

# Potensi Penularan *Bovine Tuberculosis* pada Sapi Perah dan Manusia di Wilayah Tengah dan Timur Pulau Jawa, Indonesia

(Potential of Bovine Tuberculosis Transmission in Dairy Cattle and Humans in the Central and Eastern Regions of Java Island, Indonesia)

Andi Eka Putra<sup>1,2</sup>, Chaerul Basri<sup>3\*</sup>, Etih Sudarnika<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Biomedis Hewan, Sekolah Pascasarjana, IPB University, Jl. Agatis Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680

<sup>2</sup>Direktorat Kesehatan Masyarakat Veteriner, Kementerian Pertanian Republik Indonesia, Jl. Harsono RM No.3, Jakarta 12550

<sup>3</sup>Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis, IPB University, Jl. Agatis Kampus IPB Dramaga, Bogor 1668

\*Penulis untuk korespondensi: chaerul@apps.ipb.ac.id

Diterima 12 April 2023, Disetujui 21 Juli 2023

## ABSTRAK

Kejadian kasus tuberkulosis pada manusia di Indonesia dilaporkan masih tinggi. *Bovine tuberculosis* pada sapi perah diduga turut berperan dalam meningkatkan kasus tuberkulosis karena dapat menular ke manusia (zoonosis). Penularan penyakit ini antar ternak dan ke manusia perlu dikendalikan untuk menurunkan tingkat kejadian kasus. Potensi penularan kasus antar ternak dan ke manusia di suatu wilayah dapat diperkirakan dengan mengombinasikan data pemeriksaan sampel susu dan praktik manajemen peternakan. Penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan potensi penularan kasus tuberkulosis pada sapi perah dan manusia di wilayah tengah dan timur Pulau Jawa yang merupakan sentra peternakan sapi perah di Indonesia. Pemeriksaan bakteri *bovine tuberculosis* dengan metode PCR konvensional dilakukan terhadap 163 sampel susu dari 92 peternakan yang dipilih dengan teknik *purposive sampling*. Data praktik manajemen peternakan dikumpulkan melalui wawancara langsung menggunakan kuesioner terstruktur. Potensi penularan kasus diperkirakan dengan nilai yang diperoleh dari metode *Multiple Criteria Decision Analysis (MCDA)*. Kriteria yang digunakan antara lain data pemeriksaan sampel susu, dan praktik manajemen pemeliharaan yang terdiri atas manajemen kesehatan, higiene sanitasi dan biosekuriti. Pemeriksaan terhadap susu tidak menemukan bakteri *M. bovis* pada seluruh sampel yang diperiksa. Potensi penularan kasus tuberkulosis antar ternak sapi perah memiliki nilai 0,44 (sedang) dan potensi penularannya ke manusia memiliki nilai 0,40 (sedang). Simpulan dari penelitian ini adalah potensi penularan *bovine tuberculosis* antar sapi perah dan ke manusia adalah sedang.

**Kata kunci:** *bovine tuberculosis*, *M. bovis*, penularan, susu, zoonosis

## ABSTRACT

In Indonesia, tuberculosis incidence in humans is still high. *Bovine tuberculosis* in dairy cattle increases tuberculosis cases that it can be transmitted to humans (zoonoses). Tuberculosis transmission between livestock and humans must be controlled to reduce the incidence of cases. The potential transmission cases between livestock and humans can be estimated by combining data from milk sample examination and storage management practices. This study aims to estimate the potential transmission of tuberculosis in dairy cows and humans in Central and East Java, dairy farming centers in Indonesia. Examination of bovine tuberculosis bacteria using RT-PCR testing as conducted on 163 milk samples from 92 shelters selected by purposive sampling technique. Management practices were collected through direct interviews using a structured questionnaire. The potential transmission was estimated by the score obtained from the *Multiple Criteria Decision Analysis (MCDA)* methods. The criteria used include the milk inspection data and maintenance management practices of health management, sanitation, hygiene, and biosecurity. Milk examination did not find *M. bovis* bacteria in all samples examined. The potential transmission of tuberculosis cases between dairy cattle has a score of 0,44 (moderate), and the potential transmission to humans also has a score of 0,40 (moderate). The conclusion of this study is that the potential transmission of bovine tuberculosis between dairy cows and to humans is moderate.

**Keywords:** *bovine tuberculosis*, *M. bovis*, milk, transmission, zoonoses

## PENDAHULUAN

Tuberkulosis (TB) merupakan penyakit yang menyebar luas, menular, dan terus menjadi penyebab utama kematian. Penyakit ini masih tersebar luas dan sering diabaikan di sebagian besar negara berkembang (Islam et al., 2021). *Mycobacterium tuberculosis* adalah penyebab paling umum dari TB manusia dan *Mycobacterium bovis* adalah penyebab penyakit TB pada sapi (*bovine tuberculosis*). *Bovine tuberculosis* (BTB) merupakan penyakit kronis yang menyerang manusia dan hewan dengan potensi zoonosis yang tinggi (Kemal et al., 2019). Penyakit ini menjadi beban kesehatan masyarakat dan menyebabkan kerugian ekonomi yang besar karena mengganggu kesehatan hewan, menurunkan produksi, meningkatkan biaya program pemberantasan, dan pembatasan perdagangan (Singhla & Boonyayatra, 2022).

