

Identifikasi Penyakit Antraks Pada Sampel Darah Hewan Ruminansia Di UPT Laboratorium Kesehatan Hewan Dinas Peternakan Provinsi Jawa Timur Di Tuban

Sandi Setyawan¹ dan Annisa Rahmawati²

^{1,2} Biologi FMIPA Universitas PGRI Ronggolawe, Jln. Manunggal No. 61 Tuban Jawa Timur

¹Email : setiawansandi058@gmail.com

²Email : annisasigit@gmail.com

Submit : 17-05-2025

Revisi : 23-06-2025

Diterima : 27-06-2025

ABSTRACT

Anthrax remains a significant threat to ruminant livestock systems due to its zoonotic nature and rapid transmission. This study addresses the limited local research on early anthrax detection in Tuban, East Java—an area with intensive livestock activities. The primary aim was to detect Bacillus anthracis in ruminant blood using the blood smear method. Conducted in November 2024 at the Veterinary Health Laboratory in Tuban, the study examined 26 blood samples. Giemsa staining and microscopic examination at 1000X magnification were employed. Results revealed all samples tested negative for anthrax; no Gram-positive rod-shaped bacteria or spore-like structures typical of Bacillus anthracis were found. These findings suggest blood smear testing is a practical tool for early detection, although it lacks the sensitivity of molecular diagnostics like PCR. The study contributes to strengthening local veterinary laboratory surveillance and advocates for enhanced farmer education and biosecurity policies. Limitations include a small sample size and absence of confirmatory molecular tests.

Keywords: Anthrax, Blood smear, Early detection, Ruminants, Zoonosis

ABSTRAK

Penyakit antraks tetap menjadi ancaman serius dalam sistem peternakan ruminansia, terutama karena sifat zoonosisnya dan penyebarannya yang cepat. Studi ini menanggapi keterbatasan penelitian lokal terkait deteksi dini antraks di Tuban, Jawa Timur, wilayah dengan aktivitas peternakan intensif. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeteksi keberadaan Bacillus anthracis pada darah hewan ruminansia menggunakan metode ulas darah. Penelitian dilakukan pada November 2024 di UPT Laboratorium Kesehatan Hewan Tuban dengan menganalisis 26 sampel darah. Pewarnaan Giemsa digunakan untuk identifikasi mikroskopis, diikuti pengamatan dengan lensa pembesaran 1000X. Hasil menunjukkan seluruh sampel negatif antraks; tidak ditemukan bakteri Gram positif berbentuk batang atau spora khas Bacillus anthracis. Hasil penelitian menegaskan bahwa metode ulas darah praktis untuk skrining awal, namun terbatas sensitivitasnya dibandingkan PCR. Studi ini memberikan kontribusi penting dalam penguatan deteksi laboratorium veteriner di daerah dan mendorong kebijakan biosekuriti serta edukasi peternak. Keterbatasan mencakup ukuran sampel terbatas dan belum digunakannya konfirmasi molekuler.

Kata kunci: Antraks, Deteksi dini, Ruminansia, Ulas darah, Zoonosis

1 Pendahuluan

Pertumbuhan jumlah penduduk memiliki kaitan erat dengan meningkatnya kebutuhan akan protein hewani, sehingga konsumsi daging di tingkat nasional juga cenderung mengalami peningkatan (Saragih et al., 2023). Kebutuhan protein hewani saat ini menjadikan kambing (*Capra aegagrus hircus*) dan sapi (*Bos sp.*) sebagai contoh ternak

ruminansia yang paling banyak dibudidaya di Indonesia. Merujuk pada data yang diperoleh dari Dinas Peternakan Provinsi Jawa Timur, populasi kambing di Jawa Timur pada rentang tahun 2020 hingga 2024 adalah sebanyak 19.674.350 ekor, sedangkan sapi potong sebanyak 89.584.480, serta sapi perah sebanyak 1.443.260 (Dinas Peternakan Provinsi Jawa Timur, 2024).

