

Kejadian *Streptococcus suis* pada Babi yang Dipotong di Rumah Pematongan Hewan untuk Babi di Denpasar

(*STREPTOCOCCUS SUIIS CASES IN SLAUGHTERED PIGS AT THE PIGS SLAUGHTEREDHOUSE IN DENPASAR*)

I Nengah Kerta Besung¹, Kadek Karang Agustina²,
I Gusti Ketut Suarjana¹, Ni Ketut Suwiti³,
I Gusti Ngurah Kade Mahardika¹

¹Departemen Ilmu Penyakit Hewan,

²Departemen Kesehatan Masyarakat Veteriner,

³Departemen Ilmu Dasar Veteriner,

Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Udayana

Jl Sudirman, Sanglah, Denpasar., Bali, Indonesia 80234

Email: kerta_besung@unud.ac.id

ABSTRACT

Streptococcosis cause by *Streptococcus suis* is an important bacterial disease because it has zoonotic potential and is capable of causing serious outbreaks in both pigs and humans. The main symptoms are meningitis, deafness, inflammation of the eyes to blindness. This study aims to find the presence of *S. suis* bacteria infection on slaughtered pigs in Denpasar. A total of 200 pig tonsils were taken as samples with 20 sampling times. Each sampling was taken 10 samples. The samples were grown on 5% sheep blood agar then followed by Gram staining, oxidase, coagulase, and catalase test. Suspected positive results in each collection were continued with the Polymerase Chain Reaction primers SSRecN-F and SSRecN-R tests. The results of testing on 200 samples of pig tonsils showed that 2.5% of samples were positive for *S. suis*. Based on the results of the study, it can be concluded that the sample of pig tonsils from the pig slaughterhouse in Denpasar was infected with *S. suis*.

Keywords: *Streptococcus suis*; pig; tonsils; infectious.

ABSTRAK

Streptokokosis yang disebabkan oleh *Streptococcus suis* merupakan penyakit bakteri yang memiliki arti penting karena berpotensi zoonotik dan mampu menimbulkan wabah serius baik pada babi maupun manusia. Gejala utamanya adalah meningitis, ketulian, peradangan pada mata hingga kebutaan. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan adanya infeksi *S. suis* pada babi-babi yang dipotong di Rumah Pematongan Hewan khusus babi di Denpasar. Sebanyak 200 sampel tonsil babi diambil dengan 20 kali pengambilan. Setiap pengambilan sampel diambil sebanyak 10 sampel. Sampel ditumbuhkan pada *sheep blood agar* 5%, pewarnaan Gram, uji katalase, oksidase, dan koagulase. Hasil yang dicurigai pada masing-masing pengambilan dilanjutkan dengan uji *Polymerase Chain Reaction* primer *SSRecN-F* dan *SSRecN-R*. Hasil pengujian terhadap 200 sampel tonsil babi didapatkan sebanyak 2,5% sampel positif terinfeksi *S. suis*. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa sampel tonsil babi yang dipotong di Rumah Pematongan Hewan khusus babi di Denpasar terinfeksi *S. suis*.

Kata-kata kunci: *Streptococcus suis*; babi; tonsil; infeksius

PENDAHULUAN

Streptococcus suis (*S. suis*) merupakan bakteri yang menyebabkan penyakit pada babi dan memiliki arti penting karena berpotensi zoonosis dan mampu menimbulkan wabah serius baik pada babi maupun manusia. Gejala utamanya adalah meningitis atau gejala syaraf lainnya seperti ketulian,

keradangan pada mata hingga kebutaan (Zhang *et al.*, 2020). Kejadian kasus *S. suis* pada manusia telah dilaporkan berjangkit di Bali. Penyakit ini menimbulkan kedaruratan neurologis dengan tingkat kematian yang tinggi. Sebanyak 71 kasus di Bali pada tahun 2014-2017 yang dicurigai, didapatkan 44 kasus terkonfirmasi positif *S. suis* dan 29 isolat serotype 2 (Susilawathi *et al.*, 2019).