*M. bovis* memiliki cakupan inang yang luas dan merupakan agen utama yang bertanggung jawab untuk tuberkulosis pada sapi, mamalia domestik dan liar. Penularan BTB antar hewan melalui udara, kontak dekat antara hewan atau berbagi pakan antara hewan yang terinfeksi, dan dari padang rumput atau air yang terkontaminasi (Dejene et al., 2016). Ancaman BTB terhadap kesehatan masyarakat terutama terkait dengan konsumsi produk susu yang tidak dipasteurisasi yang mengandung *M. bovis*. Kontak dekat antara hewan dan manusia juga dianggap sebagai faktor risiko potensial untuk penyakit ini karena dapat menular melalui udara (Rocha et al., 2016). Secara keseluruhan proporsi *M. bovis* penyebab TB pada manusia sangat rendah jika dibandingkan dengan *M. tuberculosis*, namun dampak potensialnya pada kelompok populasi dengan risiko tertinggi tidak boleh diabaikan.

Sebanyak 10 juta kasus TB aktif terjadi pada manusia secara global di tahun 2019 dengan 140.000 (kisaran 69.800–235.000) di antaranya diperkirakan sebagai kasus baru TB zoonosis (1,4%) dan sekitar 11.400 (8,1%, kisaran 4.470–21.600) menyebabkan kematian (Kock et al., 2021). *World Animal Health Information System* (WAHIS) melaporkan bahwa BTB ditemukan di sebagian besar wilayah di Asia. Indonesia berada pada posisi kedua dengan jumlah penderita TB terbanyak di dunia (WHO, 2022). Penyakit *bovine tuberculosis* pada sapi perah diduga turut berperan dalam meningkatkan kasus tuberkulosis di Indonesia. Investigasi *M. bovis* sebagai penyebab *bovine tuberculosis* baik pada populasi hewan maupun manusia masih sangat minim dilakukan di Indonesia. Penularan penyakit ini antar ternak dan ke manusia perlu dikendalikan untuk menurunkan tingkat kejadian kasus.

Penelitian ini bertujuan untuk memperkirakan potensi penularan kasus tuberkulosis pada sapi perah dan manusia di wilayah tengah dan timur Pulau Jawa. Provinsi Jawa Timur, Jawa Tengah dan Yogyakarta merupakan provinsi penyumbang susu sapi terbesar di Indonesia dan dengan kasus kejadian tuberkulosis tertinggi pada manusia (Jawa Tengah dan Jawa Timur) sehingga berpotensi untuk kejadian BTB. Informasi mengenai keberadaan bakteri *M. bovis* pada susu yang dihasilkan dan potensi penularan BTB di wilayah tersebut belum pernah dilaporkan. Potensi penularan kasus antar ternak dan ke manusia dalam penelitian ini diperkirakan dengan mengombinasikan data hasil pemeriksaan sampel susu dan praktik manajemen peternakan.

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus sampai dengan Desember 2022. Lokasi pengambilan sampel dan kuesioner di sentra peternakan sapi perah di wilayah tengah dan timur Pulau Jawa yaitu Jawa Tengah (Kabupaten Boyolali), DI Yogyakarta (Kabupaten Sleman) dan Jawa Timur (Kabupaten Malang dan Kota Batu). Pengujian sampel dan pengolahan data dilakukan di Laboratorium Penelitian Balai Besar Veteriner Wates Yogyakarta dan Laboratorium Epidemiologi Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis Institut Pertanian Bogor.

### Populasi dan Sampel

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh sapi perah di Provinsi Jawa Tengah, Yogyakarta dan Jawa Timur. Besaran sampel ditentukan dengan menggunakan metode *purposive sampling* dengan pertimbangan pemilihan lokasi penelitian adalah wilayah dengan produksi susu sapi paling banyak dengan total produksi 651 ribu ton atau 67% dari produksi nasional tahun 2022 (BPS, 2022) dan wilayah dengan tingkat kejadian tuberkulosis paling tinggi di manusia dengan jumlah kasus 148.693 atau 56,77% dari jumlah kasus nasional tahun 2020 (Kemenkes, 2021). Berdasarkan metode ini didapatkan besaran sampel yang diambil di wilayah tengah yaitu Kabupaten Boyolali sebanyak 26 peternak (60 sampel susu), Kabupaten Sleman sebanyak 27 peternak (56 sampel susu) dan di wilayah timur yaitu Kabupaten Malang sebanyak 18 peternak (26 sampel susu), Kota Batu sebanyak 21 peternak (21 sampel susu). Total besaran sampel peternak adalah 92 dan besaran sampel susu adalah 163 sampel.

## Pengumpulan Data dan Sampel

Data dalam penelitian ini didapatkan dengan cara wawancara (karakteristik) dan hasil uji laboratorium (kasus kejadian BTB). Data karakteristik diambil melalui wawancara dengan menggunakan kuesioner terstruktur. Jumlah responden yang diwawancarai adalah 92 peternak. Wawancara dilakukan dengan tatap muka secara langsung oleh peneliti dan petugas pengambil sampel dari BBVET Wates. Persetujuan etik (*ethical clearance*) wawancara ke peternak didapatkan dari Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) IPB dengan nomor: 802/IT3-KEPMSM-IPB/SK/2022.