Perkembangan peternakan ruminansia ini juga meningkatkan risiko munculnya penyakit infeksius, termasuk penyakit zoonosis yang dapat menular dari hewan ke manusia. Salah satu penyakit yang patut diwaspadai adalah antraks, yang disebabkan oleh *Bacillus anthracis*. Di Indonesia awal kasus antrak terjadi di Sumba, Nusa Tenggara Timur pada Desember 1969. Kasus ini menimpa peternakan murni sapi Ongole yang berasal dari India. Beberapa kasus antrak pada manusia diantaranya 87 kasus dan 1 orang meninggal terjadi di Provinsi DI Yogyakarta (2023). Tahun 2022 (23 kasus) dan 2020 (12 kasus). Tahun 2018 terjadi 9 kasus yang menyebar di Jawa timur, NTB dan Sulawesi Selatan. Tahun 2017 terjadi 77 kasus dan 1 orang meninggal di Provinsi Jawa timur, DIY, NTT, Sulawesi Selatan, Gorontalo (Diveranta, 2024).

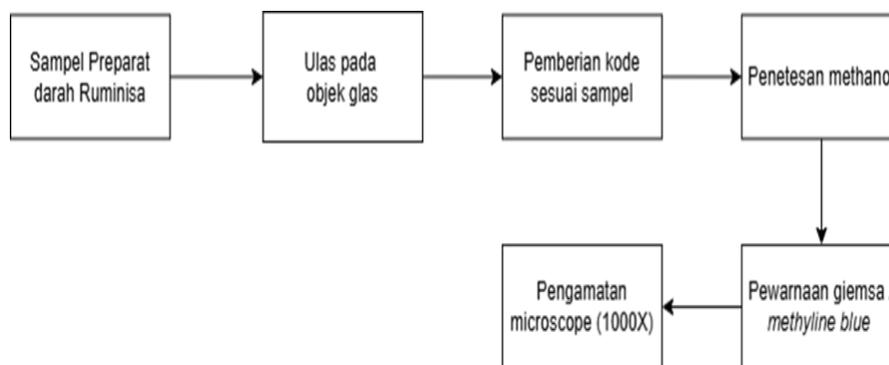
Penanganan penyakit antraks membutuhkan langkah preventif dan diagnostik yang cepat dan akurat. Salah satu metode deteksi awal yang banyak digunakan di laboratorium veteriner adalah uji ulas darah dengan pewarnaan Giemsa atau metilen biru. Metode ini dinilai sederhana, cepat, dan cukup efektif untuk mengidentifikasi keberadaan *Bacillus anthracis* pada sampel darah hewan. Kajian tentang deteksi antraks pada sampel darah hewan ruminansia secara spesifik di wilayah Tuban masih terbatas. Padahal, Tuban merupakan salah satu daerah dengan aktivitas peternakan yang cukup tinggi di Jawa Timur. Oleh karena itu, penting dilakukan penelitian yang berfokus pada identifikasi infeksi antraks di daerah ini sebagai langkah mitigasi penyakit zoonosis.

Penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi keberadaan infeksi antraks pada sampel darah hewan ruminansia menggunakan metode ulas darah. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran awal terhadap status kesehatan hewan ternak terkait potensi infeksi antraks di wilayah tersebut.

2 Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di UPT Laboratorium Kesehatan Hewan Dinas Peternakan Provinsi Jawa Timur yang berlokasi di Tuban pada bulan November 2024. Metode yang digunakan adalah teknik ulas darah, yang diterapkan pada 26 sampel darah dari hewan ruminansia yang telah dikirim ke UPT Laboratorium Kesehatan Hewan Dinas Peternakan Provinsi Jawa Timur di Tuban. Proses uji ulas darah diawali dengan mengoleskan darah ke kaca objek, kemudian disusun berdasarkan kode atau label *epidemiologi* masing-masing sampel, dengan memastikan bahwa label tersebut tidak rusak oleh air atau metanol.

