

TINJAUAN SISTEMATIS DAN META-ANALISIS: KONTAMINASI BAKTERI PATOGEN PADA DAGING SAPI DAN PRODUK OLAHANNYA

ASEP FIRMAN NUGRAHA



**PROGRAM STUDI MAGISTER KEAMANAN PANGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN
BOGOR
2025**



— Bogor Indonesia —

IPB University

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA LIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Tinjauan Sistematis dan Meta-analisis: Kontaminasi Bakteri Patogen pada Daging Sapi dan Produk Olahannya” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2025

Asep Firman Nugraha
F2503231013

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

ASEP FIRMAN NUGRAHA. Tinjauan Sistematis dan Meta-analisis: Kontaminasi Bakteri Patogen pada Daging Sapi dan Produk Olahannya. Dibimbing oleh WINIATI P. RAHAYU dan AZIS BOING SITANGGANG

Keamanan pangan merupakan isu global yang sangat penting karena berdampak langsung pada kesehatan masyarakat dan stabilitas sosial-ekonomi. Salah satu ancaman serius adalah kontaminasi bakteri patogen pada produk hewani seperti daging sapi, yang dapat menimbulkan kasus keracunan pangan. Di Indonesia, konsumsi daging sapi terus mengalami peningkatan, sehingga diperlukan strategi pencegahan kontaminasi yang komprehensif. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis prevalensi serta konsentrasi kontaminasi bakteri patogen pada daging sapi dan olahannya di Indonesia dan secara global dengan menggunakan pendekatan tinjauan sistematis dan meta-analisis. Studi dilakukan dengan menelaah literatur dari berbagai *database* bereputasi seperti *Scopus*, *PubMed*, *Wiley*, *Crossref*, dan *Wase Uake Research Collaboration Tools* menggunakan kriteria inklusi dan eksklusi yang ketat. Proses seleksi mengikuti pedoman PRISMA 2020 dan kualitas artikel dinilai menggunakan *Checklist for Prevalence Studies* dari JBI. Risiko bias divisualisasikan melalui *robvis*. Dari 10.640 artikel yang teridentifikasi, 186 memenuhi kriteria inklusi dengan 350 studi dan menunjukkan risiko bias rendah. Analisis meta dilakukan menggunakan model *random-effects* dengan penyesuaian *Hartung-Knapp* dan transformasi *Freeman-Tukey double arcsine*. Hasil menunjukkan prevalensi global kontaminasi bakteri patogen pada daging sapi dan produk olahannya sebesar 14,05% dengan *Staphylococcus aureus* sebagai patogen dominan (20,31%), diikuti *Clostridium perfringens* (16,24%) dan *Listeria monocytogenes* (14,46%). Di Indonesia, prevalensi tercatat sebesar 4,47%. Produk olahan daging sapi menunjukkan tingkat kontaminasi yang lebih rendah (13,60%) dibandingkan dengan daging sapi (14,14%). Pada penelitian ini tidak ditemukan indikasi bias publikasi yang signifikan pada *funnel plot*. Temuan ini menyoroti perlunya strategi mitigasi yang komprehensif dari hulu ke hilir untuk menekan risiko kontaminasi. Hasil penelitian diharapkan menjadi rujukan dalam penguatan kebijakan keamanan pangan dan sistem pengawasan mikrobiologis, serta mendukung pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs).

Kata kunci: bakteri patogen, daging sapi, keamanan pangan, meta-analisis, tinjauan sistematis

ABSTRACT

ASEP FIRMAN NUGRAHA. Systematic Review and Meta-analysis: Pathogenic Bacterial Contamination in Beef and its Processed Products. Supervised by WINIATI P. RAHAYU and AZIS BOING SITANGGANG

