram: *crystal violet/gentian violet*, lugol, eter alkohol, fuchsin/safranin dan minyak emersi. Larutan *hidrogen peroksida* (H_2O_2) dan isolat *Salmonella* sp. untuk uji biokimia katalase. *Triple Sugar Iron Agar* (TSIA), *Sulfide Indole Motility* (SIM), aquades, aluminium foil, dan isolat *Salmonella* sp. untuk uji biokimia.

2.4. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan mengambil swab feses pada kloaka ayam yang menunjukkan gejala diare. Sampel selanjutnya ditempatkan dalam media transpor yang mengandung larutan NaCl.

2.5. Isolasi dan identifikasi Makroskopis

Salmonella sp.

Swab kloaka ayam yang diambil dikultur pada media SSA dan selanjutnya diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam pada inkubator. Pengamatan koloni yang diduga sebagai bakteri *Salmonella* sp. dari hasil isolasi akan ditumbuhkan pada media NA dengan cara mengambil koloni menggunakan jarum ose dan menggores ke permukaan media, dan selanjutnya diinkubasikan pada suhu 37 °C selama 24 jam.

2.6. Pewarnaan Gram (Pengamatan Mikroskopis)

Isolat *Salmonella* sp. dari media diambil sebanyak 1 koloni menggunakan batang ose, kemudian dihomogenkan dengan 1 tetes NaCl di atas *object glass*. Proses selanjutnya melibatkan fiksasi menggunakan bunsen. *Object glass* yang telah memiliki bakteri *Salmonella* sp. kemudian ditetaskan dengan larutan *crystal violet* selama 1 menit, diikuti dengan pembilasan menggunakan air mengalir. Langkah berikutnya dengan penambahan lugol selama 1 menit, kemudian bilas dengan air mengalir. Setelah itu, ditetaskan alkohol selama 30 detik, diikuti dengan pembilasan menggunakan air mengalir. Selanjutnya, ditetaskan safranin selama 30 detik, lalu dibersihkan dengan air mengalir. Proses terakhir melibatkan pengeringan dengan diangin-anginkan di udara, dan dilanjutkan pengamatan di bawah mikroskop dengan perbesaran 10x, 40x dan 100x menggunakan minyak emersi.

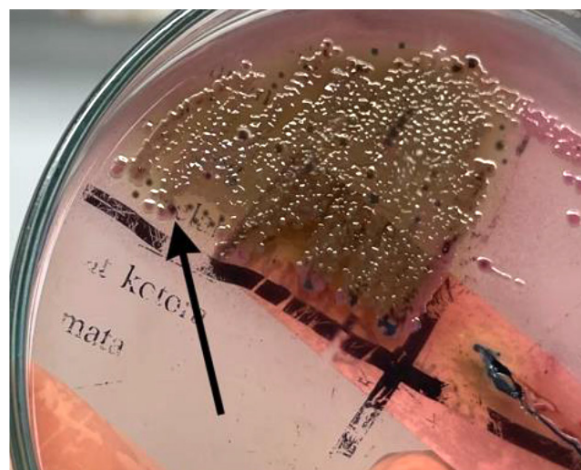
2.7. Uji Biokimia

Koloni terduga *Salmonella* sp. kemudian dilakukan pengujian katalase dengan cara *object glass* ditetaskan H₂O₂ dan dihomogenkan dengan isolat *Salmonella* sp. yang diambil dengan ose. Kemudian ditunggu beberapa menit hingga terjadi reaksi atau perubahan. Fermentasi karbohidrat dengan menggunakan media TSIA. Isolat diambil menggunakan ose, selanjutnya ditusukkan tegak lurus pada media dan digores pada permukaan media yang miring (*slant*). Kemudian tabung media TSIA diinkubasikan pada suhu 37 °C selama 24 jam. Pengujian *Sulfide Indole Motility* (SIM) dengan cara diambil isolat menggunakan ose, kemudian ditusukkan pada media SIM dan diinkubasikan pada suhu 37 °C selama 24 jam.