Tahapan selanjutnya adalah fiksasi ulas darah menggunakan metanol, lalu dibiarkan hingga kering. Preparat yang telah kering kemudian disusun di rak pewarnaan dan diberi pewarna Giemsa atau *polychrome methylene blue*, didiamkan selama satu menit, lalu dibilas menggunakan air bersih. Setelah itu, preparat dikeringkan dengan meletakkannya di atas kertas atau tisu kering hingga benar-benar kering. Setelah kering, preparat ditutup dengan kaca penutup dan ditetesi dengan *oil emersi* untuk meningkatkan kejernihan resolusi saat pengamatan. Pemeriksaan selanjutnya dilakukan dengan mikroskop SEM pada pembesaran lensa 1000X. Perolehan data kemudian dilakukan suatu analisis secara diskriptif kualitatif yang mana dalam hal ini akan menunjukkan keberadaan infeksi bakteri *Bacillus anthracis* pada sampel darah hewan ruminansia. Hasil positif menjadi indikator bahwa terdapat bakteri antraks, lebih lanjut hasil negatif menjadi indikator bahwa pada sampel darah tidak terdapat bakteri antraks.



Gambar 1. Prosedur pembuatan ulas darah

3 Hasil dan Pembahasan

Perkembangan peternakan ruminansia dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan potensi yang signifikan, terutama dalam upaya meningkatkan produksi daging dan susu serta pemberdayaan ekonomi lokal. Di daerah seperti Jawa Timur, peternakan ruminansia terfokus pada sapi potong, kambing, domba, dan sapi perah (Edi, 2020). Kebijakan pemerintah terutama difokuskan pada pengembangan berbasis kawasan yang mengedepankan sinergi antara pemerintah, sektor swasta, dan peternak untuk meningkatkan efisiensi produksi dan manajemen (Mayulu & Daru, 2020). Ketersediaan pakan berkualitas dan biaya pakan yang tinggi, terutama pada musim kemarau menjadi salah satu hambatan utama dalam pengembangan peternakan (Hamidah et al., 2021). Faktor lain adalah kesehatan ternak yang disebabkan oleh berbagai penyakit, serta kurangnya akses peternak terhadap teknologi modern dan pelatihan yang relevan (Putra et al., 2022).

Penyakit-penyakit ini semakin sulit untuk dikendalikan, terutama di daerah dengan manajemen peternakan yang buruk. Kondisi iklim tropis yang mendukung perkembangan

penyakit, serta keterbatasan pengetahuan mengenai penyakit menyebabkan peternak abai dalam memelihara ternaknya, terutama pada aspek pencegahan dan pengendalian penyakit (Sukoco et al., 2022). Beberapa penyakit *zoonosis* yang umum menyerang hewan ternak meliputi *Antraks*, *Tuberculosis*, *Brucellosis*, *Salmonella*, *Q fever*, dan *Leptospirosis*. Penyakit-penyakit ini dapat menimbulkan dampak negatif terhadap kesehatan dan menjadi permasalahan serius yang memerlukan upaya pencegahan dan pengendalian secara tepat (Gelolodo et al., 2023; Rampengan, 2016). Sugiarto dan Alam, (2023) menambahkan bahwa antraks tetap menjadi masalah kesehatan hewan utama, dengan perlunya pendekatan pengendalian yang efektif seperti vaksinasi dan biosekuriti.

Bacillus anthracis adalah bakteri Gram-positif berbentuk batang, anaerob, dan pembentuk spora, yang merupakan agen penyebab penyakit antraks. Bakteri ini mampu membentuk spora yang sangat tahan terhadap kondisi lingkungan yang keras dan dapat bertahan di tanah selama bertahun-tahun. Antraks merupakan zoonosis yang terutama menyerang hewan ruminansia seperti domba, sapi, dan kambing, tetapi juga dapat menginfeksi manusia melalui kontak dengan hewan terjangkit atau produk mereka (Manzulli et al., 2019; Zangeneh et al., 2021).