Tahapan selanjutnya adalah pengambilan data kasus kejadian penyakit BTB dengan pengujian laboratorium sampel susu. Sampel susu yang dikoleksi adalah sampel individu dari peternakan sapi perah di wilayah tengah dan timur Pulau Jawa. Kegiatan pengambilan sampel pada waktu pemerahan sore hari. Setiap sampel diberi label yang memuat informasi waktu pengambilan sampel, nama lokasi, identitas sapi dan identitas pemilik. Sampel ditransportasikan menggunakan sistem rantai dingin untuk selanjutnya diperiksa dengan uji PCR di laboratorium BBVET Wates.

## Uji Laboratorium

Sampel susu diperiksa dengan uji PCR untuk mendeteksi keberadaan *M. bovis*. Sampel diperiksa di Laboratorium Balai Besar Veteriner Wates. Keseluruhan prosedur dan proses pengujian PCR mengikuti prosedur pengujian di BBVET Wates.

## Analisis Data

Hasil uji PCR dan data kuesioner dianalisis secara deskriptif. Potensi penularan diperkirakan dengan mengombinasikan data hasil pemeriksaan sampel susu dan praktik manajemen peternakan. Penghitungan potensi penularan zoonosis antar peternakan dan ke manusia menggunakan metode *Multiple Criteria Decision Analysis* (MCDA). MCDA sebagai metode pengambilan keputusan yang mempertimbangkan lebih dari satu kriteria dalam proses pengambilan keputusan (Taherdoost dan Madanchian 2023). Metode MCDA dilakukan dengan memberikan bobot dan skor untuk setiap faktor pada karakteristik yang didapatkan dari kuesioner dengan akumulasi bobot sebesar 1. Bobot tingkat potensi penularan antar ternak dan ke manusia seperti pada Tabel 1.

Skor indeks dari masing-masing karakteristik kemudian dikalkulasi untuk menentukan kriteria potensi penularan yang dibagi dalam 3 kategori yaitu

rendah ( $\geq 0,68$ ), sedang ( $0,34-0,67$ ) dan tinggi ( $\leq 0,33$ ) dengan skala pengukuran adalah 0 sampai 1.

Penghitungan indeks potensi penularan antar ternak menggunakan rumus:

$$Isp = \frac{(Sch \times Scl) + (Scl \times Scm) + (Scm \times Sck) + (Sck \times Scb) + (Scb \times Sch)}{5}$$

Isp : indeks potensi penularan pada sapi perah

Sch : skor higiene sanitasi

Scl : skor pemeriksaan laboratorium

Scm : skor manajemen pemeliharaan

Sck : skor manajemen kesehatan

Scb : skor biosekuriti

Penghitungan indeks potensi penularan ke manusia menggunakan rumus:

$$ip = \frac{(Scl \times Sck) + (Sck \times Scs) + (Scs \times Scj) + (Scj \times Scl)}{4}$$

Ip : indeks potensi penularan pada manusia

Scl : skor pemeriksaan laboratorium

Sck : skor kontak

Scs : skor konsumsi susu

Scj : skor jarak

## HASIL

### Karakteristik Peternakan

Data distribusi frekuensi karakteristik peternakan sebagai faktor risiko kejadian dan penularan BTB pada peternakan di wilayah tengah dan timur Pulau Jawa seperti pada Tabel 2. Keseluruhan peternak (100%) melakukan praktik higiene yang baik. Seluruh peternak (100%) juga menerapkan praktik sanitasi yang baik dalam pembersihan tempat pakan dan kandang namun sebanyak 82,6% peternak tidak memiliki tempat penyimpanan pakan khusus. Manajemen pemeliharaan menunjukkan hanya 68,5% peternak memandikan sapi sebelum pemerahan. Sebanyak 72,8% peternak membuang limbah ternak langsung ke lingkungan tanpa memiliki bak pengolahan.

Manajemen kesehatan menunjukkan sebanyak 90,2% peternak tidak memisahkan sapi yang sakit dengan sapi sehat. Praktik biosekuriti yang diterapkan cukup baik dalam membatasi pergerakan manusia dan hewan ternak lain namun dalam tindakan karantina terhadap hewan baru masih banyak peternak yang menyatukan langsung hewan baru dengan hewan lama sebanyak 85,9%. Distribusi frekuensi karakteristik kontak pada peternakan di wilayah tengah dan timur Pulau Jawa seperti pada Tabel 3. Sebanyak 81,5% peternak memiliki kandang berjarak sangat dekat

dengan rumah. Peternak yang mengonsumsi susu tanpa pemanasan cukup tinggi (40,6%).

Hasil uji laboratorium dengan metode PCR pada 163 sampel susu seperti pada Tabel 4. Semua sampel menunjukkan hasil negatif BTB karena tidak ditemukan keberadaan bakteri *M. bovis* dan *M. tuberculosis*.