Umumnya infeksi *S. suis* ini ditandai dengan meningitis. Gejala klinis lainnya yang nampak yaitu demam (92,3%), mialgia (46,1%), leher kaku (25,6%), nyeri kepala (23,1%), dan mual/muntah (20,5%) (Rahman *et al.*, 2020). Kejadian Streptokokosis pada manusia berhubungan erat dengan infeksi pada babi. Di Hongkong, sebanyak 25 orang terinfeksi streptokokosis berkaitan dengan kasus infeksi *S. suis* pada babi (Kay *et al.*, 1995). Kejadian tingginya infeksi kasus Streptokokosis pada manusia di Pulau Bali berkaitan erat dengan kontak langsung dengan babi atau mengonsumsi makanan yang berasal dari babi (Tarini *et al.*, 2022).

Babi merupakan sumber utama penularan *S. suis* ke manusia. Pada babi, penyakit ini menimbulkan demam, penurunan nafsu makan, kelemahan dan kepingangan. Adanya infeksi pada babi ini sering menimbulkan kematian. Anak babi yang mampu bertahan dapat mengalami lesi permanen seumur hidupnya dan mengganggu pertumbuhannya. Besung *et al.* (2019) melaporkan bahwa dari 30 kasus terduga Streptokokosis pada babi, sebanyak delapan isolat terkonfirmasi positif *S. suis*. Infeksi ini menimbulkan lesi patologis pada babi seperti endokarditis, perikarditis, bronkopneumonia, enteritis, dan glomerulonefritis. Sel inflamasi yang dominan adalah neutrofil dan makrofag.

Minimnya informasi tentang kejadian *S. suis* di Bali mengakibatkan sulitnya deteksi bakteri dan diagnosis penyakit, sehingga pencegahan dan penanganannya cenderung tidak tepat sasaran. Dicurigai bahwa daging babi merupakan sumber utama penularan infeksi ke manusia maupun ke babi lainnya. Banyak kasus sudah dilaporkan bahwa babi yang dipotong berperan sebagai pembawa streptokokus (Calsteren *et al.*, 2016; Dutkiewicz *et al.*, 2018). Deteksi dini terhadap adanya babi yang membawa agen infeksi streptokokosis merupakan cara paling ampuh untuk menekan kejadian penyakit pada hewan dan manusia (Feng *et al.*, 2014). Beredarnya daging babi di pasaran yang terinfeksi streptokokosis dapat menyebabkan penyebaran penyakit sulit dikendalikan. Dengan demikian deteksi streptokokosis pada babi yang dipotong di rumah pemotongan hewan untuk babi perlu dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengungkap keberadaan infeksi *S. suis* pada babi-babi yang disembelih di Rumah Potong Hewan khusus babi di Kota Denpasar

METODE PENELITIAN

Sebanyak 200 sampel tonsil babi diambil dari 200 ekor babi diambil di rumah pemotongan hewan untuk babi di Kota Denpasar, melalui 20 kali pengambilan. Setiap pengambilan sampel diambil sebanyak 10 sampel, dan babi tersebut berasal dari daerah Kabupaten Karangasem, Gianyar, Singaraja, Badung, dan Denpasar, Provinsi Bali. Sampel organ tonsil dibawa ke laboratorium untuk pengujian lebih lanjut.

Isolasi Kuman dan Pewarnaan Gram

Sampel ditumbuhkan pada media *Sheep Blood Agar* (5%) dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 18-24 jam (Besung *et al.*, 2019). Selanjutnya dilakukan pewarnaan Gram, uji oksidase, koagulase dan uji katalase menurut Higgins dan Gottschalk (1990). Koloni yang dicurigai sebagai kuman *S. suis* ditumbuhkan pada *Tryptic Soy Broth* (TSB) (Sigma Aldrich MFCD00132536) dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 18-24 jam. Senyawa DNA asal bakteri diisolasi menggunakan 10% *chelex*-100 (Biorad).