Identifikasi Antraks

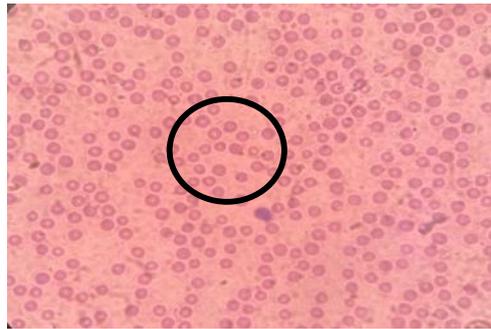
Pelaksanaan identifikasi penyakit antraks yang dilakukan pada 26 sampel dari beberapa kabupaten atau kota yang ada di Provinsi Jawa Timur. Pengujian ini dilakukan sebagai upaya untuk mendeteksi keberadaan agen penyebab penyakit. Salah satu metode yang digunakan dalam analisis darah adalah uji ulas darah pewarnaan Giemsa, yang juga dikenal sebagai pewarnaan *Romanowski* (Sunarno, 2019). Hasil pengujian sampel darah hewan ruminansia disajikan pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Hasil uji identifikasi penyakit antraks pada sampel darah hewan ruminansia.

No.	Nama Sampel	Pengamatan Bakteri Antraks	Hasil	Metode
1.	Sampel 1	Tidak ditemukan bakteri	Negatif	ulas darah
2.	Sampel 2	Tidak ditemukan bakteri	Negatif	ulas darah
3.	Sampel 3	Tidak ditemukan bakteri	Negatif	ulas darah
4.	Sampel 4	Tidak ditemukan bakteri	Negatif	ulas darah
5.	Sampel 5	Tidak ditemukan bakteri	Negatif	ulas darah
6.	Sampel 6	Tidak ditemukan bakteri	Negatif	ulas darah
7.	Sampel 7	Tidak ditemukan bakteri	Negatif	ulas darah
8.	Sampel 8	Tidak ditemukan bakteri	Negatif	ulas darah
9.	Sampel 9	Tidak ditemukan bakteri	Negatif	ulas darah
10.	Sampel 10	Tidak ditemukan bakteri	Negatif	ulas darah
11.	Sampel 11	Tidak ditemukan bakteri	Negatif	ulas darah
12.	Sampel 12	Tidak ditemukan bakteri	Negatif	ulas darah
13.	Sampel 13	Tidak ditemukan bakteri	Negatif	ulas darah
14.	Sampel 14	Tidak ditemukan bakteri	Negatif	ulas darah
15.	Sampel 15	Tidak ditemukan bakteri	Negatif	ulas darah
16.	Sampel 16	Tidak ditemukan bakteri	Negatif	ulas darah
17.	Sampel 17	Tidak ditemukan bakteri	Negatif	ulas darah
18.	Sampel 18	Tidak ditemukan bakteri	Negatif	ulas darah
19.	Sampel 19	Tidak ditemukan bakteri	Negatif	ulas darah
20.	Sampel 20	Tidak ditemukan bakteri	Negatif	ulas darah
21.	Sampel 21	Tidak ditemukan bakteri	Negatif	ulas darah

22.	Sampel 22	Tidak ditemukan bakteri	Negatif	ulas darah
23.	Sampel 23	Tidak ditemukan bakteri	Negatif	ulas darah
24.	Sampel 24	Tidak ditemukan bakteri	Negatif	ulas darah
25.	Sampel 25	Tidak ditemukan bakteri	Negatif	ulas darah
26.	Sampel 26	Tidak ditemukan bakteri	Negatif	ulas darah