3. Pembahasan

3.1. Isolasi Sampel di Media *Salmonella Shigella Agar*

Sampel yang digunakan adalah swab kloaka yang diinokulasi pada media, terlihat adanya koloni terlihat bulat, transparan, dan terdapat bercak hitam (**Gambar 3**). *Salmonella* sp. berkembang dalam medium SSA, menunjukkan adanya koloni berbentuk bulat, tekstur halus, mengkilat, dengan pinggiran rata, serta memiliki inti berwarna hitam^[5]. Pigmen berwarna hitam pada koloni bakteri *Salmonella* sp. muncul karena kemampuan menghasilkan gas H₂S. Medium SSA memungkinkan pertumbuhan koloni yang berwarna hitam dan putih. Koloni berwarna putih menandakan bahwa bakteri tersebut berasal dari genus *Shigella*. Komponen utama SSA untuk selektivitasnya melibatkan laktosa, pepton, garam empedu, besi (III) sitrat, dan indikator retusal red. Prinsip dasar dalam diferensiasi jenis bakteri adalah kemampuan metabolisme mereka. Bakteri dari genus *Shigella* tidak mampu melakukan fermentasi laktosa, tidak menghasilkan gas H₂S, dan tidak memiliki enzim tiosulfat reduktase, sehingga koloni yang tumbuh akan berwarna putih atau tidak berwarna^[6].

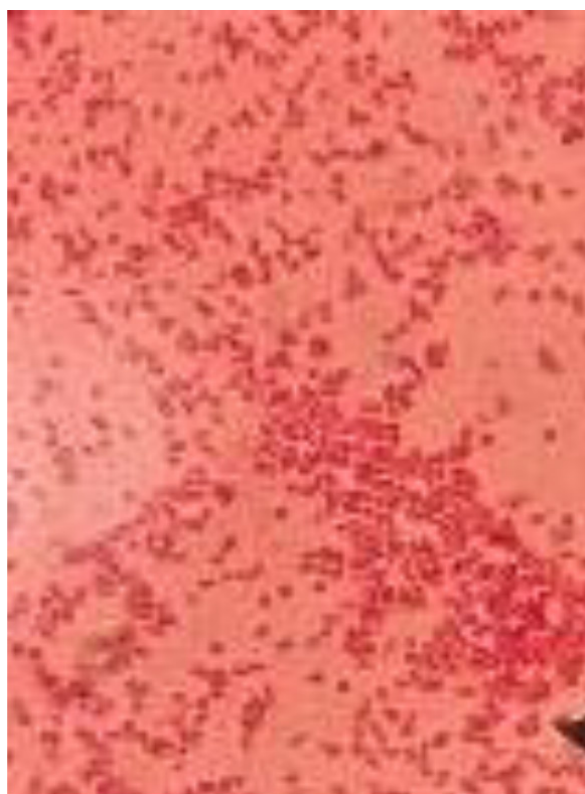


Gambar 3. Koloni *Salmonella* (↑) pada media SSA

3.2. Pengujian Gram

Hasil dari pengamatan mikroskopis, terlihat adanya ciri morfologi dari bakteri yang berbentuk *coccobacillus* dan berwarna merah muda seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 4**. *Salmonella* sp. merupakan bakteri Gram negatif berbentuk *coccobacillus* yang dicirikan berwarna merah muda setelah dilakukan pewarnaan gram^[7]. Hal ini karena

tingginya kandungan lipopolisakarida pada dinding selnya dan pada saat tahap *decolorizing* menggunakan alkohol 95%, lapisan lipopolisakarida kehilangan warna, karena larutan kristal violet yang digunakan pada pewarnaan pertama telah menempel pada lapisan lipopolisakarida. Pewarnaan kedua dengan safranin, warna merah dihasilkan menandakan secara mikroskopis bahwa bakteri tersebut termasuk dalam kategori Gram negatif^[8].



Gambar 4. Pembesaran 100x koloni bakteri setelah dilakukan pewarnaan Gram

3.3. Uji Katalase

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan pada uji katalase didapatkan hasil reaksi positif yang ditunjukkan dengan terbentuknya gelembung (**Gambar 5**). *Salmonella* sp. termasuk dalam kategori bakteri katalase positif. Bakteri yang memiliki sifat katalase positif, mengandung enzim katalase akan menguraikan hidrogen peroksida menjadi air dan oksigen. Ketika pereaksi katalase digunakan, akan terlihat produksi gelembung gas, menunjukkan keberadaan enzim katalase. Fungsi utama dari enzim katalase ini adalah untuk mengurai hidrogen peroksida, yang merupakan produk samping dari metabolisme sel bakteri, dan menyebabkan kerusakan pada organel-organel sel jika tidak diuraikan^[9].