Uji Polymerase Chain Reaction

Identifikasi secara biologi molekuler melalui metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR) dengan primer DNA *recombination/repair protein* (*recN*) karena gen *recN* memiliki tingkat kesamaan yang rendah pada spesies lain dan mampu membandingkan subspecies *Streptococcus* dibandingkan gen lainnya (Glazunova *et al.*, 2010; Ishida *et al.*, 2014). Uji PCR dilakukan dengan mencampurkan ke dalam tabung PCR 0,2 mL sebanyak 2 µL H₂O (Promega), 5 µL *Master Mix* (Promega) (mengandung 0,2 mM dNTP, 1,6 mM MgSO₄, buffer dan tag polymerase), sepasang primer dengan volume masing-masing primer 1 µL (10 mM), 1 µL DNA cetakan, sehingga total volumenya menjadi 10 µL. Primer yang digunakan yaitu SSRecN-F dengan sekuen 5'-CTACAAACAGTCCTCTTCT-3' dan primer SSRecN-R dengan sekuen 5'-ACAACAGCCAATTCATGGCGTCATT-3'. Campuran tadi kemudian dimasukkan ke dalam mesin *Termocycler* yang telah diprogram dengan kondisi predenaturasi 94°C selama 5 menit, denaturasi 94°C selama 1 menit, *annealing* 50°C selama 1 menit, ekstensi 72°C selama 1 menit, siklus kemudian diulang dari tahapan ke-2 sampai tahapan ke-4 sebanyak 35 kali. Final ekstensi pada suhu 72°C selama 7 menit, dan suhu 22°C. Kemudian diambil dari mesin *thermocycler* dan disimpan pada *freezer*.

Elektroforesis

Untuk mengetahui hasil uji PCR maka dilakukan elektroforesis. Sebelum dilakukan elektroforesis maka terlebih dahulu dibuat media elektroforesis berupa gel agarose 1% (melarutkan 1 g agarose dengan 100 mL 1x TAE). Larutan kemudian dipanaskan sampai mendidih dan menjadi bening. Sebanyak 3 μ L *etidium bromide* ditambahkan ke dalam larutan. Larutan kemudian dicetak pada cetakan agar. Setelah mengeras gel agarose diletakkan ke dalam mesin elektroforesis yang telah mengandung TAE 1x. Produk hasil RT-PCR sebanyak 4 μ L ditambahkan dengan 1 μ L 10x Bluejuice™ *Gel Loading Buffer* (Invitrogen). Lubang pertama pada gel agarose dimasukan 100 bp DNA ladder (Invitrogen), lubang selanjutnya dimasukan DNA hasil amplifikasi. Mesin elektroforesis kemudian diberi tegangan 100 v selama 30 menit. Visualisasi DNA dilakukan dengan meletakkan gel agarose di atas *UV Transluminator*. Hasil positif ditandai dengan adanya pita yang sejajar dengan pita kontrol positif. Panjang DNA yang teramplifikasi dapat diketahui dengan membandingkan antara pita yang timbul dan *marker* berupa 350 bp DNA ladder. Hasil elektroforesis kemudian didokumentasikan menggunakan kamera digital.