Hasil pemeriksaan menunjukkan bahwa tidak ada infeksi penyakit akibat bakteri *Bacillus anthracis* yang menjadi agen penyebab penyakit antraks. Salah satu hasil pengamatan ditunjukkan pada Gambar 2 berikut :



Gambar 2. Hasil mikroskop pengujian sampel darah

Hasil pengamatan dibawah mikroskop tidak ditemukan bakteri berbentuk batang gram positif atau struktur spora khas antraks. Hal ini mengindikasikan bahwa ternak dalam keadaan sehat. Metode ulas darah memiliki kelebihan yaitu kesederhanaan dan kecepatan pengujiannya. Metode ini tidak memerlukan alat laboratorium yang kompleks sehingga dapat dilakukan di lapangan dengan mudah. Metode ini juga memungkinkan untuk mendapatkan informasi awal tentang infeksi bakteri *Bacillus anthracis*. Namun sensitivitas dan spesifisitas metode ini lebih rendah dibandingkan dengan teknik diagnostik lain seperti PCR atau uji serologis (Sunarno, 2019).

Pencegahan penyakit antraks

Hasil penelitian terkait uji antraks pada ternak ruminansia menunjukkan kemajuan penting dalam deteksi dan pemahaman penyakit ini. Metode pengujian yang digunakan bervariasi, mulai dari uji ulas, teknik serologis hingga PCR. Pengembangan metode untuk mendeteksi spora *Bacillus anthracis* di tanah, yang menunjukkan sensitivitas tinggi dan potensi aplikasi dalam pemantauan lingkungan tempat hewan ruminansia digembalakan (Nazir et al., 2015). Dutta et al., (2021) mengemukakan bahwa pengetahuan, sikap, dan praktik peternak tentang antraks di daerah pedesaan mempengaruhi keputusan untuk melakukan vaksinasi dan pencegahan. Hal ini mencerminkan pentingnya pendidikan bagi peternak dalam mengendalikan wabah penyakit (Dutta et al., 2021). Pengendalian penyakit pada hewan ternak juga perlu diperhatikan seperti vaksinasi hewan. Hal ini dapat mengurangi mortalitas pada ternak di Bangladesh, dan secara langsung maupun tidak langsung menurunkan resiko pada manusia (Islam et al., 2020).

Pencegahan anthrax dilakukan melalui pengawasan lalu lintas hewan, vaksinasi, serta sanitasi dan desinfeksi berkala. Pengendalian dilakukan dengan isolasi hewan sakit, pelarangan pemotongan hewan terinfeksi, serta pemusnahan bangkai melalui pembakaran dan penguburan dalam lubang khusus (Direktorat Kesehatan Hewan, 2011). Vaksinasi merupakan salah satu metode paling efektif untuk mencegah penyakit antraks. Pemberian vaksin terhadap ternak dapat mengurangi kejadian antraks (Nuvey et al., 2022). Meningkatkan kesadaran peternak mengenai risiko antraks dan pentingnya tindakan pencegahan. Edukasi mengenai pengenalan gejala awal penyakit, metode pencegahan seperti praktik biosekuriti, serta pentingnya vaksinasi dapat membantu mengurangi penyebaran penyakit (Sahoo et al., 2020). Pentingnya pemrosesan hewan yang terinfeksi dilakukan dengan aman. Penguburan hewan yang mati akibat antraks dalam tempat yang cukup dalam dan memastikan bahwa tidak ada kontak dengan hewan sehat dapat membantu mengurangi risiko penyebaran penyakit (Mwakapeje et al., 2018).