### Indeks Potensi Penularan

Penghitungan indeks potensi penularan pada sapi perah (Tabel 5) didapatkan skor indeks untuk praktik higiene sanitasi adalah 0,8, hasil pemeriksaan laboratorium adalah 1, manajemen pemeliharaan adalah 0,6, manajemen kesehatan adalah 0,5 dan biosekuriti adalah 0,4. Potensi penularan pada sapi perah dikategorikan sedang dengan skor keseluruhan adalah 0,44. Sebaran indeks potensi penularan antar sapi perah seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

Penghitungan indeks potensi penularan pada manusia (Tabel 6) didapatkan skor indeks untuk hasil uji laboratorium adalah 1, kontak dengan hewan rentan adalah 0,8, kontak dengan produk hewan adalah 0,6 dan jarak kandang adalah 0,2. Potensi penularan pada manusia dikategorikan sedang dengan skor keseluruhan adalah 0,40. Sebaran indeks potensi penularan ke manusia seperti pada Gambar 2. Keseluruhan indeks potensi penularan seperti pada Tabel 7.

## PEMBAHASAN

### Karakteristik Peternakan

Praktik higiene, sanitasi, pemeliharaan, manajemen kesehatan dan biosekuriti merupakan karakteristik penting pada peternakan yang dapat menjadi faktor risiko kejadian dan penularan suatu penyakit. Secara umum, peternak sudah menerapkan praktik pemeliharaan yang baik. Praktik pemeliharaan yang baik dapat mengurangi risiko muncul dan berkembangnya penyakit. Prevalensi BTB meningkat dengan meningkatnya jumlah ternak dan peternakan yang memiliki kondisi pengelolaan yang buruk (Kemal *et al.*, 2019).

Higiene dan sanitasi menjadi faktor penting dalam penularan penyakit. Keseluruhan peternak menerapkan praktik higiene dengan mencuci tangan namun masih ada yang menggunakan air saja. Penggunaan air saja saat pemerahan dan pembersihan tidak dapat membunuh bakteri pada tangan. Perilaku pemerahan yang hanya mencuci tangan menggunakan air tanpa menggunakan sabun atau desinfektan serta produk susu yang langsung dikonsumsi masyarakat tanpa mendapatkan perlakuan khusus terlebih

dahulu, tidak menutup kemungkinan bahwa susu yang dihasilkan tercemar oleh beberapa bakteri (Navyanti & Adriani, 2015).

Sanitasi sebagai tindakan untuk mencegah berkembangnya penyakit di lingkungan peternakan. Peternak sudah melakukan praktik sanitasi seperti pembersihan tempat pakan, tempat minum dan kandang dengan baik. Pembersihan wajib dilakukan karena kebersihan yang buruk akan mengakibatkan kondisi lingkungan yang kotor dan lembab. Kondisi kebersihan yang buruk di peternakan memungkinkan *M. bovis* bertahan lebih lama dan berpotensi berkembang biak (Humblet *et al.*, 2009). Sebagian besar peternak tidak memiliki tempat pakan khusus. Hal ini dapat menjadi faktor risiko penularan karena sapi yang terinfeksi dapat mengekskresikan *M. bovis* ke pakan.

Manajemen pemeliharaan yang buruk dapat berdampak pada meningkatnya risiko penularan penyakit. Pemberian pakan dan suplemen pakan, memandikan sapi sebelum pemerahan sudah dilakukan dengan baik. Manajemen pemeliharaan seperti penggunaan pupuk, pemeliharaan kandang, dan praktik pemberian pakan dapat berdampak pada risiko (Skuce *et al.*, 2012). Pengelolaan kotoran dan limbah cukup buruk karena limbah dan kotoran langsung dibuang di lingkungan. Kotoran ternak harus dikelola dengan baik karena kotoran dapat menjadi sumber penyakit di peternakan. Studi menunjukkan *M. bovis* mungkin diendapkan oleh ekskresi dari ternak yang terinfeksi dan mencemari lingkungan (Allen *et al.*, 2021). Menyimpan kotoran dan limbah pada tempat khusus atau bak penampungan berpengaruh terhadap terjadinya risiko (Skuce *et al.*, 2012).

Praktik biosekuriti dalam pengelolaan peternakan penting untuk mencegah masuknya BTB ke dalam peternakan. Biosekuriti sebagai salah satu strategi dalam pencegahan penyakit menular baik dari ternak ke ternak maupun dari ternak ke manusia. Biosekuriti yang baik dapat mengendalikan penularan dan penyebaran penyakit (Christi *et al.*, 2022). Biosekuriti dapat dilakukan melalui sanitasi, isolasi dan kontrol lalu lintas. Ketika ada ternak baru masuk ke dalam peternakan, sebagian besar peternak langsung menyatukan dengan hewan lama di kandang yang sama tanpa melakukan pemisahan atau karantina.

Tindakan pemisahan hewan baru dengan hewan lama penting untuk mencegah masuk dan menyebarnya hama dan penyakit baru. Lalu lintas orang selain petugas dan hewan selain ternak sapi cukup tinggi di peternakan. Hal ini meningkatkan risiko terbawanya penyakit ke luar kandang dan masuk ke dalam kandang semakin besar. Manajemen biosekuriti yang buruk dapat menyebabkan ancaman

Tabel 1 Bobot potensi penularan antar ternak dan ke manusia pada tiap karakteristik

Bobot penularan antar ternak		Bobot penularan ke manusia	
Karakteristik	Bobot = 1	Karakteristik	Bobot = 1
Praktik higiene sanitasi	0,2	Kontak dengan hewan rentan	0,25
Manajemen pemeliharaan	0,2	Konsumsi susu pasteurisasi	0,25
Manajemen kesehatan	0,2	Jarak kandang dengan rumah	0,25
Tingkat biosekuriti	0,2	Pemeriksaan laboratorium	0,25
Pemeriksaan laboratorium	0,2		