Gambar 5. Hasil uji katalase

3.4. Uji TSIA

Berdasarkan hasil pemeriksaan uji TSIA, terlihat perubahan yang terjadi terhadap koloni bakteri, yakni media bagian *butt* warna kuning, *slant* berwarna merah dan munculnya endapan hitam (**Gambar 6**). TSIA agar mengandung laktosa dan sukrosa dengan konsentrasi 1%, glukosa sebanyak 0,1%, dan phenol red sebagai indikator yang menyebabkan perubahan warna dari merah orange menjadi kuning dalam suasana asam. Selain itu, TSIA juga mengandung natrium tiosulfat sebagai substrat untuk pembentukan H_2S , yang berwarna hitam untuk membedakan bakteri yang menghasilkan H_2S dengan bakteri lainnya. Semua bakteri *Salmonella* sp. memproduksi H_2S . Salah satu contoh adalah bakteri *S. typhimurium*, yang menunjukkan hasil positif dengan karakteristik berwarna kuning dan H_2S positif^[10,11]. Bagian media TSIA yang berbentuk *slant*, perubahan warna menjadi merah menunjukkan sifat basa bakteri tersebut, menandakan bahwa bakteri tersebut tidak melakukan fermentasi laktosa dan sukrosa. Bagian *butt* media, perubahan warna menjadi kuning

menandakan bahwa bakteri melakukan fermentasi glukosa. Terbentuknya gas, yang dapat terlihat dari pecahnya dan terangkatnya agar, merupakan hasil dari fermentasi H_2 dan $CO_2^{[8]}$.



Gambar 6. Hasil uji TSIA

3.5. Uji SIM

Berdasarkan pengamatan uji SIM menunjukkan hasil positif. Koloni terlihat tidak bergerak menjauh garis inokulasi, media SIM berubah menjadi warna hitam dan tidak terbentuk indol. Isolat bakteri *Salmonella* sp. tidak terbentuk indol dan media SIM berubah warna menjadi hitam (**Gambar 7**). *Salmonella* sp. menghasilkan respons positif dalam uji SIM dengan pertumbuhan bakteri yang merata disertai dengan pembentukan $H_2S^{[8]}$.

Tujuan dari uji SIM adalah menilai kemampuan pergerakan bakteri. Pergerakan (motilitas) bakteri dalam uji ini terlihat pada sekitar media yang ditusuk dengan ose, dan perubahan warna media SIM menjadi hitam^[12]. Terbentuknya warna hitam pada media disebabkan oleh reaksi H_2S dengan senyawa-senyawa dalam media SIM, membentuk logam sulfid yang memiliki warna hitam. Bakteri *Salmonella* sp. memiliki kemampuan menghasilkan residu sulfur, yang ditunjukkan oleh terbentuknya warna hitam pada media. *Salmonella* sp. merupakan bakteri yang tidak dapat memetabolisme *tryptophan*

dikarenakan *Salmonella* sp. tidak mempunyai enzim triptofanase, sehingga indol dan asam piruvat tidak akan terbentuk pada uji Indol^[13]. Keberadaan koloni yang teramati tidak bergerak menjauhi garis inokulasi tusuk mengindikasikan bahwa bakteri yang diuji bersifat non motil. *Salmonella* sp. yang bersifat non motil, seperti *S. pullorum* dan *S. gallinarum*. Sedangkan bakteri yang bersifat motil seperti *S. typhimurium* dan *S. hadar*^[14].



Gambar 7. Hasil uji SIM

Ayam yang terinfeksi ini mengalami gejala diare dan kehilangan nafsu makan yang disebabkan oleh infeksi *Salmonella* sp. yang masuk ke tubuh melalui makanan atau air yang terkontaminasi dan mencapai usus halus. Bakteri ini akan menempel pada sel epitel usus menggunakan pili dan flagel. Bakteri ini kemudian berkembang biak di dalam vakuola intraseluler dan menginduksi peradangan. Peradangan ini menyebabkan kerusakan pada mukosa usus yang meningkatkan permeabilitas dinding usus. Toksin *Salmonella* sp. akan merangsang sekresi ion klorida ke lumen usus yang diikuti oleh air. Hal ini yang menyebabkan diare^[15]. Salmonellosis merupakan infeksi yang dapat menyebabkan kematian baik pada hewan maupun manusia karena saluran cerna