4 Kesimpulan

Hasil analisis terhadap 26 sampel darah hewan ruminansia yang diperiksa di UPT Laboratorium Kesehatan Hewan Dinas Peternakan Provinsi Jawa Timur, tidak ditemukan adanya infeksi bakteri *Bacillus anthracis*, yang mengindikasikan tidak adanya kasus antraks pada sampel tersebut. Efektivitas metode ulas darah sebagai alat deteksi awal yang cepat dan sederhana, meskipun memiliki keterbatasan sensitivitas dibanding metode molekuler seperti PCR. Uji deteksi antraks diperlukan untuk pengawasan laboratorium veteriner secara rutin. Implikasi praktis dari penelitian ini mendorong peningkatan edukasi kepada peternak mengenai biosekuriti dan vaksinasi sebagai langkah preventif, serta bagi pembuat kebijakan untuk memperkuat program surveilans penyakit zoonosis.

Daftar Pustaka

- Dinas Peternakan Provinsi Jawa Timur. (t.t.). *Statistik Produksi Ternak*. Disnak Jatim. <https://disnak.jatimprov.go.id/web/data/statistikproduksi>
- Direktorat Kesehatan Hewan. (2011). *Pedoman Pengendalian dan Pemberantasan Penyakit Hewan Menular: Seri Penyakit Anthrax*. Kementrian Pertanian, Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, Direktorat Kesehatan Hewan.
- Diveranta, A. (2024, Maret 15). Kasus Antrak di Indonesia dari Masa ke Masa. *Kompas.id*. <http://www.kompas.id/baca/humaniora/2024/03/15/menilik-indonesia-mewasdai-antraks-dari-masa-ke-masa>
- Dutta, P. K., Biswas, H., Ahmed, J. U., Shakif-UI-Azam, Md., Ahammed, B. M. J., & Dey, A. R. (2021). Knowledge, attitude and practices (KAP) towards Anthrax among livestock farmers in selected rural areas of Bangladesh. *Veterinary Medicine and Science*, 7(5), 1648–1655. <https://doi.org/10.1002/vms3.561>
- Edi, D. N. (2020). Analisis Potensi Wilayah untuk Pengembangan Komoditas Ternak Ruminansia di Provinsi Jawa Timur. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*, 5(3), 562.