Tabel 2 Distribusi frekuensi karakteristik peternakan dan komponen pengamatan pada peternakan di wilayah tengah dan timur Pulau Jawa

Karakteristik	Komponen	Persentase (%)	
		Ya	Tidak
Praktik higiene sanitasi	Mencuci tangan sebelum pemerahan	100	0
	Mencuci tangan setelah membersihkan kandang	100	0
	Menggunakan alas kaki saat di kandang	100	0
	Memiliki tempat penyimpanan pakan khusus	17,4	82,6
	Tempat penyimpanan pakan selalu dibersihkan	54,3	45,7
	Kondisi tempat penyimpanan pakan bersih	83,7	16,3
	Kondisi tempat penyimpanan pakan tidak lembab	83,7	16,3
	Pembersihan tempat pakan dan minum	100	0
Manajemen Pemeliharaan	Pembersihan kandang	100	0
	Lantai terbuat dari semen	79,3	20,7
	Dinding terbuat dari semen	78,3	21,7
	Sapi diberi pakan hijauan	100	0
	Sapi diberi suplemen pakan	89,1	10,9
	Sapi dimandikan sebelum pemerahan	68,5	31,5
	Pembuangan limbah ternak cair tidak langsung ke lingkungan	27,2	72,8
Manajemen kesehatan ternak	Memiliki bak pengolah limbah	27,2	72,8
	Sapi sakit diobati	100	0
Tingkat biosekuriti	Sapi sakit dipisah dengan sapi sehat	9,8	90,2
	Karantina terhadap ternak baru	14,1	85,9
	Orang selain petugas kandang tidak bebas keluar masuk	65,2	34,8
Pemeriksaan laboratorium	Hewan lain tidak bebas keluar masuk	59,8	40,2
	PCR susu menunjukkan hasil negatif	100	0

Tabel 3 Distribusi frekuensi karakteristik kontak pada peternakan di wilayah tengah dan timur Pulau Jawa

Karakteristik	Jumlah	Persentase (%)
Kontak dengan sapi sakit tanpa pelindung		
Ya	20	21,7
Tidak	72	78,3
Mengonsumsi susu dengan pemanasan		
Ya	19	59,4
Tidak	13	40,6
Jarak kandang dari rumah peternak jauh		
Ya	17	18,5
Tidak	75	81,5

terhadap kesehatan manusia, kesehatan hewan, dan produksi bahan atau makanan (Lestari et al., 2019). Apabila terdapat sapi sakit hanya sedikit peternak melakukan pemisahan dari hewan yang sehat. Perlakuan terhadap sapi yang sakit ini menjadi faktor risiko yang besar dalam penularan penyakit pada sapi. Kontak dekat antara hewan dari kawanan yang sama atau berbeda mendorong penyebaran penyakit pernapasan (Moiane et al., 2014).

### Karakteristik Kontak

Manusia dapat tertular tuberkulosis sapi melalui penularan secara aerosol dengan menghirup udara yang terkontaminasi, penularan secara oral meminum susu tidak dipasteurisasi atau makan daging hewan yang tidak dimasak sempurna, dan tertular dari profesi pekerjaannya bidang produksi ternak atau prosesing produk ternak (Tarmudji dan Supar 2008). Beberapa peternak ditemukan mengonsumsi susu tanpa pasteurisasi karena menganggap bahwa susu yang tidak dipasteurisasi atau mentah memiliki tingkat gizi lebih baik, menyehatkan tubuh dan menyembuhkan penyakit. Sebagian besar peternak memiliki kandang yang berjarak sangat dekat dengan rumah peternak. Hal ini sangat berisiko karena penularan dapat terjadi tidak hanya melalui udara namun juga dari lingkungan yang terkontaminasi. Ternak dan satwa liar terinfeksi diketahui mengeluarkan *M. bovis* ke padang rumput, tanah, bahan pakan, dan air (Allen et al. 2021).

### Tingkat Infeksi Bovine Tuberculosis

Tingkat infeksi *bovine tuberculosis* diukur berdasarkan hasil pengujian laboratorium. Pengujian PCR pada 163 sampel susu yang diambil dari peternakan sapi perah di wilayah tengah dan timur Pulau Jawa menunjukkan hasil negatif. Hasil ini menunjukkan bahwa tidak terdeteksi bakteri *M. bovis* pada sampel susu yang diperiksa dengan metode PCR. Pengujian dengan hasil negatif ini sama dengan hasil penelitian Erekat et al., (2013) pada susu sapi di West Bank, Palestina yang menunjukkan hasil negatif pada uji PCR.

Hasil uji PCR pada sampel susu juga tidak ditemukan bakteri *M. tuberculosis*. Uji terhadap keberadaan *M. tuberculosis* dilakukan karena *M. tuberculosis* dan *M. bovis* adalah penyebab utama tuberkulosis yang sangat patogen, dapat menginfeksi banyak spesies hewan dan kemungkinan menjadi sumber infeksi tuberkulosis pada manusia (Bhanu Rekha et al., 2015). Hasil negatif pada pengujian sampel susu menunjukkan bahwa tidak ada kejadian penyakit *bovine tuberculosis* pada peternakan sapi perah di wilayah ini. Hasil negatif

diperoleh kemungkinan karena susu dihasilkan oleh sapi yang tidak terinfeksi oleh *M. bovis*. Secara umum peternak menerapkan praktik pemeliharaan dan biosekuriti yang baik, sehingga risiko sapi terinfeksi penyakit rendah.