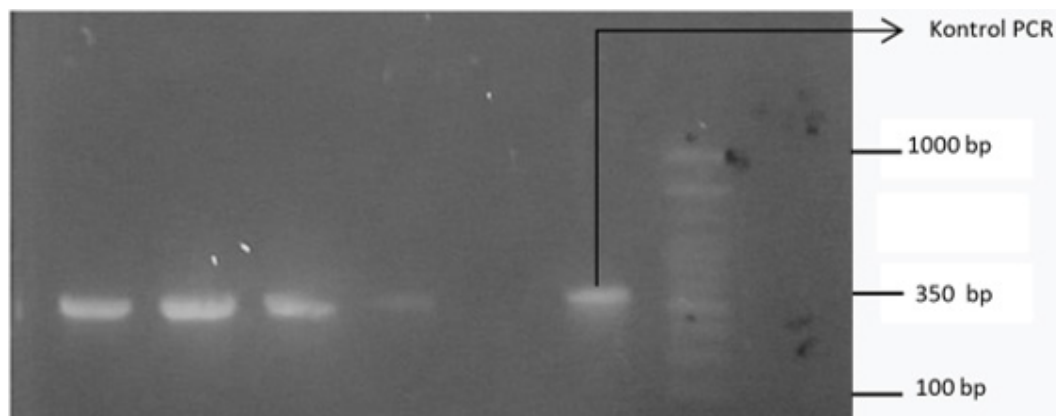
Analisis Data

Analisis data dilakukan berdasarkan hasil pewarnaan Gram dan uji PCR. Positif *S. suis* ditandai dengan adanya pita/*band* tunggal pada uji PCR dengan target panjang basa nukleotida 350 bp. Jumlah isolat yang positif *S. suis* pada masing-masing pengambilan sampel ditabulasikan, selanjutnya dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bakteri *S. suis* pada media *Sheep blood agar* menunjukkan koloni kecil bersifat alfa hemolitik. Pada pewarnaan Gram terlihat bakteri ini bersifat Gram positif, berbentuk bulat dengan susunan rantai pendek atau ganda. Pada uji katalase, koagulase dan oksidase hasilnya negatif. Bakteri *S. suis* terdiri atas 35 serotipe, dengan serotipe-2 bersifat paling virulen dan zoonosis. Bakteri ini bersifat fakultatif anaerobik dan tumbuh baik pada *Sheep blood agar*, bersifat Gram positif yang berorientasi pada rantai dengan panjang yang bervariasi (Goyette-Desjardinet *al.*, 2014; Hughes *et al.*, 2009). Pada *Sheep blood agar*, *S. suis* menghasilkan alfa hemolisis dan katalase negatif (Gottschalk, 2010). Bakteri ini berbentuk bulat, tunggal, berpasangan maupun tersusun dalam bentuk rantai panjang, koloni tumbuh seperti titik-titik embun pada permukaan media kultur, tumbuh baik pada kondisi mikroaerofilik atau fakultatif anaerob dan bersifat alfa hemolitik (Okura *et al.*, 2019)). Tes katalase adalah tes yang sangat penting digunakan untuk membedakan bakteri Gram positif stafilokokus atau streptokokus. Uji katalase merupakan uji enzim yang mengubah hidrogen peroksida menjadi air dan gas oksigen. *Staphylococcus spp.*, dan *Micrococcus spp.*, bersifat katalase positif, sedangkan *Streptococcus spp.*, dan *Enterococcus spp.*, bersifat katalase negatif (Fortin *et al.*, 2003).

Kuman *S. suis* menunjukkan pita tunggal dengan uji PCR primer *recN* pada 350 bp (Gambar 1). Gen *recN* telah terbukti memiliki tingkat kesamaan yang lebih rendah pada tingkat spesies dan nilai divergensi yang lebih tinggi pada tingkat subspecies dibandingkan



Gambar 1. Hasil uji *Polymerase Chain Reaction* bakteri *Streptococcus.suis* dari tonsil babi dengan primer *recN*

gen lainnya (Glazunova *et al.*, 2010). Analisis urutan *recN* mengungkapkan kesesuaian lengkap dengan hasil reasosiasi DNA-DNA, sehingga gen *recN* dapat menjadi target yang cocok untuk deteksi cepat *S. suis*. Uji dengan PCR *recN* menjadi alat yang berguna untuk identifikasi *S. suis*. Lebih lanjut dibandingkan dengan metode baru yaitu menargetkan gen protein rekombinasi atau perbaikan dari *recN*. Hasilnya menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan dalam spesifitasnya. Uji *recN* PCR memberikan hasil yang dapat diandalkan terhadap galur/*strain* bakteri dan isolat *S. suis*, sehingga dapat digunakan dalam studi epidemiologi (Ishida *et al.*, 2014).

Hasil uji PCR menunjukkan sebanyak lima sampel (2,5%) terkonfirmasi positif *S. suis* dari 200 sampel yang diperiksa. Hasil ini menandakan keberadaan *S. suis* pada babi yang dipotong. Keberadaan kuman ini dapat mengancam populasi babi lainnya maupun mengancam keselamatan manusia. Peredaran daging yang terinfeksi *S. suis* dapat membahayakan populasi babi pada suatu peternakan babi. Kuman ini dapat menyebar ke lingkungan melalui limbah daging maupun hasil bilasan daging yang tercemar. Selanjutnya dapat mencemari lingkungan dan jika kontak dengan babi maka babi tersebut dapat terinfeksi kuman *S. suis*.

Angka kejadian streptokokosis secara pasti pada babi di Bali belum ada laporan resmi, walaupun kejadiannya sudah sering dilaporkan hampir di seluruh Pulau Bali. Penyebaran penyakit tidak hanya terbatas di Pulau Bali tetapi sudah menyebar ke beberapa daerah seperti Sulawesi Selatan, Pare-pare, Papua, Pulau Flores, Pulau Sumba dan daerah lainnya. Gejala yang muncul dari kasus ini adalah kebengkakan

pada sendi karpa kaki depan atau sendi tarsal kaki belakang. Kebengkakan ini umumnya bersifat tunggal, tetapi dapat juga terserang lebih dari satu kaki. Suhu tubuh meningkat disertai menurunnya napsu makan. Kadang-kadang disertai dengan konstipasi, dan jika penyakit berlanjut ditandai dengan kelumpuhan dan babi terlihat tidak mampu berdiri. Gambaran darah babi yang terinfeksi *S. suis* menunjukkan neutrofilia dan eosinofilia pada hari ke tiga dan terjadi anemia hipohaemoglobinemia terjadi pada hari ke-14 (Wiliantari *et al.*, 2022).