yang terganggu. Salmonellosis ini disebabkan oleh *Salmonella* sp.^[16]. Unggas merupakan salah satu reservoir utama *Salmonella* sp. pada hewan dan merupakan sumber utama penyebab salmonellosis pada manusia yang ditularkan melalui makanan mengingat banyaknya konsumsi unggas sebagai bahan pangan asal hewan^[17]. Industri unggas dan kesehatan masyarakat menjadi paling terancam oleh infeksi *Salmonella* sp. karena infeksi ini merupakan salah satu penyakit paling berbahaya di dunia^[18]. Oleh sebab itu, penerapan langkah-langkah biosekuriti menjadi senjata penting untuk memerangi penularan *Salmonella* sp.^[19]. Langkah-langkah biosekuriti seperti sanitasi kandang, pengendalian lalu lintas ternak, desinfeksi peralatan kandang, imunisasi, *boot dips*, pembatasan akses ke kandang, dan pengendalian hewan liar seperti hewan pengerat (rodensia), lalat, dan tungau untuk mengurangi timbulnya penyebaran Salmonellosis^[20].

4. Kesimpulan

Hasil isolasi dan identifikasi bakteri dari swab kloaka ayam broiler merupakan *Salmonella* sp. Isolasi bakteri *Salmonella* sp. pada media SSA berwarna hitam dikarenakan *Salmonella* menghasilkan hidrogen sulfide (H₂S). Hasil pewarnaan gram didapat bakteri berbentuk coccobacillus dan bersifat gram negatif. Dengan hasil pengujian biokimia bersifat negatif pada uji Indol, menghasilkan H₂S, bersifat non motil, dan katalase positif. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut untuk mengetahui spesiesnya dan uji resistensi antibiotik, serta upaya pencegahan Salmonellosis yang dapat dilakukan.