### Tingkat Potensi Penularan Bovine Tuberculosis Antar Sapi Perah

Tingkat potensi penularan antar sapi perah dihitung berdasarkan karakteristik peternakan (higiene, sanitasi, manajemen pemeliharaan, manajemen kesehatan, biosekuriti) dan tingkat infeksi (pemeriksaan laboratorium). Indeks potensi penularan pada sapi perah berada pada kategori sedang. Praktik higiene dan sanitasi sudah diterapkan dengan baik pada peternakan. Manajemen pemeliharaan ternak terutama dalam pengelolaan limbah masih buruk di peternakan. Pembuangan kotoran, kondisi drainase lantai dan frekuensi pembersihan limbah penting untuk kesehatan sapi perah (Mekonnen et al., 2019).

Manajemen kesehatan dan biosekuriti pada peternakan di wilayah ini perlu untuk ditingkatkan terutama untuk tindakan karantina hewan baru dan pemisahan hewan sehat dengan hewan sakit. Kualitas peternakan dapat mempengaruhi tingkat kontaminasi *M. bovis* dan tindakan biosekuriti (Broughan et al., 2016). Pergerakan ternak di dalam dan di luar lokasi kandang, meminimalkan kontak dengan ternak lain, kontak dengan hewan liar, pemeliharaan kandang dan praktik pemberian pakan harus diperhatikan dengan baik oleh peternak untuk mencegah potensi berkembangnya penyakit.

### Tingkat Potensi Penularan Bovine Tuberculosis pada Manusia

Tingkat potensi penularan pada manusia dihitung dari karakteristik kontak (kontak dengan pelindung, konsumsi susu, jarak kandang) dan tingkat infeksi (hasil laboratorium). Indeks potensi penularan pada manusia berada pada kategori sedang. Meskipun tingkat konsumsi susu pada peternak di wilayah tersebut masih rendah, namun ditemukan beberapa peternak yang mengonsumsi susu mentah. Konsumsi susu dan produk turunannya yang terkontaminasi *M. bovis* merupakan jalur penularan utama tuberkulosis zoonosis pada manusia (Cezar et al., 2016). Jarak kandang dengan rumah peternak sangat berpotensi untuk menularkan penyakit. Peternakan dalam penelitian ini sebagian besar adalah peternakan tradisional atau mandiri, dimana lokasi kandang berdekatan dan berdampingan dengan rumah peternak. Kontak dekat dengan hewan rentan dan

Tabel 4 Tingkat infeksi BTB berdasarkan hasil uji PCR sampel susu dari peternakan sapi perah pada masing-masing kabupaten/kota

Lokasi	Jumlah Sampel (n=163)	Hasil
Kabupaten Sleman	56	Negatif
Kabupaten Boyolali	60	Negatif
Kabupaten Malang	26	Negatif
Kota Malang	21	Negatif

Tabel 5 Hasil perhitungan bobot dan skor indeks potensi penularan antar sapi perah dengan metode MCDA

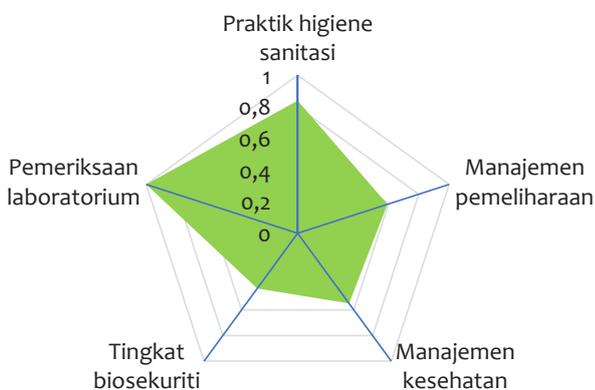
Karakteristik	Bobot	Skor Bobot	Skor Indeks
Praktik higiene sanitasi	0,2	16,8	0,8
Manajemen pemeliharaan	0,2	12	0,6
Manajemen kesehatan	0,2	11	0,5
Tingkat biosekuriti	0,2	8,6	0,4
Pemeriksaan laboratorium	0,2	20	1

Tabel 6 Hasil perhitungan bobot dan skor indeks penularan ke manusia dengan metode MCDA

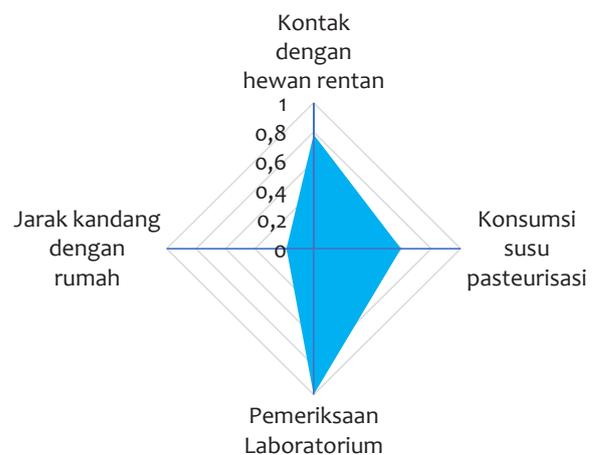
Karakteristik	Bobot	Skor Bobot	Skor Indeks
Kontak dengan hewan rentan	0,25	19,6	0,8
Konsumsi susu pasteurisasi	0,25	14,9	0,6
Jarak kandang dengan rumah	0,25	25	0,2
Pemeriksaan laboratorium	0,25	4,6	1