Penyebaran infeksi juga bisa menyerang ternak lainnya seperti sapi, domba, kambing, kuda, dan anjing. Bakteri *S. suis* merupakan salah satu bakteri patogen pada babi yang paling penting yang memengaruhi anak babi setelah disapih, terutama menyebabkan meningitis, radang sendi dan kematian mendadak. Kondisi ini tidak hanya mengakibatkan kerugian ekonomi yang tinggi tetapi juga menimbulkan kekhawatiran atas kesejahteraan hewan dan resistansi antimikrob. Bakteri *S. suis* tetap menjadi agen zoonosis penting di beberapa negara. Bakteri *S. suis* dapat bertahan di dalam tubuh sebagai flora normal saluran pernapasan bagian atas dan sewaktu-waktu dapat menimbulkan infeksi (Obradovic *et al.*, 2021).

Besung *et al.* (2019) melaporkan berhasil mengisolasi dan mengidentifikasi *S. suis* pada babi di Bali. Sampel yang diambil berdasarkan gejala klinis menunjukkan demam, lemas, malas bergerak dan jika berjalan terlihat pincang. Sebanyak 30 sampel yang diuji didapatkan delapan sampel yang positif setelah dikonfirmasi dengan uji PCR dan sekuensing fragmen gen glutamat dehidrogenase (GDH) dan protein rekombinasi/perbaikan (*recN*). Sebanyak dua kasus dikategorikan serotipe-2 atau 1/2. Lesi histopatologis yang menonjol pada kasus yang dikonfirmasi adalah meningitis, endokarditis, perikarditis, bronkopneumonia, enteritis, dan glomerulonefritis. Sel inflamasi yang dominan adalah neutrofil dan makrofag. Infeksi *S. Suis* tidak hanya menyerang babi, infeksi juga terjadi pada sapi (Okwumabua *et al.*, 2017), pada domba (Muckle *et al.*, 2014), dan pada kucing (Ruggeri *et al.*, 2019).

Penularan ke manusia terjadi melalui kontak dekat atau langsung dengan babi dan produk babi yang terinfeksi. Penularan ini bisa terjadi di peternakan babi maupun di tempat rumah pemotongan hewan. Penularan ke manusia juga sering terjadi akibat mengkonsumsi daging yang tidak dimasak

Tabel. Hasil Uji Polymerase Chain Reaction primer *recN* pada masing-masing pengambilan sampel

No Pengambilan	Hasil	No Pengambilan	Hasil
1	1/10	11	0/10
2	0/10	12	0/10
3	0/10	13	0/10
4	1/10	14	1/10
5	0/10	15	0/10
6	0/10	16	0/10
7	0/10	17	0/10
8	1/10	18	0/10
9	0/10	19	1/10
10	0/10	20	0/10

Persentase positif 2,5%

sempurna (van de Beeket *et al.*, 2008; Huang *et al.*, 2019). Manusia dapat terancam terinfeksi *S. suis* jika mengalami kontak langsung dengan babi seperti di peternakan babi, pekerja rumah pemotongan hewan, kuli pengangkut babi, dan tukang daging. Infeksi umumnya terjadi melalui kulit yang terluka atau terinfeksi (Tarradas *et al.*, 2021). Masuknya bakteri melalui luka lecet pada kulit bisa membuat masa inkubasi menjadi lebih singkat. Bakteri ini juga dapat masuk ke tubuh melalui selaput lendir mulut dan hidung (Hlebowiczet *et al.*, 2019).