Food safety is a crucial global issue because it has a direct impact on public health and socioeconomic stability. One of the main problems is the contamination of pathogenic bacteria in animal products such as beef, which can cause foodborne disease. In Indonesia, beef consumption is increasing, making it important to take measures to prevent potential contamination by pathogenic bacteria. This study aimed to identify and analyze the prevalence and concentration of pathogenic bacterial contamination in beef and processed beef products in Indonesia and globally, using a systematic review and meta-analysis approach. The study was conducted by reviewing literature from various reputable databases, such as Scopus, PubMed, Wiley, Crossref, and Wase Uake Research Collaboration Tools, using strict inclusion and exclusion criteria. The selection process followed the PRISMA 2020 guidelines, and article quality was assessed using JBI's Checklist for Prevalence Studies. The risk of bias was visualized through robvis. Of the 10.640 articles identified, 186 met the inclusion criteria with 350 studies and showed a low risk of bias. Meta-analysis was conducted using a random-effects model with Hartung-Knapp adjustment and Freeman-Tukey double arcsine transformation. The results showed a global prevalence of pathogenic bacterial contamination of 14,05%, with *Staphylococcus aureus* as the dominant pathogen (20.31%), followed by *Clostridium perfringens* (16.24%) and *Listeria monocytogenes* (14,46%). In Indonesia, the prevalence was 4,47%. Beef-processed products showed lower levels (13,60%) of contamination than beef meat (14,14%). There was no indication of significant publication bias in the funnel plot. These findings highlight the need for comprehensive mitigation strategies to reduce the risk of contamination from upstream to downstream locations. The results are expected to serve as a reference for strengthening food safety policies and microbiological surveillance systems, as well as supporting the achievement of the Sustainable Development Goals (SDGs).

Keywords: beef, food safety, meta-analysis, pathogenic bacteria, PRISMA, systematic review



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

TINJAUAN SISTEMATIS DAN META-ANALISIS: KONTAMINASI BAKTERI PATOGEN PADA DAGING SAPI DAN PRODUK OLAHANNYA

ASEP FIRMAN NUGRAHA

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Keamanan Pangan pada
Program Studi Keamanan Pangan

**PROGRAM STUDI MAGISTER KEAMANAN PANGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

1. Prof. Dr. Ir. Hanifah Nuryani Lioe, M.Si.

Judul Tesis : Tinjauan Sistematis dan Meta-analisis: Kontaminasi Bakteri
Patogen pada Daging Sapi dan Produk Olahannya
Nama : Asep Firman Nugraha
NIM : F2503231013

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Winiati P. Rahayu



Pembimbing 2:
Prof. Dr. -Ing. Azis Boing Sitanggang, S.T.P., M.Sc.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Ratih Dewanti, M.Sc.
NIP. 19620920 198603 2 002



Dekan Fakultas Teknologi Pertanian:
Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M.Agr
NIP. 19610502 198603 1 002



Tanggal Ujian: 1 Agustus 2025

Tanggal Pengesahan: 13 Agustus 2025



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan kemudahan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini yang berjudul “Tinjauan Sistematis dan Meta-Analisis: Kontaminasi Bakteri Patogen pada Daging Sapi dan Produk Olahannya”. Penelitian ini disusun sebagai bagian dari pemenuhan syarat dalam menyelesaikan studi di Program Studi Magister Keamanan Pangan, Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran ilmiah yang komprehensif mengenai prevalensi dan konsentrasi cemaran bakteri patogen pada daging sapi dan produk olahannya di Indonesia dan dunia, serta diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam penguatan kebijakan keamanan pangan nasional.

Penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan bantuan selama proses penyusunan penelitian ini, antara lain:

1. Prof. Dr. Winiati P. Rahayu, selaku Pembimbing I, atas arahan, motivasi, dan masukan yang sangat berarti selama proses penelitian ini berlangsung.
2. Prof. Dr.-Ing. Azis Boing Sitanggang, S.T.P., M.Sc., selaku Pembimbing II, atas bimbingan, evaluasi, dan dukungan selama pelaksanaan penelitian ini.
3. Prof. Dr. Ir. Ratih Dewanti, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Keamanan Pangan, atas persetujuan dan dukungannya terhadap pelaksanaan penelitian ini.
4. Prof. Dr. Ir. Slamet Budijanto, M.Agr, selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian, atas kesempatan yang diberikan dalam pelaksanaan studi ini.
5. Prof. Dr. Ir. Hanifah Nuryani Lioe, M.Si. selaku dosen penguji
6. Seluruh dosen dan staf pengajar di Program Studi Keamanan Pangan yang telah membekali penulis dengan ilmu dan wawasan selama masa studi.