<https://doi.org/10.28926/briliant.v5i3.473>

- Gelolodo, M. A., Pandarangga, P., Simarmata, Y. T. R. M. R., Utami, T., Tophianong, T. C., Datta, F. U., Sitompul, Y. Y., Gaina, C. D., Foeh, N. D. F. K., & Deta, H. U. (2023). Diagnosa Penyakit Hewan dengan Teknik Polymerase Chain Reaction di Lingkungan Universitas Nusa Cendana. *International Journal of Community Service Learning*, 7(2), 160–167. <https://doi.org/10.23887/ijcsl.v7i2.55140>
- Hamidah, A. N., Nuraina, N., Despal, D., & Taufik, E. (2021). Pola penyediaan dan rantai pasok pakan serat pada musim kemarau di peternakan rakyat sapi perah, Lembang, Kabupaten Bandung Barat. *Livestock and Animal Research*, 19(1), 94. <https://doi.org/10.20961/lar.v19i1.41777>
- Islam, Md. S., Hasan, S. M. M., Salzer, J. S., Kadzik, M., Haque, F., Haider, N., Hossain, M. B., Islam, M. A., Rahman, M., Kennedy, E., & Gurley, E. S. (2021). Human exposures to by-products from animals suspected to have died of anthrax in Bangladesh: An exploratory study. *Transboundary and Emerging Diseases*, 68(4), 2514–2520. <https://doi.org/10.1111/tbed.13921>
- Manzulli, V., Fasanella, A., Parisi, A., Serrecchia, L., Donatiello, A., Rondinone, V., Caruso, M., Zange, S., Tscherne, A., Decaro, N., Pedarra, C., & Galante, D. (2019). Evaluation of *in vitro* antimicrobial susceptibility of *Bacillus anthracis* strains isolated during anthrax outbreaks in Italy from 1984 to 2017. *Journal of Veterinary Science*, 20(1), 58. <https://doi.org/10.4142/jvs.2019.20.1.58>
- Mayulu, H., & Daru, T. P. (2020). Kebijakan pengembangan peternakan berbasis kawasan: Studi kasus di Kalimantan Timur. *Journal of Tropical AgriFood*, 1(2), 49. <https://doi.org/10.35941/jtaf.1.2.2019.2583.49-60>
- Mwakapeje, E. R., Høgset, S., Fyumagwa, R., Nonga, H. E., Mdegela, R. H., & Skjerve, E. (2018). Anthrax outbreaks in the humans - livestock and wildlife interface areas of Northern Tanzania: A retrospective record review 2006–2016. *BMC Public Health*, 18(1), 106. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-5007-z>
- Nazir, K., Hassan, J., Chowdhury, S., & Rahman, M. (2015). Novel multiplex-PCR for rapid detection of *Bacillus anthracis* spores present in soils of Sirajganj district in Bangladesh. *Progressive Agriculture*, 26(1), 67–70. <https://doi.org/10.3329/pa.v26i1.24518>
- Nuvey, F. S., Arkoazi, J., Hattendorf, J., Mensah, G. I., Addo, K. K., Fink, G., Zinsstag, J., & Bonfoh, B. (2022). Effectiveness and profitability of preventive veterinary interventions in controlling infectious diseases of ruminant livestock in sub-Saharan Africa: A scoping review. *BMC Veterinary Research*, 18(1), 332. <https://doi.org/10.1186/s12917-022-03428-9>
- Putra, N. G. W., Ramadani, D. N., Ardiansyah, A., Syaifudin, F., Yulinar, R. I., & Khasanah, H. (2022). Review: Strategi Pencegahan dan Penanganan Gangguan Metabolis pada Ternak Ruminansia. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 24(2), 150. <https://doi.org/10.25077/jpi.24.2.150-159.2022>
- Rampengan, N. H. (2016). Leptospirosis. *JURNAL BIOMEDIK (JBM)*, 8(3). <https://doi.org/10.35790/jbm.8.3.2016.14148>
- Sahoo, K. C., Negi, S., Barla, D., Badaik, G., Sahoo, S., Bal, M., Padhi, A. K., Pati, S., & Bhattacharya, D. (2020). The Landscape of Anthrax Prevention and Control: Stakeholders' Perceptive in Odisha, India. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(9), 3094. <https://doi.org/10.3390/ijerph17093094>
- Saragihanti, B. C., Sutrisno, J., & Fajarningsih, R. U. (t.t.). Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Permintaan Daging Sapi Di Provinsi Dki Jakarta. *Agrista*, 11(2), 21–31.

- Sugiarto, S., & Alam, A. (2023). Analisis Kestabilan Model Penyebaran Penyakit Antraks Tipe SVEIQR pada Ternak. *Jurnal Sains Matematika dan Statistika*, 9(2), 41. <https://doi.org/10.24014/jsms.v9i2.21529>
- Sukoco, H., Ali, N., Susanti, I., Irfan, M., Agustina, A., Suhartina, S., Marsudi, M., & Susanti, E. (2022). Sosialisasi Penyakit pada Sapi dan Kambing Serta Pencegahannya di Desa Salarri Kecamatan Limboro, Polewali Mandar. *Bubungan Tinggi: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(2), 581. <https://doi.org/10.20527/btjpm.v4i2.5238>
- Sunarno, S. (2019). Identifikasi Agen Penyakit Anthrax Pada Sediaan Apus Darah Sapi Potong Di Surakarta. *Media Bina Ilmiah*, 14(3), 2291. <https://doi.org/10.33758/mbi.v14i3.336>
- Zangeneh, T. T., Traeger, M., & Klotz, S. A. (2021). Anthrax. Dalam C. B. Cunha (Ed.), *Schlossberg's Clinical Infectious Disease* (hlm. 854–859). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/med/9780190888367.003.0123>