Susilawati *et al.* (2019), melaporkan kejadian pada manusia yang terinfeksi *S. suis* antara periode tahun 2014–2017 di Bali. Dari 71 kasus, 44 dikonfirmasi sebagai *S. suis*; 29 isolat adalah serotipe-2. Rata-rata usia pasien adalah 48,1 tahun, dan 89% pasien adalah laki-laki. Sebagai agen yang bersifat zoonosis, kasus infeksi akibat *S. suis* juga sering dilaporkan di beberapa negara. Pada manusia penyakit ini menimbulkan gejala meningitis. Gambaran meningitis umumnya mirip dengan meningitis bakteri piogenik lainnya seperti nyeri kepala, demam, muntah, dan tanda-tanda meningeal (Hughes *et al.*, 2009). Adanya kasus *S. suis* di Bali diakibatkan karena masyarakat Bali mengkonsumsi makanan tradisional mengandung babi mentah dan darah (Tarini *et al.*, 2022), sehingga keberadaan kuman *S. suis* pada daging patut diwaspadai. Tindakan sanitasi dalam mengelola peternakan babi perlu ditingkatkan sehingga kejadian infeksi *S. suis* dapat ditekan. Kejadian *S. suis* dapat bersifat sub klinis, maka dari itu proses seleksi babi yang akan dipotong harus diperiksa secara cermat agar daging yang beredar bebas kuman *S. suis*.

SIMPULAN

Tonsil babi-babi yang disembelih di Rumah Pemotongan Hewan untuk babi di Denpasar terinfeksi *S. suis* dan terkonfirmasi positif sebanyak 2,5%.

SARAN

Perlu pemeriksaan kesehatan yang cermat terhadap babi-babi yang akan dipotong, sehingga daging babi bebas dari kuman *S. suis* dan perlu dikembangkan *kit* diagnostik agar dapat mendeteksi kasus Streptokokosis menjadi lebih mudah khususnya pada kejadian yang bersifat sub klinis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Pemerintah Republik Indonesia melalui Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Udayana atas pendanaan penelitian ini yang telah diberikan dengan nomer kontrak: B/136-27/UN14.4A/PT.01.05/2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Besung INK, Suarjana IGK, Aguslina KK, Winaya IBO, Suharsono H, Suwiti NK, And Mahardika IGK. 2019. Isolation and identification of *Streptococcus suis* from sick pigs in Bali, Indonesia. *BMC Research Notes* 12(759).
- Calsteren MRV, Goyette-Desjardins G, Gagnon F, Okura M, Takamatsu D, Roy R, Gottschalk M, Segura M. 2016. Explaining the Serological Characteristics of *Streptococcus suis* Serotypes 1 and 1/2 from Their Capsular Polysaccharide Structure and Biosynthesis. *Journal of Biological Chemistry* 291(16): 8387-8398
- Dutkiewicz J, Zajac V, Sroka J, Wasinski B, Cisak E, Sawczyn A, Kloc A, Wojcik-Fatla A. 2018. *Streptococcus suis*: a re-emerging pathogen associated with occupational exposure to pigs or pork products. Part II – Pathogenesis. *Ann Agric Environ Med* 25(1): 186-203
- Feng Y, Zhang H, Wu Z, Wang S, Cao M, Hu D, Wang C. 2014. *Streptococcus suis* infection: an emerging/reemerging challenge of bacterial infectious diseases?. *Virulence* 5(4): 477-97
- Fortin M, Messier S, Paré J, Higgins R. 2003. Identification of Catalase-Negative, Non-Beta-Hemolytic, Gram-Positive Cocci Isolated from Milk Samples. *J Clin Microbiol* 41(1): 106–109.
- Glazunova OO, Raoult D, Roux V. 2010. Partial *recN* gene sequencing: a new tool for identification and phylogeny within the genus *Streptococcus*. *Int J of Systematic and Evolutionary Microbiology* 60: 2140–2148
- Gottschalk M, Xu J, Calzas C, Segura M. *Streptococcus suis*. 2010. *Future Microbiology* 5(3): 371-391.