Ucapan terima kasih yang mendalam juga penulis sampaikan kepada keluarga tercinta, Ibu Nurhayati dan Bapak Aa Saripudin sebagai kedua orang tua penulis, nenek, adik-adik, saudara, mentor dan rekan-rekan dari penulis yang telah memberikan dukungan secara penuh, selalu memberikan doa, dorongan moral, dan semangat yang tiada henti. Penulis menyadari bahwa banyak pihak lain yang turut berjasa namun tidak dapat disebutkan satu per satu. Semoga segala kebaikan yang diberikan mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT.

Akhir kata, penulis berharap semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang keamanan pangan, serta menjadi referensi yang berguna bagi para peneliti, praktisi, dan pembuat kebijakan.

Bogor, Juli 2025

Asep Firman Nugraha



- 

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	i
DAFTAR GAMBAR	ii
DAFTAR LAMPIRAN	iii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup	4
II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Daging Sapi	7
2.2 Produk Olahan Daging Sapi	8
2.3 Regulasi Internasional Cemarkan Bakteri Patogen pada Daging Sapi	9
2.4 Bakteri Patogen dan Jenisnya	13
2.4.1 <i>Salmonella sp.</i>	14
2.4.2 <i>Escherichia coli</i> patogen (EHEC)	14
2.4.3 <i>Listeria monocytogenes</i>	15
2.4.4 <i>Staphylococcus aureus</i>	15
2.4.5 <i>Clostridium perfringens</i>	15
2.5 Tinjauan Sistematis dan Meta-analisis	15
III METODE PENELITIAN	21
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.2 Alat dan Bahan	21
3.3 Prosedur Kerja	21
3.3.1 Perumusan Pertanyaan Penelitian	21
3.3.2 Penentuan Kriteria Inklusi dan Eksklusi	22
3.3.3 Pengumpulan Sumber Studi	22
3.3.4 Ekstraksi dan Penilaian Kualitas Data	24
3.3.5 Sintesis dan Interpretasi Data Meta-analisis	24
3.4 Analisis Data	26
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Hasil Seleksi Sumber Pustaka	29
4.2 Hasil Penilaian Kualitas Data	29
4.3 Hasil Sintesis dan Interpretasi Data Meta-analisis	30
4.4 Prevalensi Bakteri Patogen pada Daging Sapi dan Produk Olahannya di Indonesia	31
4.5 Prevalensi Bakteri Patogen pada Daging Sapi dan Produk Olahannya di Dunia	33
4.6 Prevalensi Bakteri Patogen pada Daging Sapi Berdasarkan Jenis	

	Bakteri Patogen	37
4.7	Prevalensi Bakteri Patogen pada Daging Sapi dan Produk Olahannya Berdasarkan Benua	42
4.8	Prevalensi Bakteri Patogen pada Daging Sapi dan Produk Olahannya Berdasarkan Iklim	45
4.9	Peta Sebaran Prevalensi Patogen pada Daging Sapi dan Produk Olahannya	45
4.10	Hasil Bias Publikasi dengan <i>Funnel Plot</i>	49
4.11	Konsentrasi Kontaminasi Bakteri Patogen pada Daging Sapi dan Produk Olahannya	50
4.12	Langkah Mitigasi Pencegahan Kontaminasi Bakteri Patogen pada Daging Sapi dan Produk Olahannya.	53
V	SIMPULAN DAN SARAN	57
5.1	Simpulan	57
5.2	Saran	57
	DAFTAR PUSTAKA	59
	LAMPIRAN	82
	RIWAYAT HIDUP	210