Tabel 7 Indeks potensi penularan penyakit BTB antar ternak dan dari ternak ke manusia

Potensi Penularan	Nilai	Kategori
Antar sapi perah	0,44	Sedang
Sapi ke manusia	0,40	Sedang



Gambar 1 Diagram laba-laba karakteristik dan skor potensi penularan antar sapi perah



Gambar 2 Diagram laba-laba karakteristik dan skor potensi penularan ke manusia

memelihara hewan di kandang diketahui menjadi faktor risiko penting bagi penularan BTB (Islam et al., 2021). Sifat dari bakteri *M. bovis* yang dapat bertahan lama di lingkungan meningkatkan potensi penularan melalui udara (Allen et al., 2021).

Indeks potensi penularan penyakit BTB antar ternak dan dari peternakan ke manusia serta kategori potensi penularannya secara keseluruhan berada pada kategori sedang. Meskipun indeks potensi penularan berada pada kategori sedang, namun masih banyak karakteristik faktor risiko yang perlu diperbaiki dan dibenahi untuk mencegah terjadinya kejadian penyakit. Pemberantasan BTB penting dilakukan bagi manusia, ternak, dan populasi satwa liar di seluruh dunia. *M. bovis* menyebabkan kerugian ekonomi yang besar karena menjadi penghambat dalam perdagangan lokal, nasional, dan internasional serta menjadi zoonosis yang signifikan di banyak bagian dunia (Olea-Popelka & Fujiwara, 2018). Penularan *M. bovis* pada manusia di Indonesia belum pernah dilaporkan, namun bukan berarti bahwa di negara ini tidak ada kasus tuberkulosis sapi yang menyerang manusia (Simarmata, 2014). Hal ini diperkuat dengan masuknya penyakit ini ke dalam jenis penyakit hewan menular strategis (PHMS) di Indonesia sehingga potensi kejadian dan penularannya di Indonesia tidak dapat diabaikan.

Berdasarkan tingkat infeksi penyakit, praktik higiene sanitasi, pemeliharaan, kesehatan, tingkat biosekuriti dan kontak dengan hewan dan produk asal hewan maka didapatkan potensi penularan antar peternakan di wilayah tengah dan timur Pulau Jawa dinilai sedang dengan nilai sebesar 0,44. Sementara potensi penularan dari peternakan ke manusia juga dinilai sedang dengan nilai sebesar 0,40. Penghitungan potensi ini hanya berlaku bagi peternakan skala kecil atau tradisional berdasarkan karakteristik faktor risiko yang ada. Monitoring secara berkala dan berkelanjutan perlu dilakukan oleh pemerintah untuk mendeteksi kejadian kasus BTB dengan menjaga keamanan susu sapi perah dan menjaga agar tidak terjadi penularan penyakit dari hewan ke hewan dan dari hewan ke manusia.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Kementerian Pertanian yang telah memberi dukungan dana penelitian melalui Badan Sumber Daya Manusia. Penelitian ini didukung oleh Direktorat Kesehatan Masyarakat Veteriner dan Balai Besar Veteriner Wates, serta dinas yang membidangi peternakan di Kabupaten Sleman, Kabupaten Boyolali, Kabupaten Malang dan Kota Batu.

"Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dengan pihak-pihak terkait dalam penelitian ini".

## DAFTAR PUSTAKA

- Allen AR, Ford T, Skuce RA. 2021. Does Mycobacterium tuberculosis var. bovis Survival in the Environment Confound Bovine Tuberculosis Control and Eradication? A Literature Review. *Veterinary Medicine International*. <https://doi.org/10.1155/2021/8812898>
- Bhanu Rekha V, Gunaseelan L, Pawar G, Nassiri R, Bharathy S. 2015. Molecular detection of Mycobacterium tuberculosis from bovine milk samples. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*. 2 (1): 80–83.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2022. Produksi susu segar menurut provinsi 2020-2022. [Diunduh 2023 Maret 02]. <https://www.bps.go.id/indicator/24/493/1/produksi-susu-segar-menurut-provinsi.html>
- Broughan JM, Judge J, Ely E, Delahay RJ, Wilson G, Clifton-Hadley RS, Goodchild AV, Bishop H, Parry JE, Downs, SH. 2016. Review article a review of risk factors for bovine tuberculosis infection in cattle in the UK and Ireland. *Epidemiology and Infection*. 144(14), 2899–2926. <https://doi.org/10.1017/S095026881600131X>
- Cezar RDS, Lucena-Silva N, Borges JM, Santana VLA, Pnheiro Junior JW. 2016. Detection of Mycobacterium bovis in artisanal cheese in the state of Pernambuco, Brazil. *International Journal of Mycobacteriology*. 5 (3): 269–272.
- Christi FR, Salman LB, and Sudrajat A. 2022. Manajemen penerapan konsep biosecurity di peternakan sapi perah Kecamatan Sukalarang kabupaten sukabumi jawa barat. *Farmers: Journal of Community Services*. 03 (2): 19–23.
- Dejene SW, Heitkönig IMA, Prins HHT, Lemma FA, Mekonnen DA, Alemu ZE, Kelkay TZ, De Boer, W. F. 2016. Risk factors for bovine tuberculosis (bTB) in cattle in Ethiopia. *PLoS ONE*, 11(7), 1–16. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159083>
- Erekat S, Nasereddin A, Levine H, Azmi K, Al-Jawabreh A, Greenblatt CL, Abdeen Z, and Bar-Gal GK. 2013. First-time detection of Mycobacterium bovis in livestock tissues and milk in the West Bank, Palestinian Territories. *PLoS Neglected Tropical Diseases*. 7 (9).
- Humblet MF, Boschioli ML, Saegerman C. 2009. Classification of worldwide bovine tuberculosis risk factors in cattle: a stratified approach. *Vet. Res*. 40(50). <https://doi.org/10.1051/vetres/2009033>.
- Islam MN, Khan MK, Khan MFR, Kostoulas P, Anisur Rahman AKM, Alam MM. 2021. Risk factors