- Goyette-Desjardins G, Auger JP, Xu J, Segura M, Gottschalk M. 2014. *Streptococcus suis*, an important pig pathogen and emerging zoonotic agent—an update on the worldwide distribution based on serotyping and sequence typing. *Emerging Microbes Infections* 3(e45): 1-20.
- Hlebowicz M, Jakubowski P, Smiatacz T. 2019. *Streptococcus Suis* Meningitis: Epidemiology, Clinical Presentation and Treatment. *Vector Borne Zoonotic Dis* 19(8): 557-562
- Higgins R, Gottschalk M, Mittal KR, Beaudoin M. 1990. Streptococcus suis infection in swine. A sixteen month study. *Can J Vet Res* 54(1): 170-173
- Huang J, Sun J, Wu Y, Chen L, Duan D Lv X, Wang L. 2019. Identification and pathogenicity of an XDR *Streptococcus suis* isolate that harbours the phenicol-oxazolidinone resistance genes *optrA* and *cfr*, and the bacitracin resistance locus *bcrABDR*. *Int J Antimicrob Agents* 54(1), 43-48.
- Hughes JM, Wilson ME, Wertheim HFL, Nghia HDT, Taylor W, Schultz C. 2009. *Streptococcus suis*: An Emerging Human Pathogen. *Clinical Infectious Diseases*: 48(5): 617–625
- Ishida S, Tien LHT, Osawa R, Tohya M, Nomoto R, Kawamura Y, Takahashi T, Kikuchi N, Kikuchi K, Sekizaki T. 2014. Development of an appropriate PCR system for the reclassification of *Streptococcus suis*. *J of Microbiol. Methods*, 107: 66-70
- Kay R, Cheng AF, Tse CY. 1995. Streptococcus suis infection in Hong Kong. *QJM* 88(1): 39-47
- Muckle A, López A, Gottschalk M, López-Méndez C, Giles J, Lund L, Saab M. 2014. Isolation of *Streptococcus suis* from 2 lambs with a history of lameness. *Canada Vet J* 55(10): 946–949.
- Obradovic MR, Segura M, Segalés J, & Gottschalk M. 2021. Review of the speculative role of co-infections in *Streptococcus suis*-associated diseases in pigs. *Veterinary Research* 5249.
- Okura M, Maruyama F, Ota A, Tanaka T, Matoba Y, Osawa A, Sadaat SM, Osaki M, Toyoda A, Oguran Y, Hayashi T, Takamatsu D. 2019. Genotypic diversity of *Streptococcus suis* and the *S. suis*-like bacterium *Streptococcus ruminantium* in ruminants. *Vet Res* 5094
- Okwumabua O, Peterson H, Hsu H, Bochsler P, Behr M. 2017. Isolation and partial characterization of *Streptococcus suis* from clinical cases in cattle. *J of Veterinary Diagnostic Investigation* 29(2) 160–168
- Rahman MT, Sobur MA, Islam MS, Levy S, Hossain MJ, Zowalaty MEE, Taufiqer Rahman AAMT, Ashour HM. 2020. Zoonotic Diseases: Etiology, Impact, and Control. *Microorganisms* 8(9): 1405
- Ruggeri, M., Paitan Y, Chai O, Shamir MH, Aroch I. 2019. Case Report: Spinal Meningitis Associated with *Streptococcus suis* Infection in a Cat. *Israel Journal of Veterinary Medicine* 74 (3): 155-160.
- Susilawathi NM, Tarini NMA, Fatmawati NND, Mayura PIB, Suryaprabha AAA, Subrata M, Sudewi AAR Mahardika GN. 2019. *Streptococcus suis*-Associated Meningitis, Bali, Indonesia, 2014-2017. *Emerg Infect Dis* 25(12): 2235-2242.
- Tarini NMA, Susilawathi NM, Sudewi AAR, Soejitno A, Fatmawati NND, Mayura IPB, Lestari AAW, Suputra G, Subrata IK, Astiti CISD, Besung INK, Mahardika IGN. 2022. A large cluster of human infections of *Streptococcus suis* in Bali, Indonesia. *One Health* 14(2022) 100394
- Tarradas C, Luque I, de Andres D, Abdel-Aziz Shahein YE, Pons P, Gonzalez F, Perea A. 2001. Epidemiological relationship of human and swine *Streptococcus suis* isolates. *J Vet Med B Infect Dis Vet Public Health* 48(5): 347-355.
- van de Beek D, Spanjaard L, de Gans J. 2008. Streptococcus Suis Meningitis in the Netherlands. *J Infect* 57(2): 158-161.
- Wiliantari P, Besung INK, Mahardika IGNK. 2022. Gambaran darah pada babi yang diinfeksi *Streptococcus suis* secara intranasal dan intravena. *Buletin Veteriner Udayana* 14(3): 280-286.
- Zhang X, Wu Z, Wang K. 2020. Diagnosis of *Streptococcus suis* Meningoencephalitis with metagenomic next-generation sequencing of the cerebrospinal fluid: a case report with literature review. *BMC Infectious Diseases* 20: 884.