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

1	Persyaratan mutu mikrobiologi daging sapi berdasarkan SNI 9159-2023	6
2	Kategori jenis daging sapi dan produk olahannya serta penjelasannya	7
3	Cakupan penelitian jenis daging sapi dan produk olahannya	8
4	Kombinasi kategori pangan, jenis pangan olahan, dan kriteria mikrobiologi dalam daging sapi dan produk olahan daging sapi nomor 08.2.1.1, 08.2.1.2 dan 08.2.1.3 mengacu pada peraturan BPOM no. 13 tahun 2019 dan peraturan BPOM no. 13 tahun 2023	9
5	Informasi detail terkait PO pada penelitian yang dilakukan	20
6	Kriteria inklusi dan eksklusi	20
7	Hasil meta-analisis prevalensi keseluruhan daging sapi di Indonesia	29
8	Hasil meta-analisis prevalensi keseluruhan daging sapi dan produk olahannya di dunia	30
9	Hasil meta-analisis prevalensi bakteri patogen pada daging sapi berdasarkan jenis bakteri patogen	32
10	Hasil meta-analisis prevalensi bakteri patogen pada produk olahan daging sapi berdasarkan jenis bakteri patogen	34
11	Hasil meta-analisis prevalensi bakteri patogen <i>Clostridium perfringens</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Salmonella spp.</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> dalam produk olahan daging sapi diseluruh dunia	39
12	Hasil meta-analisis prevalensi keseluruhan daging sapi dan produk olahannya berdasarkan benua	41
13	Hasil meta-analisis prevalensi keseluruhan daging sapi dan produk olahannya berdasarkan iklim	44
14	Hasil konsentrasi kontaminasi bakteri patogen pada daging sapi dan produk olahannya	48

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram alir tahapan penelitian	19
2	Diagram alir PRISMA 2020 untuk tinjauan sistematis dengan modifikasi	23
3	Hasil diagram alir PRISMA 2020 untuk tinjauan sistematis yang termasuk pencarian basis data dan sumber lainnya	27
4	<i>Florest plot</i> prevalensi keseluruhan daging sapi dan olahannya di Indonesia	29
5	<i>Forest plot</i> prevalensi <i>Clostridium perfringens</i> pada daging sapi	33
6	<i>Forest plot</i> irisan berdasarkan jenis bakteri patogen dan benua	33
7	<i>Forest plot</i> prevalensi <i>Clostridium perfringens</i> pada olahan daging sapi	35
8	<i>Forest plot</i> prevalensi <i>Escherichia coli</i> pada olahan daging sapi	36
9	<i>Forest plot</i> prevalensi <i>Listeria monocytogenes</i> pada olahan daging sapi	37
10	<i>Forest plot</i> prevalensi <i>Salmonella spp.</i> pada olahan daging sapi	37
11	<i>Forest plot</i> prevalensi <i>Staphylococcus aureus</i> pada olahan daging sapi	38
12	Peta dunia hasil meta-analisis prevalensi kontaminasi bakteri patogen pada daging sapi dan produk olahannya di berbagai negara dengan metode <i>Freeman-Tukey double arcsine</i>	45
13	<i>Funnel plot</i> hasil meta-analisis prevalensi keseluruhan daging sapi dan produk olahannya di dunia	46

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR LAMPIRAN

1.	Kata kunci tinjauan sistematis	78
2.	Kata kunci tinjauan sistematis dari <i>Watase Uake Research Collaboration Tools</i>	80
3.	Pertanyaan penilaian kualitas studi sesuai <i>JB critical appraisal</i>	83
4.	Tabulasi hasil penilaian kualitas studi sesuai <i>JB critical appraisal</i>	85
5.	Contoh detail hasil penilaian risiko bias sesuai <i>JB critical appraisal</i>	93
6.	<i>Traffic light plot</i> dengan <i>robvis</i>	98
7.	Pengodean dengan <i>Rstudio</i>	100
8.	Tabulasi studi tinjauan sistematis dan meta-analisis yang diperoleh	101
9.	Tabulasi data konsentrasi dari artikel yang ditemukan	155
10.	Hasil <i>forest plot</i> meta-analisis keseluruhan hingga sub-grup	166
11.	Hasil <i>R Studio</i> untuk data meta-analisis	199
12.	Tabel data prevalensi per negara	201
13.	Tren publikasi artikel hasil pencarian kata kunci dan artikel yang termasuk di <i>Watase Uake Research Collaboration Tools</i>	204
14.	Tautan hasil tinjauan sistematis dengan total studi yang termasuk	204