Daftar Rujukan

- [1] **Boleng, DT.** 2015. Bakteriologi Konsep-Konsep Dasar. UMM Press. Malang.
- [2] **Andari S, Yudhayanti D.** 2022. Isolasi Dan Identifikasi *Salmonella* Sp Pada Daging Ayam Segar Yang Dijual Di Pasar Legi Ponorogo. Jurnal Delima Harapan. Vol 9 No 2. DOI <https://doi.org/10.31935/delima.v9i2.165>.
- [3] **Jawetz, Melnick and Adelberg.** 2017. Mikrobiologi Kedokteran. Edisi 27. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran, EGC.
- [4] **Sartika D., Susilawati., Arfani G.** 2016. Identifikasi cemaran *salmonella* sp. Pada Ayam Potong Dengan Metode Kuantifikasi Di Tiga Pasar Tradisional Dan Dua Pasar Modern Di Kota Bandar Lampung. Jurnal Teknologi Industri & Hasil Pertanian Vol. 21 No.2. DOI: <http://dx.doi.org/10.23960/jtihp.v21i2.89%20-%2096>.
- [5] **Jadhey S, Erina, Abrar M.** 2020. Deteksi *Salmonella* sp. pada Pempek yang Dijual di Sekitar Kampus Universitas Syiah Kuala. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner (JIMVET) Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Syiah Kuala Volume 4, Nomor 4: 107–113 E-ISSN: 2540-9492 September 2020. DOI: <https://doi.org/10.21157/jim%20vet..v4i4.14657>.
- [6] **Aini F.** 2018. Isolasi dan Identifikasi *Shigella* sp. Penyebab Diare pada Balita. Jurnal Bio-site. Vol. 04 No. 1, Mei 2018: 1–40. <https://doi.org/10.22437/bs.v4i1.5012>.
- [7] **Back DS, Shin GW, Wendt M, Heo GJ.** Prevalence of *Salmonella* spp. in pet turtles and their environment. Lab Anim Res. 32(3):166–170. doi: 10.5625/lar.2016.32.3.166.
- [8] **Amiruddin RR, Darniati, Ismail.** 2017. Isolasi Dan Identifikasi *Salmonella* Sp Pada Ayam Bakar Di Rumah Makan Kecamatan Syiah Kuala Kota Banda Aceh. JIMVET. 01(3): 265–274. ISSN: 2540-9492. DOI: <https://doi.org/10.21157/jim%20vet..v1i3.3152>.
- [9] **Shofia YR, Agustin ALD, Supriadi, Ningtyas NSI.** 2023. Deteksi Bakteri *Salmonella* sp pada Daging Ayam broiler yang Dijual di Pasar Rakyat Kota Mataram. Mandalika Veterinary Journal. Vol. 3 No. 1 April 2023. DOI : 10.33394/MVJ.V1I2.2021.1-6.
- [10] **Poojari K, Akhila DS, Mohan Raj JR, Santhosh KS, Kenjar A, Ashwath P.** Biocontrol of *Escherichia coli* and *Salmonella* in poultry meat using phage cocktail. Iran J Vet Res. 2022;23(3):270–274. doi: 10.22099/IJVR.2022.41490.6030.
- [11] **Safitri, Hidayati NA, Hertati R.** 2019. Prevalensi Bakteri *Salmonella* Pada Ayam Potong Yang Dijual Di Pasar Tradisional Pangkalpinang. Ekotonia: Jurnal Penelitian Biologi, Botani, Zoologi dan Mikrobiologi. Vol 4(1). DOI: <https://doi.org/10.33019/ekotonia.v4i1.1012>.
- [12] **Afriyani, Darmawi, Fakhurrazi, Z. H. Manaf, M. Abrar, dan Winaruddin.** 2016. Isolasi bakteri *Salmonella* sp pada feses anak ayam broiler di pasar Ulee Kareng Banda Aceh. Jurnal Medika Veterinaria. 10(1): 74–76. DOI: <https://doi.org/10.21157/j.med.vet..v10i1.4047>.
- [13] **Nikaido, E., Giraud, E., Baucheron, Sylvie., Yamasaki, S., Wiedemann, A., Okamoto K., Takagi, T., Yamaguchi, A., Cloeckert, A. dan Nishino, K.** 2012. Effects of indole on drug resistance and virulence of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium revealed by genome-wide analyses, Gut Pathog, 4:5. doi: 10.1186/1757-4749-4-5.
- [14] **Ditjennakkeswan (Direktorat Jendral Peternakan dan Kesehatan Hewan).** 2014. Manual Penyakit Hewan Mamalia, Jakarta, Kementerian Pertanian.
- [15] **Kusumaningsih A.** 2011. Patogenisitas *Salmonella Enterica* Serotipe *Enteridis* Isolat Lokal pada Anak Ayam dan Mencit. Balai Besar Penelitian Veteriner. Berita Biologi 10(4).
- [16] **Rizki, R. P., Arifin, M. Z., & Aini, I.** 2022. Identification of *Salmonella* sp. Bacterial Contamination in Broiler Chicken at Pon Market, Jombang Regency. *Medicra (Journal of Medical Laboratory Science/Technology)*, 5(1), 6-10. <https://doi.org/10.21070/medicra.v5i1.1621>.

- 17] **Shaji S, Selvaraj RK, Shanmugasundaram R.** 2023. *Salmonella* Infection in Poultry: A Review on the Pathogen and Control Strategies. *Microorganisms*. Nov 20;11(11):2814. doi:10.3390/microorganisms11112814. PMID: 38004824; PMCID: PMC10672927.
- 18] **El-Saadony, M.T., Salem, H. M., El-Tahan, A. M., Abd El-Mageed, T. A., Soliman, S. M., Khafaga, A. F., Swelum, A. A., Ahmed, A. E., Alshammari, F. A., & Abd El. Hack, M.E.** 2022. The Control of Poultry Salmonellosis using Organic Agents: An Updated Overview. *Poultry Science* 101 (4), p 101716. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2022.101716>.
- 19] **Fraser R.W., Williams N.T., Powell L.F., Cook A.** Reducing *Campylobacter* and *salmonella* infection: Two studies of the economic cost and attitude to adoption of on-farm biosecurity measures. *Zoonoses Public Health*. 2010;57:e109–e115. doi: 10.1111/j.1863-2378.2009.01295.x.
- 20] **Gosling R.J., Martelli F., Wintrip A., Sayers A.R., Wheeler K., Davies R.H.** Assessment of producers' response to *Salmonella* biosecurity issues and uptake of advice on laying hen farms in England and Wales. *Br. Poult. Sci.* 2014;55:559–568. doi: 10.1080/00071668.2014.949620.