- and true prevalence of bovine tuberculosis in Bangladesh. *PLoS ONE*. 16(2 February): 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247838>
- Kemal J, Sibhat B, Abraham A, Terefe Y, Tulu KT, Welay K, Getahun N. 2019. Bovine tuberculosis in eastern Ethiopia: Prevalence, risk factors and its public health importance. *BMC Infectious Diseases*. 19(1): 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12879-018-3628-1>
- [Kemenkes] Kementerian Kesehatan. 2021. Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2020. [Diunduh 2023 Maret 19]. <https://www.kemkes.go.id/folder/view/01/structure-publikasi-pusdatin-profil-kesehatan.html>
- Kock R, Michel AL, Yeboah-Manu D, Azhar EI, Torrelles JB, Cadmus SI, Brunton L, Chakaya JM, Marais B, Mboera L, Rahim Z, Haider N, Zumla A. 2021. Zoonotic tuberculosis – the changing landscape. *International Journal of Infectious Diseases*. 113: S68–S72.
- Lestari VS, Sirajuddin SN, Saleh IM, Indah KP. 2019. Perilaku Peternak Sapi Potong terhadap Pelaksanaan Biosekuriti, (47): 251–259. <https://doi.org/10.14334/pros.semnas.tpv-2019-p.251-259>
- Moiane I, Machado A, Santos N, Nhambir A, Inlamea O, Hattendorf J, Källenius G, Zinsstag J, Correia-Neves M. 2014. Prevalence of bovine tuberculosis and risk factor assessment in cattle in rural livestock areas of Govuro district in the southeast of Mozambique. *PLoS ONE*. 9(3). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0091527>
- Navyanti F, Retno A. 2015. Higieni Sanitasi, Kualitas Fisik dan Bakteriologi Susu Sapi Segar Perusahaan Susu X di Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 8(1): 36–47.
- Olea-Popelka F, Fujiwara PI. 2018. Building a Multi-Institutional and Interdisciplinary Team to Develop a Zoonotic Tuberculosis Roadmap. *Frontiers in Public Health*, 6(June), 1–5. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2018.00167>
- Rocha WV, De Sá Jayme V, De Alencar Mota ALA, De Brito WMED, De Castro Pires GR, Neto JSF, Filho JHHG, Dias RA, Amaku M, Telles EO, Ferreira F, Heinemann MB, Gonçalves VSP. 2016. Prevalence and herd-level risk factors of bovine tuberculosis in the State of Goiás, Brazil. *Semina: Ciências Agrárias*. 37(5): 3625–3638. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2016v37n5Supl2p3625>
- Simarmata YT. 2014. Identifikasi isolat Mycobacterium bovis dengan konsentrasi DNA bertingkat menggunakan Teknik Polymerase Chain Reaction. *Jurnal Kajian Veteriner*. 2(2): 167–173.
- Singhla T, Boonyayatra S. 2022. Prevalence, Risk Factors, and Diagnostic Efficacy of Bovine Tuberculosis in Slaughtered Animals at the Chiang Mai Municipal Abattoir, Thailand. *Frontiers in Veterinary Science*, 9(March): 1–8. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.846423>
- Skuce RA, Allen AR, McDowell SWJ. 2012. Herd-level risk factors for bovine tuberculosis: A literature review. *Veterinary Medicine International*. <https://doi.org/10.1155/2012/621210>
- Taherdoost H, Madanchian M. 2023. Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Methods and Concepts. *Encyclopedia*. 3(1): 77–87. <https://doi.org/10.3390/encyclopedia3010006>
- Tarmudji dan Supar. 2008. Tuberkulosis pada Sapi, Suatu Penyakit Zoonosis. *Wartazoa*. 18(4): 174-186.
- [WHO] World Health Organization. 2022. Global Tuberculosis Report. [Diunduh 2023 Maret 10]. <https://www.who.int/teams/global-tuberculosis-programme/tb-reports/global-tuberculosis-report-2022>